



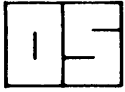
ORKUSTOFNUN  
Orkubúskapardeild

Freysteinn Sigurðsson  
Kristján Sæmundsson

## **SURTARBRANDUR Á VESTFJÖRDUM**

**OS-84039/OBD-02**

Reykjavík, apríl 1984



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**Freysteinn Sigurðsson**  
**Kristján Sæmundsson**

## **SURTARBRANDUR Á VESTFJÖRÐUM**

**OS-84039/OBD-02**

Reykjavík, apríl 1984

## ÁGRIP

Á Vestfjörðum kemur surtarbrandur einkum fyrir í nokkrum setlagasyrpu-um. Jarðlagahalli er almennt til SA og koma því setlagasyrpuurnar fyrir í beltum á yfirborði. Surtarbrandslögin eru óstöðug að þykkt og gerð í setlagasyrpuum. Þykkustu einstök lög eru 0,4 - 1 m, þykkustu brandlagasyrpu (>50% surtarbrandur) mest 3-5 m. Í "góðum", loftpurrum brandi er raki um 20%, aska að meðaltali um 30%, hitagildi 13-16 MJ/kg (um 3.500 kcal/kg), eðlisþyngd 1,4-1,45 g/cm<sup>3</sup> og brenni-steinn sennilega nokkrir hundraðshlutar (%). Grannberg er víðast meira eða minna leirummyndað túff eða túffríkt set. Aðganga er víða ill að fundarstöðum og hvarvetna yrði að vinna brandinn í neðanjarðar-námum (djúpbroti). Ástæða virðist vera til að fylla í stærstu eyður í þekkingu á surtarbrandinum með frekari rannsóknnum, en þó varla vert að kosta til þess miklu fé að svo stöddu, áður en frumúttekt hefur farið fram á vinnsluhæfni surtarbrandsins.

EFNISYFIRLIT

bls.

ÁGRIP	2
EFNISYFIRLIT	3
MYNDA- OG TÖFLUSKRÁ	4
1 INNGANGUR	5
2 NÝTINGARSAGA SURTARBRANDS	6
2.1 Rannsóknir	6
2.2 Kolakreppa og surtarbrandsnám	6
2.3 Surtarbrandstekja	8
2.4 Námugróftur	8
2.5 Innflutningur kola	11
3 JARÐFRÆÐI OG GERÐ SURTARBRANDS Á VESTFJÖRÐUM	13
3.1 Um jarðsögu Vestfjarða	13
3.2 Breiðhillulagið	13
3.3 Aðrar setsyrpur	14
3.4 Tilurð setsyrpnanna	15
3.5 Opnur og samfella brandlaga	15
3.6 Þykkt brandlaganna	16
3.7 Gerð brandlaga og grannberg	17
4 INNIHALD SURTARBRANDSINS	18
4.1 Flokkun og greiningar	18
4.2 Raki og orka	18
4.3 Hitagildi (orka)	19
4.4 Eðlisþyngd	21
4.5 Efnasamsetning	21
5 SKOÐUNARFERÐ 1983	22
5.1 Stutt ferðalýsing	22
5.2 Sléttuhreppur	22
5.3 Súgandafjörður og Bolungarvík	28
5.4 Suðurfirðir	30
5.5 Steingrímsfjörður	32
5.6 Yfirlit	36
6 HELSTU NIÐURSTÖÐUR	37
HEIMILDASKRÁ	39
ENGLISH SUMMARY	41

## MYNDASKRÁ

Mynd 1	Kolakreppan í fyrra stríði (1914-18)	7
Mynd 2	Surtarbrandsnám á Vestfjörðum	7
Mynd 3	Surtarbrandsnám á Íslandi	10
Mynd 4	Setlagasyrpur á Vestfjörðum	14
Mynd 5	Orka og aska í surtarbrandi	19
Mynd 6	Eðlisþyngd og aska í surtarbrandi	21
Mynd 7	Surtarbrandur í Sléttuhreppi	24
Mynd 8	Surtarbrandur í Straumnesfjalli	26
Mynd 9	Surtarbrandur í Botni, Gili og Stigahlíð	30
Mynd 10	Surtarbrandur í Þernudal og Dufansdal	31
Mynd 11	Surtarbrandur í Steingrímsfirði	32
Mynd 12	Surtarbrandur í Húsavíkurkleif	34
Mynd 13	Þykkt surtarbrandsлага í Steingrímsfirði	35
Mynd 14	Surtarbrandur í Bæjarfelli á Selströnd	36

## TÖFLUSKRÁ

Tafla 1	Orka og aska í surtarbrandi	20
Tafla 2	"Helstu niðurstöður"	36

## 1 INNGANGUR

Surtarbrandur finnst víða í blágrýtismynduninni hér á landi. Einna mest er um hann á Vestfjörðum. Þegar kolaskorts tók að gæta í heimsstyrjöldinni fyrri og kolaverð rauk upp úr öllu valdi þótti ýmsum sem komið gæti til álita að vinna surtarbrand til eldsneytis.

Surtarbrandsvinnsla var þá víða tekin upp, en mun hafa gengið illa og tap orðið á námurekstrinum nema á Skarðsströnd. Fátt hefur rekið á fjörur okkar um faglega úttekt á námunum nema skýslur Guðmundur G. Bárðarsonar (1918), Sigurðar Þórarínssonar (1938) og skýrslu eftir Ivar Svedberg, en á hans vegum var Alfred Olsson námufraðingur sendur til starfa við tilraunavinnslu í Stálfjalli sumarið 1916. Ef til vill eru orð hans sjálfs ljósast dæmi um raunir surtarbrandsnámsins yfirleitt:

" Stenkolslagrens samanlagða mæktighet skulle vara minst 5,0-5,5 meter. Erfarenheten har icke bekræftat detta.. totale mæktigheten af alla lagren mællan det egentlige taket og bottenlagret ar 3,90 meter hvar av blott 1,30 m kol".

Með öðrum orðum þunn brandlög á dreif í ólífrænu seti og gjósku.

Í seinna stríðinu hækkadi verð á kolum einnig svo sem við mátti búast. Stríðsótta varð þess valdandi að Sigurður Þórarínsson var gerður út af örkinni sumarið 1938 til að rannsaka og gefa skýrslu um aðstæður til surtarbrandsnáms á Vestfjörðum. Aldrei kom þó til þess að vinnsla væri tekin upp aftur nema á Botni í Súgandafirði.

Í kjölfar olíukreppunnar 1973 og 1979 hefur orkuverð í heiminum hækkað mjög mikið og höfum við Íslendingar ekki farið varhluta af því frekar en aðrar þjóðir. Hér á landi hefur þessari hækkun verið mætt með aukinni nýtingu innlendra orkugjafa í stað innfluttra, sérstaklega til húshitunar. Einnig hefur mönnum komið í hug surtarbrandurinn og hvort ekki megi vinna hann á hagkvæman hátt með fullkominni nútímatækni (Gísli Júlíusson 1981).

Í "Þingsályktun um rannsókn og hagnýtingu surtarbrands á Vestfjörðum" er ályktað "að ríkisstjórnin skuli fela Orkustofnun og Rannsóknaráði ríkisins rannsókn á surtarbrandi á Vestfjörðum og könnun leiða til nýtingar hans til orkuframleiðslu og iðnaðar" (Þingsályktun samþykkt í Alþingi 22. febrúar 1983).

Hvað sem líður áliti manna á hagkvæmni surtarbrandsnáms verður að telja ómaksins vert að fá skorið úr um gildi hans samanborið við aðra orkugjafa. Fyrsta skrefið í athugun á surtarbrandi er gagnasöfnun um fyrri athuganir og vinnslu og skoðun helstu surtarbrandsstaða með tilliti til aðkomu, brandgæða og brandþykktar. Sú skýrsla sem hér birtist er árangur slíkrar athugunar, en farin var skoðunarferð um surtarbrandsslóðir á Vestfjörðum sumarið 1983.

Sem næsta skref í athugun á surtarbrandi hefur Orkustofnun í hyggju að fá erlenda sérfræðinga í kolavinnslu til að gefa álit á hagkvæmni surtarbrandsvinnslu á þeim stöðum sem álitlegastir þykja út frá þeirri athugun sem hér birtist. Þegar skýrsla liggur fyrir frá erlendu sérfræðingunum verður ákveðið hvort framhald verður á þessu verki á Vestfjörðum og leiðir kannaðar til nýtingar brands til orkuframleiðslu og iðnaðar (sbr. áður nefnda Þingsályktun frá 22. febrúar 1983).

## 2 NÝTINGARSAGA SURTARBRANDS

### 2.1 Rannsóknir

Surtarbrands er víða getið í Íslandslýsingum og ferðabókum frá því á 17. öld. Mun hann jafnan hafa verið numinn eitthvað til heimabruks, þar sem hann lá vel við. Nokkuð var um að menn smíðuðu sér skrautmuni úr honum og dæmi eru þess, að hann hafi verið notaður í borðplötur (Sveinn Pálsson 1945/1983, Þorvaldur Thoroddsen 1896, 1913-15). Um-talsvert nám varð þó ekki fyrir en í kolakreppunni í heimsstyrjöldinni fyrri 1914-1918. Rannsóknir hófust löngu fyrir, er Danakonungur (Friðrik III) sendi hingað Niels nokkurn Jörgensen 1663 (Þorvaldur Thoroddsen 1896) til að kanna surtarbrand. Rómri öld seinna (1775) sendi þáverandi Danakonungur (Kristján VII) námufraðing, Christian Ziener að nafni, til landsins að skoða surtarbrand á Vestfjörðum (Ólafur Olavíus 1780/1964). Var það gert í anda "merkantilismans", sem þá var við lýði víða um lönd, en snautt var um kol í þáverandi löndum Danakonunga. Gerði Ziener góða reisu og skoðaði m.a. surtarbrand í Straumnesfjalli í Sléttuhreppi. Var hann svo ekki aftur skoðaður fyrir en sumarið 1983. Þó munu þeir J. Steenstrup og Jónas Hallgrímsson hafa litið á hann þegar þeir komu "þar í sveit" 1839-40. Ýmsir höfðu skoðað surtarbrandinn í vísindaskyni, allt frá því þeir Eggert og Bjarni voru á ferðinni upp úr miðri 18. öld (Eggert Ólafsson og Bjarni Pálsson 1772/1978). Voru þjóðverjar einkum ötulir við að skoða surtarbrandinn á 19. öldinni.

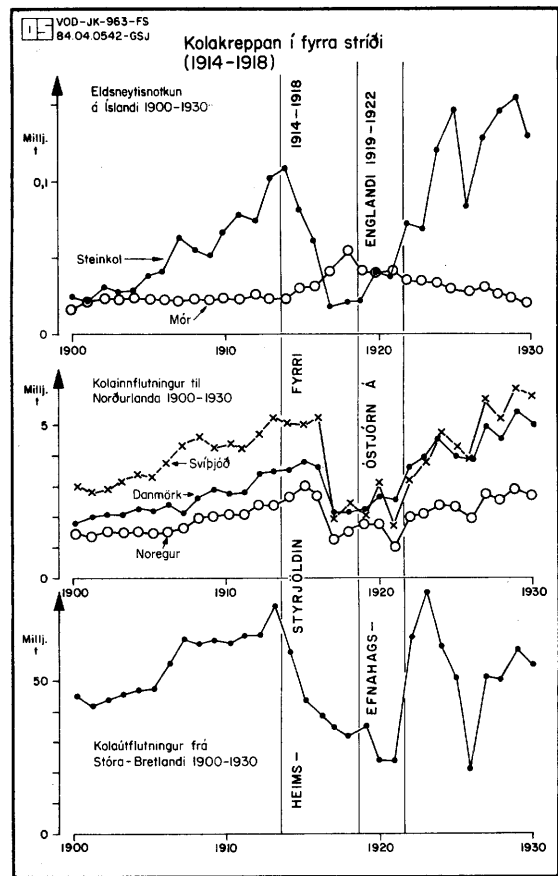
Fyrsta nákvæma yfirlitið um surtarbrandinn fékkst á ferðum Þorvaldar Thoroddsens um landið á árunum 1881-1898. Um Vestfirði fór hann 1886 og 1887. Er mikinn fróðleik að finna í ritum hans um þau efni. (Þorvaldur Thoroddsen 1896, 1906, 1913-15/1959). Í lok heimsstyrjaldarinnar fyrri skoðaði Guðmundur G. Bárðarson (1918) surtarbrand við Steingrímsfjörð og víðar með brandnám fyrir augum. Gerði hann margar góðar athuganir. Skömmu fyrir síðari heimsstyrjöldina athugaði Sigurður Þórarinsson (1938) námuvænlega staði á Norður- og Vesturlandi. Er skýrsla hans full af fróðleik um fundarstaði surtarbrands og surtarbrandsnám á þeim. Margir fornlífsfræðingar og jarðsögufraðingar hafa fjallað um surtarbrandinn frá sínum sjónarhóli á þessari öld, en það skal ekki rakið hér nánar.

Athugun á surtarbrandi sem orkuefni hófst aftur 1982. Það sumar fór Freysteinn Sigurðsson snögga ferð vestur á firði að líta á nokkra surtarbrandsstaði. Frá og með vetrinum 1982-83 hefur Kristján Sæmundsson dregið saman ýmsar heimildir um surtarbrand og surtarbrandsnám á Vestfjörðum, og raunar víðar. Sumarið 1983 fóru þeir Kristján, Freysteinn og Birgir Jónsson til Vestfjarða og skoðuðu ýmsa staði. Þessi greinargerð er árangurinn af þessum skoðunarferðum og heimildaöflun.

### 2.2 Kolakreppa og surtarbrandsnám

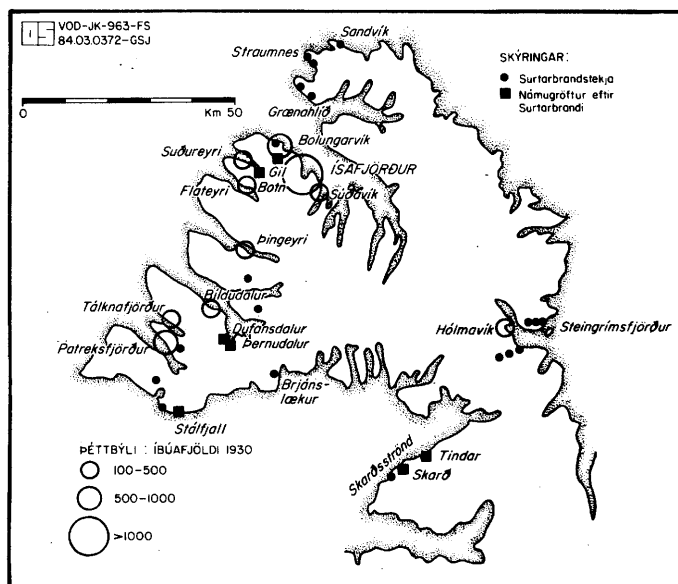
Skal nú stuttlega greint frá surtarbrandsnámi frá og með fyrri heimsstyrjöld. Á árunum fyrir stríðið hafði kolanotkun farið ört vaxandi á landinu. Olli því ekki síst mikil fólksfjölgun í þröngbýlinu við sjávarsíðuna. Aðflutningur kola frá útlöndum var þar bæði auðveldari og ódýrari en öflun hefðbundins eldsneytis um vegleysur ofan úr sveit.

Kolanotkun til sveita jókst líka á þessum árum og var svo almennt um land allt. Stríðið setti strik í þennan reikning. Útflutningur kola frá Stóra-Bretlandi dróst verulega saman (Mitchell 1978) (mynd 1). Gætti þess nokkur ár fram yfir stríðið vegna efnahagsstjórnar hjá enskum í kjölfar stríðsins. Innflutningur kola til Norðurlanda minnkaði mjög þessi ár, og var sama sagan hér á landi (upplýsingar frá Rúti Halldórssyni 1984, sjá mynd 1). Kol urðu því knöpp hérlandis og hækkuðu gífurlega í verði. Talið hefur verið, að almennar nauðsynjavörur hafi a.m.k. tvö- til þrefaldast að verði á styrjaldarárunum, en kol meira en tífoldast. Var því að vonum leitað annarra fanga um eldsneyti, þar sem völ var á. Mótekja var þá mikil í Reykjavík og nágrenni, og raunar víðar í nánd við þorp og kaupstaði. Vestfirðingar renndu vonaraugum til surtarbrandsins, einkum þó á fjölmennustu stöðunum, Ísafirði og Bolungarvík. Samtals munu þá hafa búið um þrjú þúsund manns þar þegar Hnífsdalur er meðtalin. Var þar því mikil eldsneytisþörf og fljótlega farið að huga að surtarbrandinum þegar kolakreppunnar fór að gæta á árunum 1915-16.



MYND 1 Kolakreppan í fyrria stríði

Surtarbrandsnámi þessu má skipta í tvo flokka: Surtarbrandstekju og námugróft (mynd 2). Til fyrri flokksins heyrir óskipuleg taka surtarbrands hér og þar, þó stundum hafi verið unnið dögum saman að henni með talsverðu liði. Síðari flokkurinn nær til námugraftar inn í bergið.



MYND 2 Surtarbrandsnám á Vestfjörðum



## 2.3 Surtarbrandstekja

Bolvíkingar hafa um langan aldur sótt sér surtarbrand í Breiðhíllu í Stigahlíð. Þeim stað lýsir Guðmundur G. Bárðarson (1918 s. 65): "Brandurinn í Breiðhíllu er hér um bil 235 m hátt y.s.; neðan við hann er snarbrött skriða og meira en 200 m háir hamrar niður í sjó. En uppi yfir er 400 m hár hamraveggur, sem stöðugt grjóthrun er úr, einkum eftir rigningar. Það er því ekki árennilegt að vinna hér að brandnámi. Hefir það komið fyrir, að menn, sem hafa verið þar að taka brand, hafa orðið fyrir grjótkasti og hlotið limlestingu eða bana". Það var því ekki von, að menn hyggu þar á surtarbrandstekju í miklum mæli. Alkunnugt var um surtarbrand norður í Sléttuhreppi og var því snúið þangað. Tekinn var brandur í Sandvík undir Kögri, Straumneshlíð og í Sléttudölum og fluttur til Ísafjarðar. Var þetta hreint einstaklingsframtak, þó menn slægu sér oft saman í hóp, tugur manna eða meira. Voru farnar stakar ferðir til surtarbrandstekjunnar og gjarnan lögð nótt við dag, meðan verið var að fá farm í bátana. Þó mun hafa verið "útgerð" til lengri tíma í Sléttudölum. Þar standa enn hleðslur úr "verbúð" á grónum hjalla í hlíðinni, sem brandtekjumennirnir lágu í. Úr Sléttudölum er stytzt til Ísafjarðar og landing oftast sámlæg á Sléttu, þó misjafnt hljóti að hafa verið niður undan brandnáminu sjálfu. Verst er sjólag í Sandvík. Sigurður Þórarinsson (1938) lýsir aðstöðu þar eftir Halldóri Ólafssyni, verkstjóra á Ísafirði: "Aðstaða væri þar djöfulleg, snarbrattar skriður alveg niður í sjó og grjóthrun sí og æ, og því lífsháski að vinna þar". Páll Kristjánsson (1977) lýsir því, hvernig skilja varð þar surtarbrandinn eftir sekkjaðan, þegar ylgju gerði við fjöruna" - og þá er sýnt við okkur sæla að komast sjálfir heilskinnaðir um borð -". Öruðugt mun jafnan hafa verið að sækja surtarbrand til Sandvíkur. Páll lýsir einnig surtarbrandstekju úr Straumneshlíð: "Surtarbrandurinn er þar um hálf tölva á hundrað metra yfir sjó en brattar skriður og klettabelti upp að sækja. Var notað spil og surtarbrandssekkjunum rennt á vír niður í fjöru. Tíu menn voru í einn sólarhring að fylla bát - í lest og dekk, af surtarbrandi". Ekki var þetta hættulaust (s. 67): "um nóttina fór að hvessa og var mikið grjóthrun í fjallinu en af því að ég var með spilið á dálitlum hrygg, fór grjótið út af hryggnum, svo að það sakaði ekki okkur, sem vorum við spilið". Surtarbrandssóknin mun enda hafa verið stopul í Straumneshlíð. Mest var surtarbrandstekjan í Sléttuhreppi á árunum 1917-18.

## 2.4 Námugróftur

Námugróftur var rekinn á 5 stöðum á Vestfjörðum á stríðsárunum 1914-1918: Gili í Bolungarvík, Botni í Súgandafirði, Dufansdal og Þernudal í Arnarfirði og urdir Stálfjalli. Víðar um land voru surtarbrandsnámur og um þær allar í heild segir Sigurður Þórarinsson (1938): "Yfirleitt virðist hafa verið heldur braskverk og sleifarlag á þessum námugreftri á stríðsárunum og hann borið sig illa allsstaðar nema á Skarðsströnd þar sem hann gaf góðar tekjur. Hann lagðist og allsstaðar niður eftir stríðið...".

Námugróftur hófst á Gili 1916 og var alltaf í smáum stíl. Honum lauk 1918 en kroppað var úr námunni eftir það. Sigurður Þórarinsson gat þess til (1938) að numin hefðu verið 600 t úr námunni. Aðalgöngin urðu 50 m á lengd. Brotið var úr u.þ.b. 2ja m stáli með tveim surtarbrandslögum, samanlagt 0,7-1,2 m á þykkt víða. Var allt brot unnið

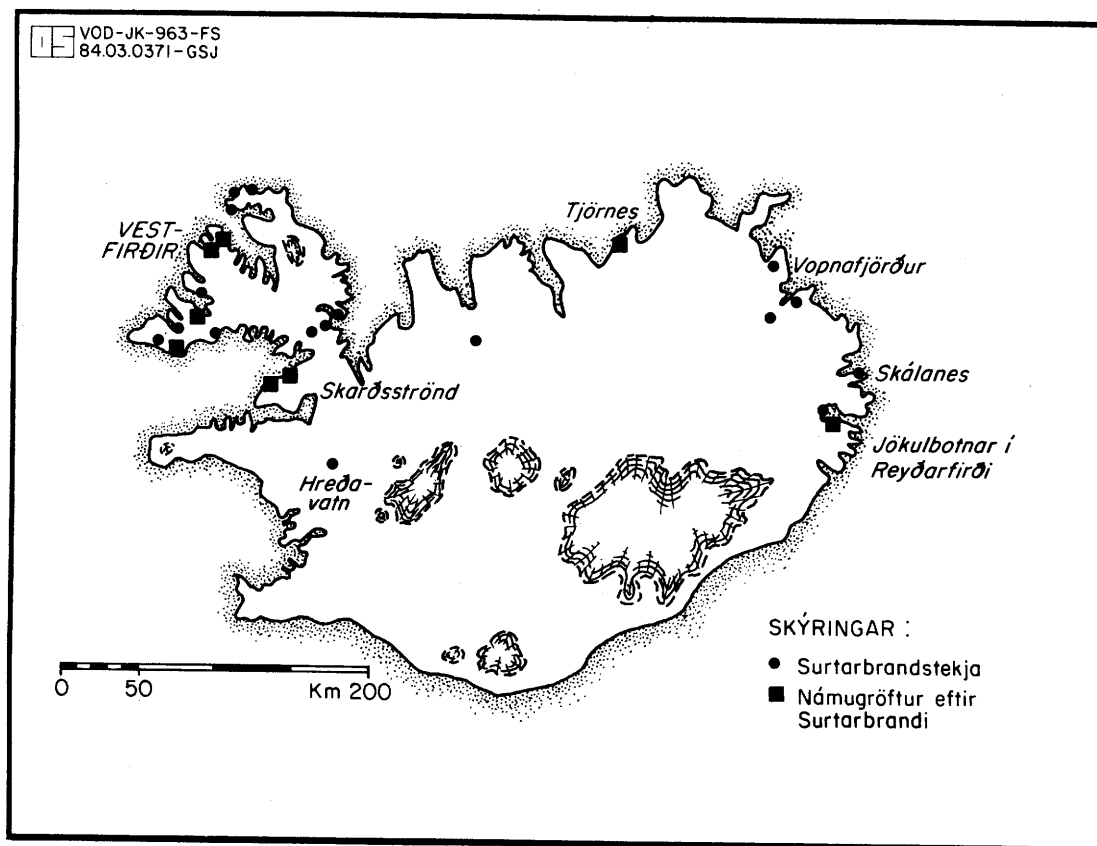
með handverkfærum og kostaði um 4 dagsverk að ná 1 t af surtarbrandi árið 1917. Það ár hófst námugróftur í Botni. Stóð fyrir því Kristján Torfason, kaupmaður á Flateyri, sem var mikill forgöngumaður um könnun jarðefna til nytja, ásamt Ásgeiri Torfasyni, efnafræðingi, sem víða kemur við rannsóknarsögu mós og surtarbrands hér á landi. Voru afköst um 1/3 t á dagsverk. Erfitt var að koma brandinum burtu í vegaleysinu og mun þarna hafa verið lítið unnið þessu sinni. Námurekstur var svo hafinn aftur í seinni heimsstyrjöldinni, á árunum 1941-42 (Jóhannes Áskelsson 1942). Voru fengnir til verka fjórir Færeyingar, vanir surtarbrandsnámi af heimaslóðum. Notuðu þeir þrýstiloftsknúnar borvélar auk handverkfæra. Komust afköstin þá upp í 1/2 t á dagsverk. Voru grafin tvenn námugöng, yfir 100 m að lengd hvor, um 2 m á breidd og 2 m á hæð. Út úr þeim voru styttri göng og básar. Síðar urðu fær-eysku námamennirnir fleiri (sjá kafla 5.3). Grófu þeir námugöngin ekki eins há og fyrr, enda urðu þeir að bogra við verk sín. Er svipað lag á kolagreftri í Færeyjum enn þann dag í dag (Ágúst Guðmundsson, pers. uppl. 1983). Aðalbrandlagið var eitt, sennilega 0,5-1,2 m á þykkt, en í því var nokkuð af leir- og leirbrandslögum. Gizka má á, að úr námunni hafi verið numin um eða yfir 1.000 t af surtarbrandi.

Námur voru grafnar í Dufandsdalsnúp og í Þernudal. Var sú fyrrnefnda á vegum Surts h/f, en sú síðarnefnda á snærum Tryggva Gunnarssonar og síðar ríkisins. Voru grafin upp undir 100 m löng göng í Dufandsdalsnúp, en grynnri varð gröfturinn í Þernudal. Surtarbrandslög eru þarna þunn og mörg og brandurinn aðeins hluti af stálinu í námunum. Sennilega hafa aðeins verið numin þar nokkur hundruð tonn. Forvitni hafði mönnum verið á surtarbrandi í Dufandsdal fyrir stríð því að Ásgeir Torfason tók þar sýni 1908 og 1909 (Ásgeir Torfason 1914).

Frægust surtarbrandsnáma hérlendis mun náman í Stálfjalli hafa orðið, og það að vonum. Voru þar mest umsvif og stærst farið af stað. Er þó aðstæður ekki góðar eins og sjá má á lýsingu Sigurðar Þórarinssonar (1938): "Til þess að komast þarna niður verður að fara eftir einstigi er liggur af Skerárfjallsbrún á ská austur og niður hamrana og skriðurnar. Skammt vestan við lögin finnst allbreiður grashjalli og stóðu þar námumannahúsin áður. Virðist þó hafa verið allskriðuhætt þarna. Fjaran er stórgrýtisfjara, er þar oftast sogandi brim þótt ládautt virðist útífyrr og er ekki lendandi þar nema í valinni norðanátt". Skömmu eftir að fyrri heimsstyrjöldin brautz út var stofnað danskt-Íslenskt hlutafélag með kolanám fyrir augum. Var búizt við kolakreppu í Danmörku, eins og líka raunin varð. Einnig var vonazt eftir að nota mætti "kolin" á gufuknúin fiskiskip í flotanum. Forgangsmenn þessa félags voru engin smámenni. Meðal annarra voru kammerjunker Jón Sveinbjörnsson, Grosshandler G. Zöylner og Direktör H. Hendriksson. Erinda þeirra á Íslandi mun að einhverju leyti hafa gengið Guðmundur E. J. Guðmundsson. Hann skoðaði surtarbrandinn í Dufandsdal haustið 1914, sá um fyrsta tilraunagröft í Stálfjalli sumarið 1915 og vissan undirbúning 1916. Félagið hafði svo samband við Ivar Svedberg, yfirverkfræðing hjá Skånska Stenkolsverken í Svíþjóð. Hann mun aldrei hafa komið hingað, en hafði ýmsa unsjón með undirbúningi tilraunastarfsemi 1916 og lagði mat á árangur af henni. Á hans vegum kom hingað vorið 1916 verktaki nokkur ("entreprenör") Alfred Olsson að nafni, fyrrverandi námumaður í kolanámunum á Skáni. Hann var hér til hausts og stýrði námugreftrinum. Trúlega hefur hann komið hingað aftur 1917, en surtarbrandsnámana á Tjörnesi skoðaði hann 1918 (Theódór Friðriksson 1941) og hefur því verið hér á landi það árið.

Í Stálfjalli var byrjað á þremur tilraunagöngum 1916 og kannað hvernig aðstæður yrðu í reynd. Á grundvelli þessarar tilraunastarfsemi byggði Ivar Svedberg umsögn sína um námuna (nóv. 1916). Þar er þess getið til, að 180 milljónir tonna af surtarbrandi gætu verið í Stálfjalli, að því tilskildu, að brandlögin væru hvarvetna jafnþykk og í námunni. Þessi forsenda er vægast sagt mjög hæpin. Samt hefur þessi tala, 180 millj. t, gengið aftur og aftur í vangaveltum um surtarbrand og trúlega beint athyglinni að Stálfjalli miklu meira en ástæða er til.

Framvindu námurekstursins hefur Sigurður Þórarinsson lýst (1938): "Á hjallanum undir Stálfjalli voru byggð tvö stór timburhús fyrir námumennina. Voru um 40 manns þarna í vinnu er mest var. Stór gufuvél var keypt til þess að drífa bora. Stendur sú vél ennþá uppi í skriðum undir kolalögum en mun brátt falla í sjó. Inni í námugöngunum sem eru fimm að tölu og allt upp í 80 metra löng, með útskotum og milligöngum má ennþá sjá ryðgaða brautarteina, vagna og fleira er minnir á forna frægð ..... Illa bar sig námugrófturinn þarna og fór félagið á hausinn. Mun einkum hafa valdið hér afleit aðstaða. Svo sögðu illkvittnir menn, að gufuvélin góða, er drífa skyldi borana, glepti einnig hið mesta af kolunum. Aftakabrim tók og eitt sinn mikið af kolunum. Af öllu því sem búið var að vinna af kolum komst tiltölulega mjög lítið á markað". Þannig lauk hinu merkilega námuvintýri í Stálfjalli.



MYND 3 Surtarbrandsnám á Íslandi

Utan Vestfjarða var surtarbrandsnám í einhverjum mæli á eftirtöldum stöðum (Jóhannes Áskelsson 1942): Jökulbotnum í Reyðarfirði (Helgi H. Eiríksson 1920), Tjörnesi og á Skarðsströnd (mynd 3). Námurekstur var í nokkuð stórum stíl á Tjörnesi á þeirra tíma mælikvarða hér á landi. Theódór Friðriksson (1941) hefur lýst námurekstri þar: "Kolanámurnar á Tjörnesi voru tvær, Hringversnáman og Tungunáman eða Landsjóðsnáman öðru nafni. Kolanámið í Hringveri var einkafyrirtæki og hét sá Þorsteinn Jónsson, er fyrir því stóð. Mun það fyrirtæki hafa gengið frekar vel, og var fátt um það talað, enda var það ekki neitt stórfyrirtæki. Ytri-Tungunáman var rekin með opinberu fé, og var sá námurekstur í miklu stærri stíl og með miklum fjölda verkamanna. Yfirmaður alls þessa verks var Jónas Þorsteinsson úr Reykjavík". Í Tungunámu var unnið 1916-18, þó mest 1917 og 1918. Voru þar á tíma-bili margir tugir manna við vinnu. Tvenn göng voru grafin inn og urðu bæði um og yfir 100 m löng, 2 1/2 m á hæð en 3-4 m á breidd. Þurfti sumsstaðar að styrkja loftið í göngunum. Vatnsagi var mikill í þeim. Vandræði voru með lýsingu. Fyrst voru notaðir steinölfulampar, síðan lýsiskolur og loks mörg þúsund tólgarkerti. Gafst það skárst. Afköstin voru um 1/3 t á dagsverk en verklaun voru þá um 5 kr. á dag auk fæðis. Surtarbrandurinn var þá seldur á 35-40 kr. við námuna, en steinkol voru um það leyti seld á 300 kr. í Reykjavík. Til samanburðar skal þess getið, að surtarbrandur úr Botnsnámu í Súgandafirði var seldur á 110 kr. í heimsstyrjöldinni síðari (Jóhannes Áskelsson 1942). Talið var að um 2.000 t hefðu verið numin í Tungunámu.

Um surtarbrandsnám á Skarði á Skarðsströnd segir Sigurður Þórarinnsson (1938): "Á Skarði voru unnin kol 1915-1917 undir stjórn Guðmundar Björnssonar sem víða er kenndur við kolavinnslu á þessum árum. Voru kolin seld til Stykkishólms og suður og reyndust vel. Er og Skarðsnáman eina náman frá stríðsárunum er ég veit til að hafi vel borgað sig að reka". Á Tindum og víðar á Skarðsströnd var surtarbrandstekja og sums staðar nokkur gröftur. Á sjötta áratugnum rak fyrirtækið Kol h/f námu að Tindum. Var surtarbrandi þaðan brennt í gufustöðinni við Elliðaár (Þóroddur Th. Sigurðsson 1955, 1956), sennilega í þeim mæli að telja má í þúsundum tonna. Var talið að 2,4 kg af surtarbrandinum jafngiltu 1 kg pólskra kola við kyndinguna. Surtarbrandstonnið var þá (1955) verðlagt á um 180 kr., eða líðlega dagskaup verkamanns. Með þessu námi lauk nýtingarsögu surtarbrandsins að sinni.

## 2.5 Innflutningur kola

Kolainnflutningur til Íslands nú er aðallega til verksmiðjunnar á Grundartanga (30 - 40.000 t/ári) og til Sementsverksmiðjunnar (20.000 t/ári). Sementsverksmiðjan flytur inn steinkol með hitagildi 6300-6400 kcal/kg og er verð þeirra 1500 kr/t komið inn í verksmiðju. Grundartangakolin eru sigtuð og þvegin og kosta um 2000 kr/t. Surtarbrandstonnið mætti samkvæmt þessu kosta um 750 kr. komið á brennslustað, þar eð hitagildi brandsins er helmingi lægra en í steinkolum. Lítil von er til þess að takast mætti að vinna surtarbrandinn úr námu, skilja úr honum leirstein og gosösku, og koma honum á brennslustað fyrir svo lágt einingarverð. Menn skyldu því ekki gera sér neinar gyllivonir um hagkvæmni surtarbrandsnáms.

Surtarbrandur er numinn í Færeyjum í nokkru magni (1000-1500 t á ári) og notaður til eldsneytis. Lögin eru tvö, það efra um 25 cm það neðra um 50 cm. Hitagildi færeyska brandsins er um 4000 kcal/kg. Engar

tölur liggja fyrir um vinnslukostnað (Björn Harðarson munnl. uppl.).

Í Miðevrópu munu brúnkol ekki hafa verið numin í djúpbroti nema þykktin sé 1,2 m eða þar yfir. Á erfiðleikatímum hafa þó þynnri lög verið numin (Petrascheck 1961). Mun þetta varla hafa breyst mikið við lágt kolaverð á heimsmarkaði á síðustu árum".

### 3 JARÐFRÆÐI OG GERÐ SURTARBRANDS Á VESTFJÖRÐUM

#### 3.1 Um jarðsögu Vestfjarða

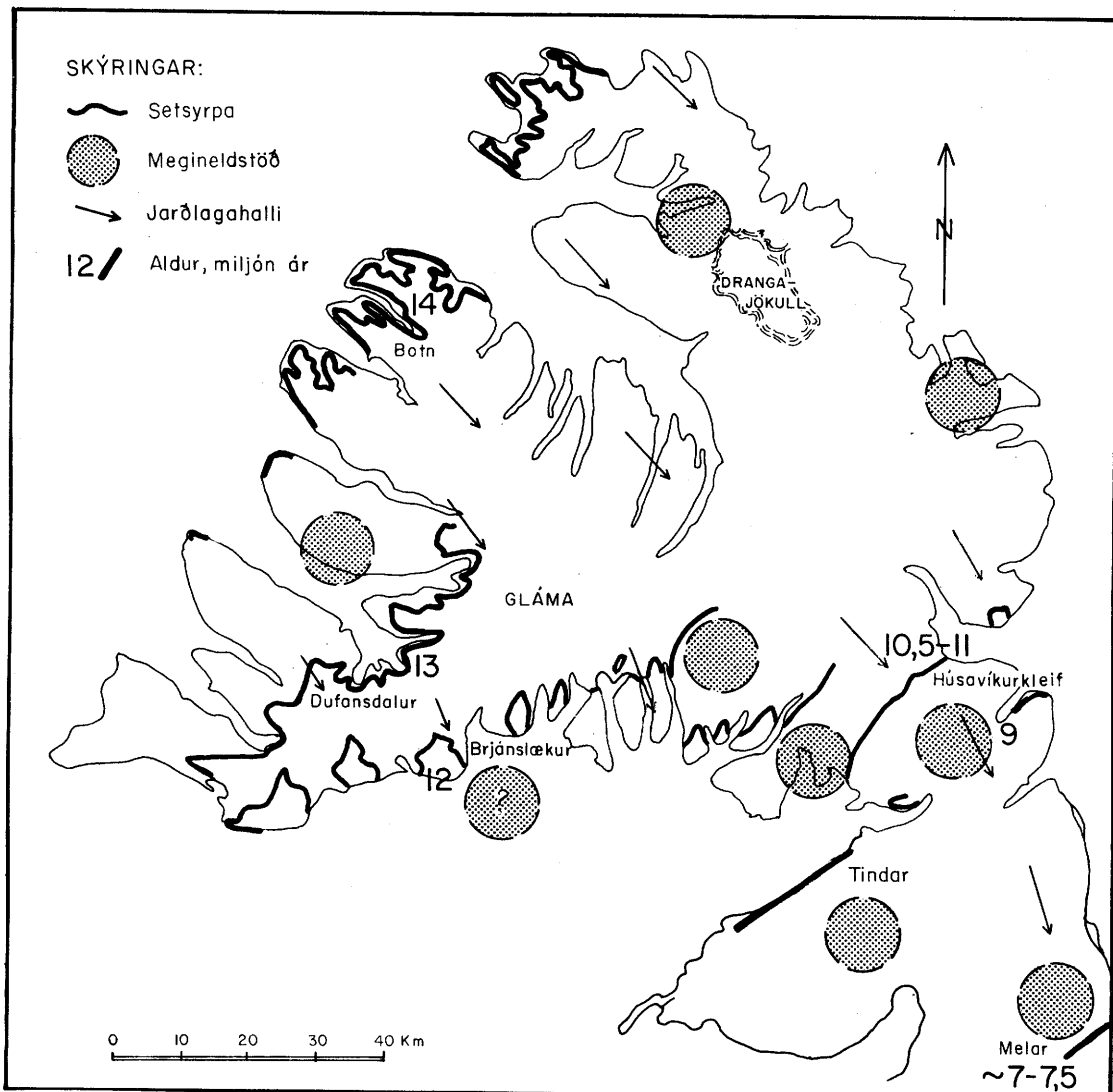
Lengi var því trúað að surtarbrandslögin á Vestfjörðum tilheyrðu einu og sama tímaskeiði, löngu goshléi, sem skildi á milli eldra og yngra blágrýtis (Þorvaldur Thoroddsen 1906, Guðmundur G. Bárðarson 1927). Þau koma fyrir mishátt í fjöllum, að talið var vegna þess að blágrýtishellan hefði missigið og skekkst til við umbyltingar löngu eftir að upphleðslan var um garð gengin. Aldur surtarbrandslaganna var lengi talinn vera Míósen (Þorvaldur Thoroddsen 1906), en framan af 20. öld miklu hærri Eósen (Guðmundur G. Bárðarson 1927). Mest var þarna byggt á tilgátum, því að rannsóknir vantaði, enda kom á daginn að jarðmyndunarsaga var öll önnur.

Helstu áfangar til nýs skilning voru kort af halla berglaga (Trausti Einarsson 1960), sem sýndu að elsta bergið á Vestfjörðum var að finna norðvestast en það yngsta suðaustast. Aldursgreiningar á basalti í elsta hluta blágrýtismyndunarinnar (Moorbath o.fl. 1966) sýndu að elstu berglögin voru einungis 14-16 milljón ára. Eftir að Bretinn G.P.L. Walker skýrði myndun Austfjarðabasaltsins á árunum kringum 1960, var sú þekking yfirfærð á Vestfirði. Í því fólst, að jarðlagahallinn fylgdi upphleðslunni um leið og eldvirknin færðist yfir Vestfirði frá NV til SA. Surtarbrandurinn og fylgilög hans myndu samkvæmt því tilheyra mörgum millilagasyrpum. Smám saman varð ljóst, að mest allur surtarbrandurinn á Vestfjörðum fylgdi fjórum setlagasyrpum sem rekja mátti tugi km í strikstefnu í gegnum berglagastaflann (mynd 4).

#### 3.2 Breiðhillulagið

Neðsta og elsta syrpan nær frá Kögri norður við Dumbshaf suðvestur á Fjallaskaga milli Dýrafjarðar og Arnarfjarðar. Surtarbrandur er þekktur á 20-25 stöðum í henni (mynd 4), meðal þeirra eru Straumnesfjall, Gil í Bolungarvík og Botn í Súgandafirði. Af dagbók Sigurðar Þórarínssonar frá surtarbrandsrannsókninni 1938 sést, að hann taldi þessa syrpu vitna um lengstu "pásuna í gosstarfseminni", því að henni fylgja leirlög mynduð við langvarandi veðrun. Nýlegar aldursgreiningar benda til, að þetta sé rétt (McDougall o.fl. í prentun). Vestfirðingar þekkja auðhryrilega margir til leirlaganna og surtarbrandsins í Breiðhillu, sem þeir kalla svo bæði norðan og sunnan við Djúp og telja vera sama lagið. Er víða í heimildum talað um "Breiðhillulagið".

Í múlunum úti við haf (Kögur, Straumnes, Grænahlíð, Stigahlíð) eru jarðlög hallalítil og lítið eða ekki misgengin. Surtarbrandslögin eru þar í 100-250 m hæð y.s. Lengra til suðausturs eykst hallinn og meira ber þar á misgengjum og berggöngum (Sandvík undir Kögri, Gil í Bolungarvík, Botn í Súgandafirði). Hverfur lagið skömmu austar niður fyrir sjávarmál. Í þessari syrpu virðast surtarbrandslögin vera þykkust og minnst röskuð.



79-8-16 KS / ÍS Ísafj. Barð. Strand. F-18608

MYND 4 Setlagasyrpur á Vestfjörðum

### 3.3 Aðrar setsyrpur

Næsta syrpa með surtarbrandi liggur um Suðurfirði frá botni Arnarfjarðar suðvestur í Patreksfjarðarbotn, og líklega áfram vestur á Rauðasand (mynd 4). Surtarbrandur er þekktur á 15 stöðum en mest er um hann á kafla vestur af Fossfirði. Þar eru námurnar í Þernudal og Dufansdalsmúla.

Þriðja setsyrpan með surtarbrandi liggur frá Stálfjalli inn Barðaströnd um Brjánslæk. Surtarbrandsvottur er víða, en hvergi neitt verulegt magn nema í Stálfjalli. Setsyrpa þessi greinist í mörg millilög með hraunlögum á milli, þegar kemur inn fyrir Vatnsfjörð. Jarðlagahalli er þar víða töluverður og sumsstaðar óreglulegur, enda land víða brotið og misgengið.

Fjórdá setsyrpan liggur beggja vegna við Steingrímsfjörð. Surtarbrandur finnst í henni mjög víða þar sem komist verður að henni, en víðast hvar er lítið af honum (Guðmundur G. Bárðarson 1918). Berglögum hallar þarna óvenju mikið (um og yfir 10 gráður) og mikið er um misgengi, svo að setsyrpan með surtarbrandinum er fremur ósamfelld.

Sé litið enn lengra suðaustur og ofar í berglagastaflann verður fyrir fimmta setlagasyrpan á Skarðsströnd, en í henni er surtarbrandur á kafla frá Fagradal út að Skarði og Frakknesi.

### 3.4 Tilurð setsyrpnanna

Myndun setlaganna með brandinum er greinilega nátengd upphleðslu berglagastaflans. Vitað er, að hún á sér stað í eldstöðvakerfum, sem hvert um sig er virkt í langan tíma (1/2 - 1 milljón ára). Ný taka sig upp þegar þau gömlu deyja út og ávallt til hliðar við þau. Á Vestfjörðum hafa eldstöðvakerfin einlægt flutt sig suðaustur fyrir þau gömlu. Fering varð þannig öll á eina hlið og jarðlagahallinn því suðaustlægur. Setlagasyrpnar með surtarbrandinum virðast skilja á milli megineininga í berglagastaflanum, sem hver um sig kann að hafa myndast meðan eldvirknin fylgdi ákveðnu eldstöðvakerfi. Brandurinn og fylgilög hans hafa líklega myndast á tímabilinu þegar gosbeltin fluttu sig til áður en hraunlög frá nývöktu gosbelti náðu svo langt til hliðar að þau kaffærðu hitt sem áður var virkt. Í mislögum hléum gátu þannig myndast allþykk setlög af árframburði, botnleðju stöðuvatna, tilfallandi gosösku, gróðurleifum og jarðvegi.

Setsyrpur þessar hafa því væntanlega myndast í lögðum í landslagi þeirra tíma. Þær hafa trúlega einkum verið til staðar á jöðrum gosvirku svæðanna og á stöku stað á þeim sjálfum. Þetta er í góðu samræmi við fundarstaði surtarbrandsins í dag. Þeir eru á rænum milli hinna fornu megineldstöðva og smáblettum (að því er virðist) í námunda við þær.

### 3.5 Opnur og samfella brandlaga

Hvergi nærri allsstaðar er opið í surtarbrandslögin í setlagasyrpunum. Viðast eru þau hulin skriðum eða jarðvegi, en opnur helst, þar sem skolast hefur af þeim. Þær eru því einkum í giljum, gjarnan við fossa, í bröttum kleifum og fjarðarmúlum og annars staðar þar sem hrunið hefur frá. Úr opnunum hefur surtarbrandurinn verið tekinn, þó stundum hafi verið grafið til hans, þar sem brandflögur sáust á yfirborði. Námur allar á Vestfjörðum voru grafnar, þar sem sést hafði til vænlegs surtarbrands í opnum. Opnurnar liggja misþétt og eru mistórar. Við sunnanverðan Steingrímsfjörð eru um 12 fundarstaðir surtarbrands á 7 km löngum kafla. Norðan fjarðar eru a.m.k. 9 fundarstaðir á 3 km löngu svæði. Stærsta opna í Steingrímsfirði er í Húsavíkurkleif, en hún er nær samfelld opin á hart nær 100 m kafla. Önnur stór opna er í Bæjarfelli ofan við Drangnes, 50-60 m löng. Í nágrenni Bolungarvíkur eru a.m.k. 7 fundarstaðir á svæði sem er um 8 km að lengd. Norðan Djúps er langstærsta opnan í Straumnesfjalli, þar sér meira en minna til brandlaganna á 4 km löngum kafla. Sá galli er þó á henni, að þar er illt aðgöngu og alls ekki hættulaust. Annars staðar eru opnur strjállir og smærri, ef undan eru skilin námugöng þau, sem enn eru ígengileg.

Að því er séð verður í þessum opnum eru surtarbrandslögin sjaldan eins og samfelld langar leiðir. Í Steingrímsfirði er ör breyting í þykkt og gerð brandlaganna frá einum stað til annars (sjá mynd 13, kafla 5.5). Þar hverfa þykk brandlög á innan við 100 m (Gunnarsstaðagróf), en annars staðar gæti verið að þau héldu þykkt sinni 1 km eða meira



(Húsavíkurkleif - Húsavíkurhlíð). Breyting getur þó greinilega orðið á gerð þeirra á því bili, eins og glögggt má sjá í Húsavíkurkleif. Þar breytist á 100 m kafla þykkt laga nokkuð en hlutfall leirbrands-surtarbrands þó enn meira (mynd 12, kafla 5.5). Örar breytingar á stuttu bili má einnig sjá í Surtarbrandsgilinu við Brjánslæk. Yfirleitt virðast brandlögin vera ósamfelldari og óreglu- legri þar sem höggunar gætir mikið, eins og í Steingrímsfirði og við Breiðafjörð, en þar sem halli jarðlaga er lítill og fátt um misgengi, eins og í fjarðarmúlunum báðum megin við mynni Ísafjarðardjúps. Þar er þó heldur ekki laust við breytileika eins og sjá má á sniðum af um 1 km löngum kafla úr Straumneshlíð (mynd 8, kafla 5.2). Þykkar brandlagasyrpur sjást þar á 3-4 km kafla í hlíðinni; misþykkar þó og mis- jafnar að gerð. Norðan í Straumnesfjalli, í svokölluðum Skorum, eru brandlögin orðin mun þynnri (Christian Ziener í Ólafur Olavius 1780/1964). Það er því ástæða til ætla að brandlögin haldist sjaldan samfelld langar leiðir, og því skemur sem höggun er meiri. Búast má við breytingum á nokkur hundruð metrum, í hæsta lagi á nokkrum kíló- metrum.

### 3.6 Þykkt brandlaganna

Þykkt brandlaganna er mjög misjöfn. Gildir það bæði um þykkt ein- stakra laga og þykkt á brandlagasyrpum í sniði. Sem síðar segir (kafla 5.5) virðast fyrri skoðendur oft tala um samfelld lög, þótt í þeim séu á stangli nokkurra cm þykk leirlög. Upplýsingar þeirra verður að skoða með þessum fyrirvara. Í Steingrímsfirði eru þykk brandlög eða brandlagasyrpur á 4 stöðum af 24 tilgreindum fundarstöðum: Í Gunnarsstaðagróf um og innan við 1 m; Húsavíkurkleif mest um 0,8 m í 1 m sniði; (mynd 12) sennilega svipað í Húsavíkurhlíð; Arnkötludalur um 1,9 m í 2,9 m sniði (mynd 13). Á hinum 20 stöðunum eru lögin alls staðar mun þynnri. Í Stálfjalli mældist 1,1 m surtarbrandur í 2,1 m sniði. (Ivar Svedberg 1916). Sigurður Þórarinnsson (1938, dagbók) segir þó sámilega þykk, stök lög hafa komið í ljós í námugöngunum (0,4-0,7 m og meira). Allt er hins vegar óvíst með útbreiðslu þessara þykku laga. Raunar benda þær breytingar á þykkt, sem til sást (mynd 10) að þau muni ekki halda þessari þykkt langar leiðir. Sigurður Þórarinnsson (1938) segir mörg og þunn lög í Dufansdalsnámu, samanlagt 0,75 m, en í Þernudalsnámu færri lög og þykkari, samanlagt 0,9 m. Kristján Sæmundsson mældi 1983 í Þernudalsnámu 0,7 m surtarbrand í 1,3 m sniði (4 lög) og 0,95 m surtarbrand í 1,8 m sniði (8 lög), auk 0,4 m leirbrands. Í Dufansdalsnámu mældi hann 0,8 m surtarbrand í 1,8 m sniði (12 lög), auk 0,25 m leirbrands (mynd 10).

Oftast hefur þykkt brandlags verið mæld eða metin í Botni í Súganda- firði (mynd 9, kafla 5.3):

Þorvaldur Thoroddsen (1896)	0,6 m (2 fet)
Guðmundur G. Bárðarson (1918)	0,7 m
Sigurður Þórarinnsson (1938)	0,7 m
Freysteinn Sigurðsson (mælt 1982)	0,7 m af 0,9 m sniði
Kristján Sæmundsson (mælt 1983)	0,7 m af 0,9 m sniði

Kristján fann 7 þunn "öskulög" í brandlaginu. Á Gili í Bolungarvík virðist brandþykkt allbreytileg. Þykkust brandlög eru þar tvö í um 2 m sniði, um 1/2 m á þykkt hvort. Í Straumnesfjalli mældi Kristján 1983 2,6 m surtarbrand í 5,4 m sniði (12 lög), þykkasta lag um 0,4 m.

Annars staðar í hlíðinni mældust 0,6 m surtarbrandur í 3,8 m sniði og 1,5 m surtarbrandur í rúmlega 6 m sniði (mynd 10, kafla 5.4). Þetta er mikill munur frá einum stað til annars á um 1 km löngum kafla. Brandlagabykkt virðist þarna vera heldur minni en vænta mátti eftir upplýsingum Christian Zieners (1780/1964). Þess ber að gæta að ekki er nú vitað hvar hann mældi. Ziener segir álíka brandlagabykkt í Sandvík og í Straumneshlíð. Þorvaldur Thoroddsen (1913-15/59) segir þar þykkt lag, sem á einum stað "bólgni" út í 2-3 m þykkt. Þetta lag er upp í hömrum í Sandvík. Niðri við sjó er tæplega 1 m þykkt lag.

Mest þykkt á brandlagasyrþum hefur verið mæld í Straumneshlíð (5,5 m, um 50% surtarbrandur) og í Arnkötludal í Steingrímsfirði (3 m, um 67% surtarbrandur). Af eðlilegum ástæðum hefur mest verið mælt, þar sem brandlögin eru þykkust en ekkert, þar sem þau eru mjög þunn.

### 3.7 Gerð brandlaga og grannberg

Ljóst er, að gerð og samsetning surtarbrandsins er mjög breytileg (sjá einnig kafla 4). Eftir útliti surtarbrandslaga að dæma virðist hún geta verið enn breytilegri en þykkt þeirra. Tilfinnanlega skortir þó rannsóknir á þessu. Munur á hitagildi (orku) í "góðum" brandi er þó ekki endilega mjög mismunandi frá einum stað til annars (sjá kafla 4). Svipað gildir um mun á öskuinnihaldi, enda er þarna visst samband á milli. Hlutfall víðarbrands og steinbrands virðist vera mjög breytilegt, en það þarf þó nánari könnunar við. Sama gildir um hlutfall steinbrands og leirbrands. Minnst er vitað um efnasamsetningu surtarbrandsins og efnamun frá einum stað til annars.

Grannberg brandlaganna er yfirleitt setlög. Þó munu þau sumsstaðar vera á milli basaltlaga án þess að annað set sé til staðar í teljandi mæli (Saurbær á Rauðasandi, hamrar í Sandvík og víðar). Annars staðar eru basaltlög ofan á setlagasyrþunni rétt ofan brandlaganna (Húsavíkurkleif, Botn í Súgandafirði og víðar) og sumsstaðar þursaberg (Þernudalur, Gil). Setberg er víðast hvar meira eða minna ummynduð öskulög (vikurlög), sem oft er lýst sem "leirsteinn" eða "leirkenndur sandsteinn". Ummyndunin er mest í elstu brandsyrþunni og kann þar að ráða veðrun í hlýju loftslagi fremur en hitaáhrif eftir fergingu (Roaldset 1983). Hinir aðskiljanlegu mannvirkjajarðfræðilegu eiginleikar setbergsins hafa ekki verið rannsakaðir enn, en slíkt er vita-skuld forsenda fyrir mati á námugreftri og þess háttar aðgerðum.

## 4 INNIHALD SURTARBRANDSINS

### 4.1 Flokkun og greiningar

Hefð er komin á að flokka surtarbrandinn í 3 gerðir: Viðarbrand, steinbrand og leirbrand. Er sú flokkun ættuð frá Guðmundi G. Bárðarssyni (1918) og er lýsing gerðanna eða tegundanna hér að mestu tekin eftir honum.

Viðarbrandur er myndaður af viðarbolum og trjágreinum og heldur enn viðarvendingu meira eða minna skýrri. Hann er eðlisléttastur og öskusnaudastur allra tegundanna, samkvæmt greiningum Guðmundar.

Steinbrandur er myndaður af margskyns jurtaleifum. Hann er þéttur og stökkur, en oft kleyfur lárétt í þunnar flögur. Í honum eru oft flísar eða bútar af viðbrandi. Mörk hans við þriðju gerðina eru óskýr.

Leirbrandur er dökkur eða svartur leir, sem hefur tekið í sig kola-kennd ("bituminös") efni. Hann lýsist yfirleitt og molnar við þurrk og er snauður af orku og lífrænum efnum.

Ýmsar greiningar hafa verið gerðar á surtarbrandi, en mest áhersla hefur verið lögð á að greina hitagildi hans (orkuinnihald). Auk þess hafa raki og aska oftast verið greind úr sömu sýnum. Það er því yfirleitt hægt að umreikna hitagildi og öskuhlutfall miðað við lífrænt efni, þurrefni eða meðalrakan, loftpurran brand (sennilega um 20% raki). Flestar eru greiningar þessar gamlar, eða frá árunum 1914-1920, þegar námuhugurinn var mestur í mönnum. Þær eru víðs vegar af landinu, en þó sýnu flestar af Vestfjörðum. Nýjastar eru greiningar á sýnum frá Vestfjörðum, sem Kristján Sæmundsson tók 1983 og greind voru á Iðntæknistofnun Íslands (Ásgeir Torfason 1914, Ivar Svedberg 1916, Gísli Guðmundsson 1917, Guðmundur G. Bárðarsson 1918, Helgi H. Eiríksson 1920).

### 4.2 Raki og orka

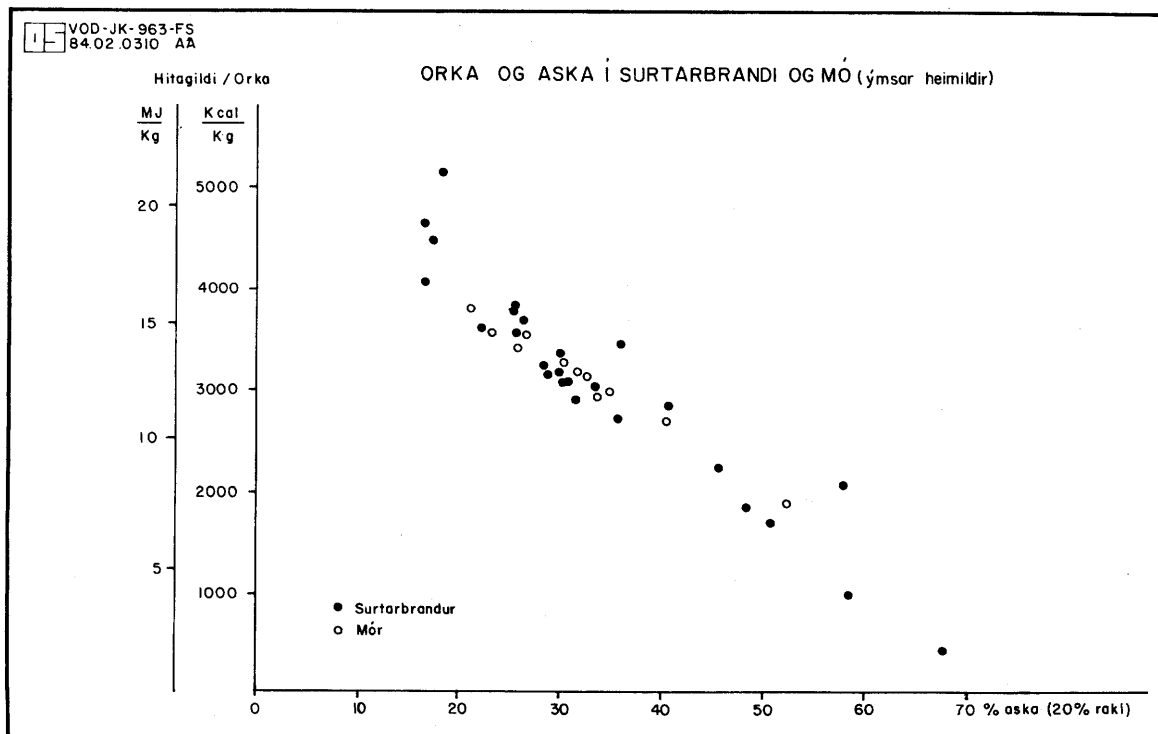
Athyglisvert er, að raki er langminnstur í sýnum frá Austurlandi, um 11% af meðaltali. Ekki er hægt að útiloka að þau sýni hafi sum þornað við stofuhita á ferli sínum frá töku til greiningar. Hitt er einnig á að líta, að ummyndunar og holufyllinga mun gæta meira í grannbergi surtarbrandsins á Austfjörðum en á Vestfjörðum. Kolun gæti því einnig verið meiri í austfirsku brandinum, enda er hitagildi hans yfirleitt hærra. Í vestfirsku brandinum fylgjast stundum að mikill raki og lágt hitagildi, en ekki er sú regla trygg. Miðgildi ("median"-gildi) úr nærri 30 sýnum er alveg um 20% raki. Þetta gildi er sennilega nærri lagi fyrir loftpurran brand undir berum himni. Greind gildi dreifast flest milli 17% og 25%. Eftirtektarvert er þó, að greind gildi frá 1983 eru sýnu hærra en hin almennt, eða um 25% að meðaltali. Gæti það stafað af því, að þau hefðu þornað minnst frá töku til greiningar. Þetta, ásamt öðru, bendir til þess, að rakastig sé töluvert hærra í "námurökum" brandi en í "loftpurrum", eins og raunar mátti vænta.

Aska er mikil í surtarbrandinum. Þar er átt við brunaleifar sem til falla við greiningu á hitagildi brandsins, en ekki gosösku eða því

umlíkt. Lítið hefur verið rannsakað úr hverju steinefni öskunnar eru, en langmestur hluti hennar mun vera af "steinrænum" ("mineralísk") uppruna: sandur, leir og gosaska. Auk þess mun kísilþörungur og þess háttar gæta nokkuð, a.m.k. sumsstaðar.

### 4.3 Hitagildi (orka)

Askan í surtarbrandinum veldur miklu um það, hversu lítið hitagildi hann hefur. Nokkuð glögg samband er á milli öskuhlutfalls og hitagildis (mynd 5). Í surtarbrandi með ösku 20-60% (við 20% raka) er hitagildið að meðaltali nærri 0,3 MJ/kg minna fyrir hvert prósent sem askan er meiri. Samband orku og ösku á þessu bili er mjög svipað og í mó (Freysteinn Sigurðsson og Þórólfur Hafstað 1980). Einhver munur virðist vera á steinbrandi með ösku undir 20% og öskuríkari surtarbrandi. Hitagildið er hlutfallslega talsvert hærra í öskusnauda brandinum, sem gæti stafað af meiri kolun. Miðgildi ("median"-gildi) fyrirleggjandi greininga er nærri 28% aska. Dreifing gilda er mikil: 2/3 gilda eru á bilinu 18-47%. Meðaltal greininganna er um 34%. Hér er ekki tekið tillit til raka, en þar sem meðaltal hans er nærri 20%, þá gilda þessar tölur nokkurn veginn einnig fyrir þann fræðilega loftþurra meðaltalsbrand, sem áður hefur verið getið. Minnst er askan í sýnum frá Austurlandi. Á Vestfjörðum er aska mismikil, bæði í sýnum frá einum og sama stað og meðaltal á hinum ýmsu stöðum. Meðaltal (við 20% raka) er nærri 30% í Stálfjalli, Botni, Gunnarsstaðagróf í Steingrímsfirði og Straumnesfjalli. Í sýnum frá Dufansdal og Þernudal er meðaltal nærri 50%. Í töflu 1 eru tilgreind meðaltalsgildi orku og ösku í sýnum frá nokkrum stöðum.



MYND 5 Orka og aska í surtarbrandi

TAFLA 1 Orka og aska í surtarbrandi  
Meðaltöl við 20% raka (umreiknað)

Staður:	Fjöldi sýna:	Orka MJ/kg	Aska %	Aska minnst-mest, %
<u>Vestfirðir:</u>				
Stálfjall.	8	13,0	28	18-36
Dufansdalur Bernudalur.	5	9,1	47	30-58
Botn í Súgandafirði.	3	15,0	27	17-41
Straumnesfjall.	1	13,0	34	17-41
Gunnarsstaðagróf í Steingrímsfirði	4	15,1	30	25-38
<u>Utan Vestfjarða:</u>				
Skálanes í Seyðisfirði.	4	18,4	21	8-32
Jökulbotnar í Reyðarfirði.	3	13,3	30	23-38
Tungunáma á Tjörnesi.	3	15,5	24	21-27
Tindar á Skarðsströnd.	3	12,2	32	23-42
Skarð á Skarðsströnd	3	16,9	17	11-27

Ljóst er af gildum í töflunni, að hæpið er að tala um einhver meðaltöl sem raunhæfa viðmiðun, svo mikil sem dreifingin er. Sýnin eru líka mjög misjöfn, sum eru úrval af besta brandi, önnur eru safnsýni úr heilum brandlögum eða jafnvel safnsýni úr stáli í námu. Með þetta í huga má geta sér til, að í þykkum og góðum brandlögum á Vestfjörðum sé algengt að aska sé um 30% og hitagildi 10-16 MJ/kg (2.400-3.800 kcal/kg). Sem viðmiðunargildi fyrir orku í "góðum" surtarbrandi má að svo stöddu velja 13 MJ/kg. Hafa verður þá hugfast, að mjög getur brugðið til beggja átta um raunveruleg gildi.

#### 4.4 Eðlisþyngd

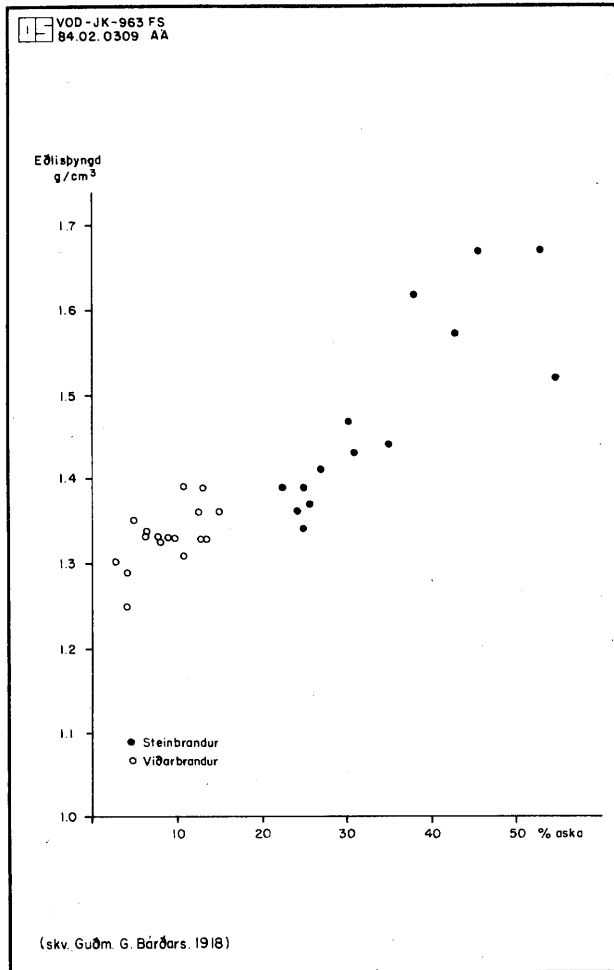
Askan hefur áhrif á eðlisþyngd surtarbrandsins, en samband er auk þess milli gerðar hans og öskuinnihalds. Viðarbrandurinn inniheldur minni ösku en steinbrandurinn (mynd 6). Eðlisþyngd viðarbrandsins er oftast á bilinu 1,3 - 1,4 g/cm<sup>3</sup> samkvæmt athugunum Guðmundar G. Bárðarsonar (1918). Öskuinnihald hans mældist þá nærri 10%. Steinbrandurinn reyndist hafa eðlisþyngd á bilinu 1,3 - 1,7 g/cm<sup>3</sup>, en aska í honum mældist 20-55%. Miðað við 30% ösku ætti eðlisþyngd surtarbrands að vera 1,4 - 1,5 g/cm<sup>3</sup>. Er talan 1,45 sennilega skársta viðmiðun að svo stöddu. Sum eðlisþyngstu sýnin var sagt að væru "steinrunnin".

#### 4.5 Efnasamsetning

Upplýsingar um efnainnihald surtarbrandsins eru hreint ótrúlega rýrar. Helgi H. Eiríksson (1920) stóð að greiningu á kolefni (C), brennisteini (S) og rok-gjörnum, brennanlegum efnum í sýnum frá nokkrum stöðum á landinu. Í þeim var kolefni greint 21-35%, rok-gjörn efni 20-33% og brennisteinn 3,9-8,9%. Gildin fyrir brennistein eru grunsamlega há. Hæsta gildið var í sýni frá Skarðsströnd, sennilega úr Skarðsnámu, þó ekki sé það visst. Samkvæmt greiningum, sem Þóroddur Th. Sigurðsson (1955) lét gera á surtarbrandi frá Tindum á Skarðsströnd, var brennisteinn í þeim brandi aðeins um 0,4%. Ekki er vitað, hvernig á þessum gríðarmikla mun stendur, en miklu varðar að þekkja brennisteinsinnihaldið vegna mengunarhattu.

Efnagreind hefur verið brunaaska úr Tindakolum (Atvinnudeild 1955). Reyndist hún innihalda um 3 1/2% brennistein. Miðað við öskuhlut í brandinum, þá hefur hann haft a.m.k. 1 1/2% brennistein, því eitthvað af brennisteinssamböndum hefur trúlega brunnið og rokið burt.

Í heild má segja, að þokkalegar upplýsingar séu til um raka og ösku í surtarbrandi og jafnvel hitagildi. Upplýsingar eru hins vegar afskaplega fátæklegar um efnainnihald hans. Allt bendir til þess, að surtarbrandurinn geti verið næsta breytilegur frá einum stað til annars í sama sniði, hvað þá heldur langs og þvers í lagi. Um þetta er þó harla lítið vitað og verður það vart upplýst, nema með þar til ætlaðri könnun.



MYND 6 Eðlisþyngd og aska í surtarbrandi

## 5 SKOÐUNARFERÐ 1983

### 5.1 Stutt ferðalýsing

Skoðunarferðin hófst 19. júlí, en þá lögðu Birgir Jónsson, jarðverkfræðingur, og Freysteinn Sigurðsson, jarðfræðingur, af stað vestur í Steingrímsfjörð. Eftir að hafa skoðað helstu aðgengilega surtarbrandsstaði þar, héldu þeir til Ísafjarðar. Þar hittu þeir þá Kristján Sæmundsson, jarðfræðing, og Gerd Zaske, þýskan jarðfræðistudent í nemaskiptum. Fóru þeir allir sjóleiðis vestur í Sléttuhrepp 23. júlí og aftur til Ísafjarðar að kveldi næsta dags. Nutu þeir í þessari för leiðsagnar Snorra Hermannssonar, húsasmiðs á Ísafirði. Þaðan fóru þeir Birgir og Freysteinn suður aftur, en Kristján og Gerd fóru suður Vestfirði og skoðuðu helstu surtarbrandsstaði. Komu þeir aftur til Reykjavíkur 27. júlí.

### 5.2 Sléttuhreppur

22. júlí fór Snorri Hermannsson með leiðangursmenn á fund Jóns Magnússonar, gamals karls frá Stað í Aðalvík. Jón er fróður um fundarstaði surtarbrands norðan Jökulfjarða og atvik í kringum surtarbrandsvinnsluna. Surtarbrandsnám í stórum stíl hefur aldrei verið stundað þar. Brandur hefur verið sóttur á nokkra aðgengilega staði mest frá nærliggjandi bæjum en einnig smávegis á bátum frá Ísafirði. Mest var þetta á árum fyrra stríðsins.

Eftir könnun heimilda vissum við um allmarga surtarbrandsstaði á þessum slóðum. Bárum við þessa staði undir Jón og inntum eftir öðrum sem hann kynni að vita um en við ekki (mynd 7). Reyndust þeir vera fáir. Eftirtaldir punktar voru hafðir eftir Jóni.

Haugar (Haugahlíð). Brandur er niðri undir fjöru, var brotinn og sóttur á bátum.

Sandvík. Brandlag um 1 m, var brotið, flutt niður á vír og tekið í bát. "Náman" var rétt vestan við sker, sem er fram undan Sandvíkinni. Jón kvað það haft eftir Guðmundi G. Bárðarsyni að þetta væri besti surtarbrandsstaður sem hann hefði séð (sjá einnig Ziener í ferðabók Ólafs Olavíus 1789/1964).

Svíná. Brandur lítils háttar brotinn til notkunar á bæjum í Fljótavík.

Hvesta. Þar kvað vera einhver surtarbrandsvottur en var aldrei numinn.

Skorar. Þar hefur brandur verið tekinn en lítið (sjá Ziener).

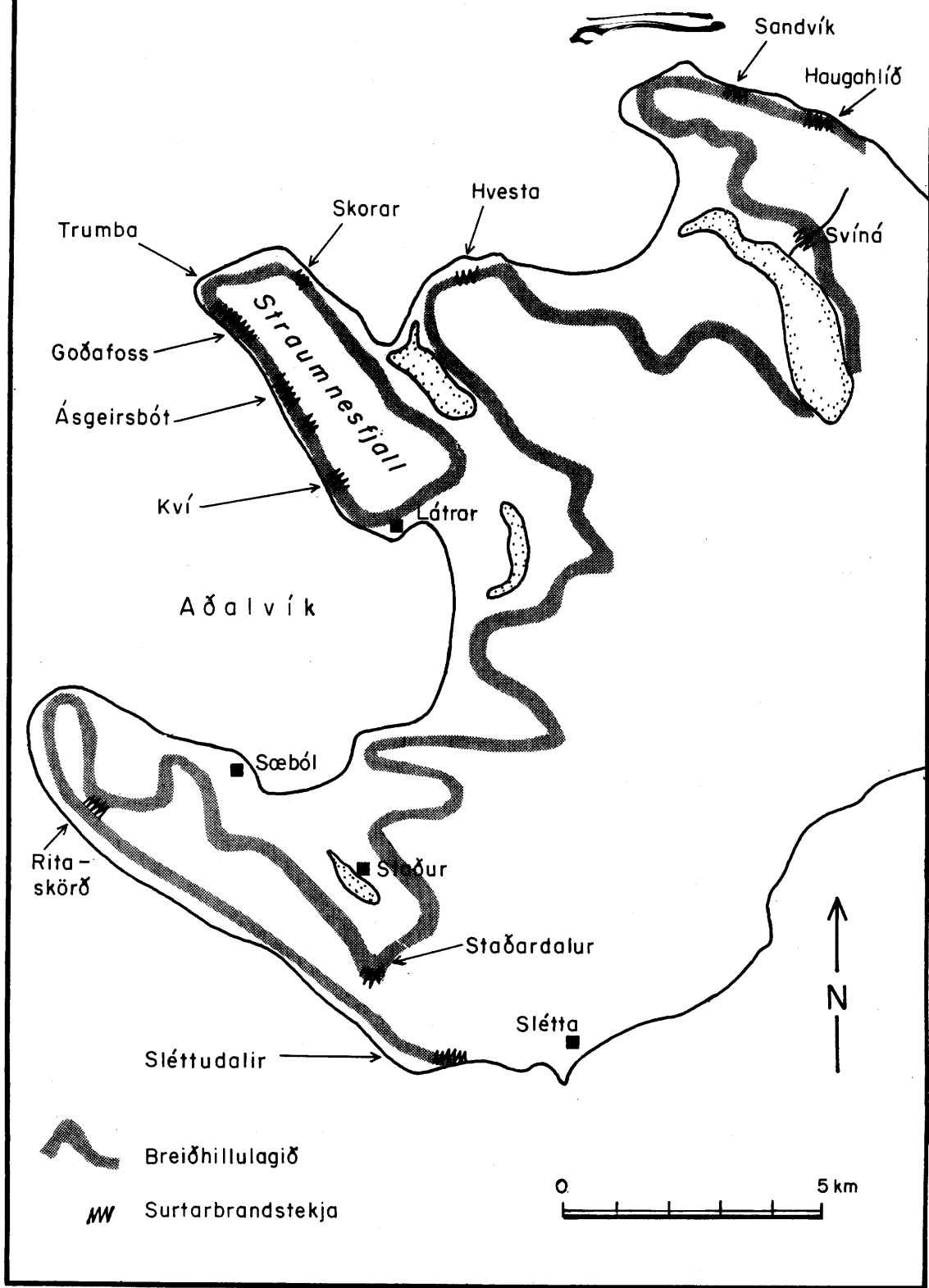
Trumba ofan við vitann á Straumnesi. Jóhann Einarsson tók upp haug af brandi 1916-1917, sem lenti undir aurskriðu áður en yrði sóttur.

Ásgeirsbót á Straumneshlíð. (Sjá Pál Kristjánsson 1977). Brandur víða á hlíðinni utanverðri.

Kví í Straumnesi þar var talað um surtarbrand en aldrei numið neitt svo vitað sé.



JHD·JK·4800·KS  
'84.05.0606·EK



MYND 7 Surtarbrandur í Sléttuhreppi



Ritaskörð. Brandurinn kemur fram Grænuhlíðarmegin (sjá Ziener).

Staðarskörð (í Staðardal). Vestan við gilið í Skarðadal heitir Brandbrekka og er þykkt brandsins þar talin 1-1 1/2 m. Leir er undir en í honum hafa fundist blaðföur. Brandur var tekinn þarna þó nokkuð frá bæjum í Staðardal. Gryfjur myndu löngu hafa fyllst af aur.

Sléttudalir. Brandurinn er þar sem Grænahlíð byrjar spölkorn vestan við lækinn í Sléttudölum. Þar var nokkuð numið á fyrri stríðsárunum.

Eftir spjallið við Jón Magnússon leist okkur þannig á, að 3-4 staðir eða svæði væru öðrum fremur skoðunarverðir: Straumnesfjall, Staðarskörð-Sléttudalir og Sandvík.

### Sléttudalir

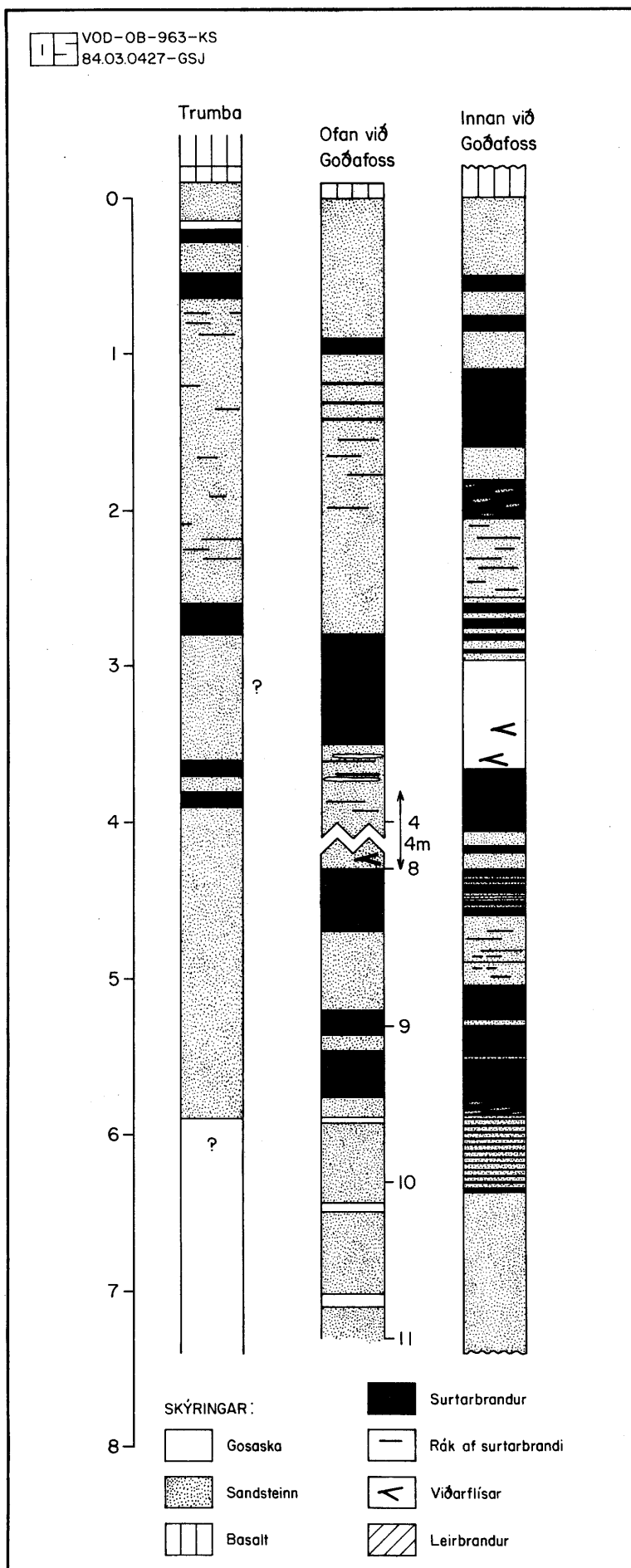
Surtarbrandstekja var á tímum fyrra stríðsins í hlíðinni innan við hamra Grænuhlíðar. Heitir þar Sléttudalir. Gægjast þar brandlögin á nokkrum stöðum út úr skriðum, sennilega í tæplega 100 m hæð yfir sjó. Þar sem til sést, eru þau víða 1/2-1 m á þykkt, þó leirrákir (öskulög?) séu inni á milli. Brandlagasyrpur eru eitthvað þykkari, en þá eru líka þykkari setlög á milli. Mikið ber á víðarbrandi, en töluvert er einnig af leirbrandi. Innan við skriðurnar hafa orðið smáframhlaup úr fjallinu. Myndar eitt þeirra lítinn og flatan urðarhjalla, grasi vaxinn. Þar standa vegghleðslur af "verbúð", sem surtarbrandstekjumenn lágu í að sögn Herberts Árnasonar frá Sléttu, sem fylgdi okkur í Sléttudali 1983. Brandurinn var á sínum tíma tekinn í klettaneftjum tveimur í hlíðinni, í 60-80 m hæð y.s. Eru þar basaltlög yfir brandinum, sem síðar hafa hrunið yfir hann. Staður þessi er um 2 km utan við Sléttu.

Breiðhilla er í Grænuhlíð, eins og víðar þarna um slóðir. Finnst þar víða brandur, þar sem skriður hylja ekki. Greitt kvað vera bjargvönum mönnum og vel skóuðum víðast um Breiðhillu, en leirskriðurnar geta orðið torgengar, bæði í miklum bleytum og miklum þurrkum. Þar var áður fyrr stundum tekinn brandur, hent ofan í fjöru og hlaðið þar á báta.

### Staumnesfjall

Á leið inn til Látra var siglt inn með Straumnesfjalli. Mátti auðveldlega greina surtarbrandshelluna. Til brandlaganna sést hvar sem vatn hélt laginu hreinu, og má ætla að brandlagasyrpan sé samfelld utan frá vita meira en hálfa leið inn að Látrum (mynd 8).

Að morgni þess 24. júlí lögðu þrír leiðangursmanna upp frá Látrum. Var gengið eftir bílvegi þeim sem á sínum tíma var lagður frá Látrum í sneiðingum upp á fjallið og út eftir því að radarstöðinni nyrst á fjallinu. Vegur þessi er hinn vandaðasti, sneiðingarnir breiðir, en víða bratt og nú ófært bílum vegna grjóthruns. Út eftir fjallinu er upphleyptur vegur. Var gengið á röskum tveimur tímum norður á brún Straumnesdals. Þar var farið niður kletta og skriður og fylgt vír sem eitt sinn var lagður þangað niður fyrir vitavörðinn að styðjast við í vondri færð. Þá var efirlit með vitanum frá Rekavík, en langt er síðan, og er þetta mannvirki nú að mestu fallið.



MYND 8 Surtarbrandur í Straumnesfjalli

Þegar komið var niður á móts við surtarbrandshilluna sem er í um það bil 140-160 m hæð var henni fylgt frá Trumbu, upp af vitanum, inn með hlíðinni Aðalvíkurmegin nokkuð inn fyrir flakið af gamla Goðafossi. Fyrsta opnan í brandinn er í Trumbu þar kemur brandurinn ásamt fylgilögum fram í skriðu. Alls er millilagið með brandinum um 10 m þykkt. Surtarbrandur er dreifður í efstu 4 m lagsins. Þykkasta lagið er 20 cm. Alls eru brandlöggin um 70 cm. Innan við Trumbu tekur við stórgrýtisurð nokkur hundruð m á breidd. Þegar henni sleppir koma brandlöggin aftur í ljós en opnur gegnum millilagið eru ekki samfelldar fyrr en kemur inn á móts við strandstað Goðafoss. Þar var mælt snið gegnum millilagið, sem þar er um 12 m þykkt. Brandurinn er mestur á tveimur stöðum í laginu, 70 cm þykkt lag ofantil og þrjú lög samtals um 90 cm í neðri hluta þess. Þriðja sniðið var mælt 200-300 m innar, þar er millilagið einnig um 12 m á þykkt. Neðstu 5 m eru huldir og geyma líklega ekki surtarbrand ef dæma má af opnum í millilagið enn innar á hlíðinni. Í þessu þriðja melda sniði er mestur surtarbrandur. Af 6 m kafla í laginu er tæpir 3 m surtarbrandur, en löggin eru þunn og aðskilin af leirsteini og ösku. Frá þessum stað var gengið lengra inn með laginu eða alls um 1 km inn fyrir flakið af Goðafossi. Snúið var frá þar sem gil varð fyrir og óárennilegt um að komast vegna bratta. Þarna var samfelld opna gegnum millilagið (um 15 m) og sniðið að öðru leyti mjög líkt því sem áður var mælt og brandurinn var mestur. Það var skoðun okkar eftir að hafa gengið þennan kafla utan frá vita og séð Straumneshlíðina frá sjó, að brandurinn væri mestur á kafla frá Goðafossi svo sem 3 km inn með Straumneshlíð.

Nú var degi tekið að halla, svo að ekki var annað að gera en að klöngrast niður í fjöru. Var gengið til baka út að vita, en þar er dálítið flatlendi og eini staðurinn sem hægt væri að vinna surtarbrandinn frá. Gerd og Kristján gengu til baka yfir fjallið að Látrum, en Snorri fór undir hlíðinni. Þar er talið gengt um fjöru í logni en nú var hálfvallinn sjór. Gekk Snorra ferðin vonum betur.

### Sandvík

Tveir leiðangursmanna fóru sjóleiðis norður fyrir Kögur að skoða surtarbrand í Sandvík. Samkvæmt lýsingum hefur surtarbrandur verið numinn á tveimur stöðum þar sem kallað hefur verið "Sandvík" (Christian Ziener í Ólafur Ólavíus 1780/1958 og Ólafur Ólavíus (sjálfur) (1780/1964) Þorvaldur Thoroddsen (1896, 1913-15/1959) Páll Kristjánsson (1977); Jón Magnússon, (pers. uppl. 1983), sjá hér fyrr. Er annar all hátt uppi í hlíð, neðst í klettum ofan við snarbrattar leirskriður. Hinn staðurinn er niður undir sjó. Þar var gengið á land, sem tókst þó ekki þurrum fótum. Surtarbrandslagið er hátt í 1 m á þykkt, mest leirbrandur og eitthvað af þunnum leirlögum, en víðarbrandsflísar og steinbrandsmolar þó innan um. Undir er þétt, fínt og hart setlag, bláleitt, brúngulleitt og flögótt. Það er a.m.k. 6 m þykkt. Að austan er brandlagið skorið af berggangi og sést ekki austan hans. Er misgengi um ganginn og sigið austan megin. Staður þessi er austan undir bröttum, rauðleitum leirurðarskriðum, sem ná þar til sjávar á nokkur hundruð metra kafla. Ofan við þessar skriður og í klettunum vestan þeirra glyttir víða í rauð- og ljósleit setlög Breiðhillulagsins. Löggin þar efra voru ekki skoðuð þessu sinni, þó líklega hefði vel mátt klöngrast þangað upp skriðurnar. Olli því mest, að óvíst var um brottför, ef ylgdi meira í sjó, með þeim ferjukosti, sem notaður var við landgönguna.

Þarna hærra í hlífinni eru sennilega surtarbrandslög þau, sem Christian Ziener, Ólafur Ólavíus og Þorvaldur Thoroddsen skoðuðu. Hafa verður þó í huga, að einhver ruglingur kann að vera á örnefnum á þessum slóðum, því að þarna eiga fáir leið um nema sjómenn, sem sigla hjá. Á dögum þeirra Ólafs og Þorvaldar voru ekki til nákvæm kort af þessu svæði, en ekki er að sjá, að síðari surtarbrandsskoðendur, Guðmundur G. Bárðarson og Sigurður Þórarínsson, hafi komið þangað norður. Kvarta þeir Ólafur Ólavíus og Þorvaldur raunar báðir undan ruglingi á þeirra tíma kortum. Samkvæmt lýsingum Christian Zieners eru surtarbrandslögin þarna álíka þykk og í Straumneshlíð. Surtarbrandur var tekinn þarna á dögum Ólafs Ólavíus (og ugglaust löngu fyrr) þegar vel víðraði. Þeirra skilyrða var þörf, því að eins og Þorvaldur Thoroddsen (1913-15/1959) lýsir aðstæðum, þá er ekki lendandi þarna nema "í bezta veðri", upp að brandinum var ekki gengt nema "færustu mönnum" og "mesta hætta" var af grjóthrunum undir klettunum. Gefa þeir allir, Ziener, Ólafur og Þorvaldur, heldur ófagrar lýsingar á aðstæðum í Sandvík. Segir Ziener m.a. (s. 320-321): "...., og ef ógerlegt er að nema surtarbrand í nokkru því fjalli, sem ég hef kannað, þá er það hér". Má það allt satt vera, en í þessum leiðangri sá ekki hið efra til hlífðarinnar fyrir þoku, og verður því ekki um það dæmt. Þó má segja, að Sandvík sé varla skoðandi nema í lygnum og þurru veðri, þegar brimlaust er og grjóthrun með minnsta móti.

Torleiði nokkuð er í og um Sléttuhrepp á mælikvarða sumra nútíma manna. Hægast er að komast þangað á sjó en fara þar um á fæti. Því skal hér nokkrum orðum eytt um lendingar og gangfæri. Hjá Sléttu er sandfjara og mun þar oft vera góð lending, ef ekki er hafátt. Stórgrýtisfjara er undir skriðunum í Sléttudölum og ekki lendandi nema í lygnum sjó. Sandfjörur eru hjá Sæbóli og brimlítið. Hjá Látrum er sandfjara, en nokkuð útfiri. Þar var á leiðangurstímanum sléttur sjór, þó hvítbryti á suður allann sandinn fyrir víkurbotninum. Undir Straumneshlíð eru klungur og klettur í flæðarmáli og lending trúlega örðug, nema í lygnum veðri og norðanátt. Ylgja er jafnan við Straumnes sjálft frá röstinni úti fyrir, en klappir allt í kringum nesoddann. Lendingar munu þar ótryggar. Í leiðangrinum var frekar gengið út yfir Straumnesfjall en freistað landingar á Straumnesi. Í Sandvík eru á stöku stað hnullungafjörur, en annars stórgrýtisbjörg við sjó. Þar er brimasamt og ekki lendandi nema í besta veðri. Þangað er naumast fært nema á sjó.

Í Breiðhillulaginu eru setlöggin víða leirrík. Myndast úr þeim grýttar leirskriður. Þær geta víst orðið foráttusleipar í bleytum og lausar í sér. Í þurrkum verða þær hins vegar harðar og hálar. Varð víða í leiðangrinum að grípa til skóflu við ferð um þær. Skriðurnar í Sléttudölum eru að vísu brattar, en þó vel manngengar. Grjóthrunshætta mun þar sáralítil, því að ofan við skriðurnar eru aðeins lág klettabelti. Í Straumneshlíð skiptast á klettabelti, leirskriður og gróðurteygingar hið neðra, en standbjörg allt hið efra. Grjóthrun getur verið þar mikið, einkum í bleytum og hvassviðrum. Sást þar raunar til skriðufalla í leiðangrinum. Vel búnir menn og óvínir munu víða geta farið um hlífðina hið neðra, þó brött sé. Í Sandvík eru brattar leirurðarskriður undir hamrabíljum og grjóthrunum.

### 5.3 Súgandafjörður og Bolungarvík

#### Botnsnáma í Súgandafirði.

Surtarbrandsnáman í Botni hefur löngum verið talin með álitlegri stöðum til surtarbrandsvinnslu. Þannig var Botn eini staðurinn þar sem surtarbrandur var numinn með vélum í seinna stríðinu (Jóhannes Áskels-son 1942). Surtarbrandslagið er sagt vera um 90 cm (Guðmundur G. Bárðarson segir þar 62-75 cm) og kvað halda þeirri þykkt eins langt inn í fjallið og aðalgöngin ná og í hliðargöngum. Í seinna stríðinu vann 7-8 manna flokkur færeyinga í námunni í tæp 2 ár 1944-1945. Þeir lækkuðu aðalgöngin í rúmlega 1 m hæð og unnu þar hálfbognir. Aðalgöngin ná rúma 100 m inn í fjallið en með afkimum og hliðargöngum eru göngin öll talin um 300 m að sögn Friðberts Péturssonar í Botni (pers. uppl. 1983). Lækur rennur ofan hliðina hjá námunni og hefur verið gerð þar heimilisrafstöð. Er læknum veitt inn í námugöngin og stíflu rutt fyrir munnann. Fæst þannig miðlunarlón sem ekki frýs. Göngin eru því ekki aðgengileg, en surtarbrandurinn og fylgilög hans sjást við námuopið. Náman er í um 140 m hæð yfir sjó og sést surtarbrandur hvergi í hliðinni nema þarna við lækinn. Annars staðar er millilagið með brandinum hulið skriðu. Snið var gert af laginu við námuopið (mynd 9). Þykkt millilagsins er 4-5 m þar af er surtarbrandurinn um 80 cm, en allmörg öskulög í honum misþykk. Undir aðallaginu er 70 cm þykkt lag af leirbrandi.

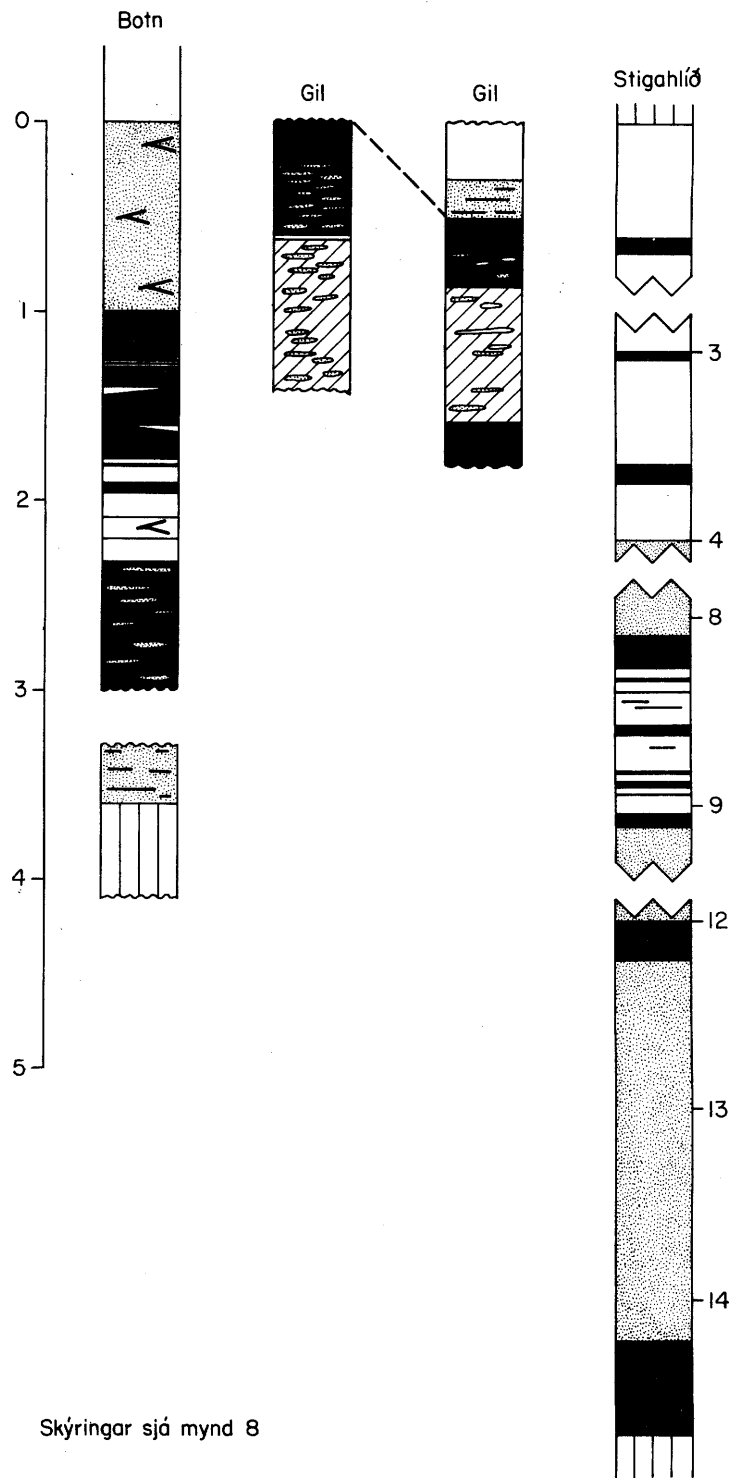
#### Gil í Bolungarvík

Surtarbrandur kemur fram við Gilsá í um það bil 180 m hæð yfir sjó. Ekki er vitað til að millilagið sem brandurinn er í sjáist annars staðar en þar við ána nema við Tröllá um 1 km sunnar, en þar hefur surtarbrandur ekki fundist í því. Surtarbrandur var numinn í Gilsná-um í fyrra stríðinu, en vinnslan gekk erfiðlega sem sjá má af blaða-fregnum þess tíma og doðnaði fyrirtækið brátt af þeim sökum. Mun og brandurinn hafa þótt rýr til eldsneytis.

Námuopin eru tvö sunnan við ána. Neðra opið er næstum lokað af hrúni. Tók nokkurn tíma að ryðja svo frá því, að unnt væri að smjúga inn. Þar var dálftill skúti vel manngengur og náði um 8 m inn að berggangi. Hafði vinnslunni augsýnilega verið hætt, þegar kom að honum. Í þakinu er móbergsbreksfa líklega botninn á hraunlagi, sem runnið hefur út í vatn. Tekið var snið gegnum surtarbrandslagið (mynd 9). Reyndist sámlægur surtarbrandur vera 50-60 cm, þó lakastur neðst og undir var leirkenndur surtarbrandur. Þeir Sigurður Þórarinsson (1938) og Guðmundur G. Bárðarson (1918) tala um 2 surtarbrandslög í Gilsnánum annað 35-53 cm þykkt hitt 40-55 cm og 1 m þykkur kolakenndur leirsteinn á milli. Líklega sést nú einungis efra lagið í þessu námuopi.

Op aðalnáunnar er um 30 m innar í gilinu og vel gengt þar inn. Berggangurinn áður nefndi stingst fram úr klettaveggnum milli námuopanna og er því ekki til trafala í aðalnámunni. Innan við námuopið opnast við hvelfing og liggja frá henni rangalar og gildar stoðir af bergi á milli. Náman nær á að giska 50 m inn, en er afar krókótt. Hæð í hvelfingunni framan til er um 3 m en rangalarnir lægri en þó manngengir. Opnur í brandlögin eru góðar í veggjunum. Allt er þarna með sama svip og Sigurður Þórarinsson lýsir 1938. Brandlögin eru tvö.

VOD-OB-963-KS  
84.03.0427-GSJ



Skýringar sjá mynd 8

MYND 9 Surtarbrandur í Botni, Gili og Stigahlíð

Það neðra að sjá betra til eldsneytis og á milli er leirbrandur. Þykktin er nokkuð breytileg eins og Sigurður lýsir, snið var tekið um miðbik námunnar og nær líklega ekki niður úr neðra surtarbrandslaginu sem þeir lýsa Sigurður og Guðmundur.

Hægt er að komast að millilagini með surtarbrandinum á um 120 m kafla í gílinu en allmikið þarf að hreinsa til áður en samfelld snið fást. Lagið er einnig vestan við ána Hanhólmveginn en lítið sést af því. Hefur þar verið tekinn surtarbrandur (Sigurður Þórarínsson 1938). Í þaki skútans og aðalnámunnar er sama þursabergslagið og er það þrýðilega stöðugt. Hins vegar er aska og leirsteinn á milli þess og surtarbrandsins og tollir illa uppi þar sem vítt er til veggja.

### Stigahlíð

Brandlögin í Stigahlíð voru einnig skoðuð 27. júlí og þeim fylgt langan spöl eftir hillunni sem þau hvíla í. Lögin eru í um það bil 220-230 m hæð y.s. Aðallega er þarna um stubba og kleggja af víðarbrandi að ræða. Eitt snið var mælt gegnum millilagið (mynd 9). Heildarþykkt þess er 14-15 m. Sniðið líkist nokkuð því sem áður var skoðað í Straumnesfjalli, en þó meira í því af ljósri ösku og lögin grófkornaðri. Bolvíkingar sóttu áður surtarbrand í hilluna, fínđu brandflísar í poka og báru heim. Aðrir surtarbrandsstaðir kringum Bolungarvík voru ekki skoðaðir.

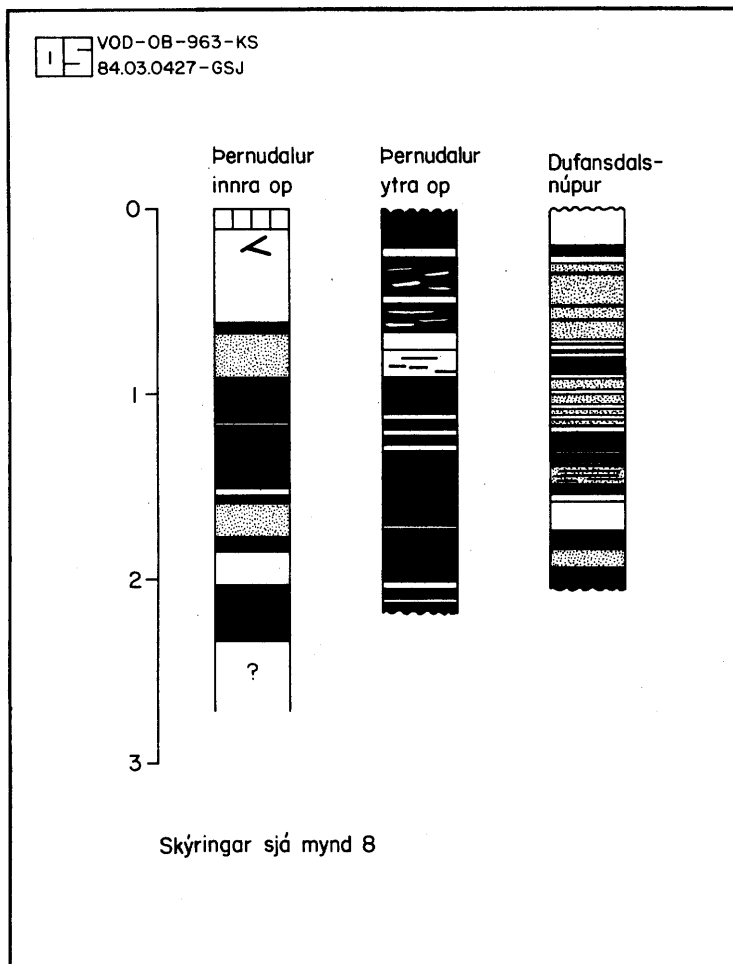
## 5.4 Suðurfirðir

### Bernudals- og Dufansdalsnámur, Raknadalshlíðar

Surtarbrandsnámur í Bernudal er í um það bil 100 m hæð yfir sjó sunnan megin við gil Bernudalsár. Millilagið með surtarbrandinum sést á smáblettum beggja megin gilsins þar sem það er þrængst, en hverfur undir skriður og jarðveg þegar gilið víkkar.

Námuopin eru tvö, og er ytri naman stærri; 18 m á lengd, 4-5 m á breidd og hæðin 2 m. Í þakinu er 4 m lag af þursabergi, botninn á hraunlagi, sem runnið hefur í vatn. Þursabergið er traust og stendur dável. Surtarbrandurinn er að sjá góður steinbrandur (sbr. Sigurður Þórarínsson, 1938), en kolalitaður leirbrandur með og er vont að greina þar á milli í blautu bergstáli. Brandlögin kunna því að vera nokkuð ofmetin í sniðinu (mynd 10). Sýni var tekið úr bergstálinu til athugunar á hitagildi.

Annað op eða grunnur skúti er 20 m innar og var þar einnig mælt upp snið (mynd 10). Surtarbrandurinn ásamt fylgilögum úr gosösku og leirsteini er á rúmlega 2 m kafla næst undir þursaberginu. Neðar tekur við brúnt móbergsskennt set og lagskiptur leirsteinn alls um 12 m niður að undirliggjandi hraunlagi.



MYND 10 Surtarbrandur í Pernudal og Dufansdal

Dufansdalsnáman er framan í Dufansdalsmúla í um það bil 170 m hæð yfir sjó. Munninn er næstum lokaður af lausu grjóti sem fallið hefur fyrir hann. Þó tókst að ryðja svo frá, að unnt var að skriða innfyrr. Þar taka við göng rúmlega mannhæðarhá og stefna beint inn í fjallið. Vatn er í þeim og dýpkar inn eftir, því að göngunum hallar lítið eitt inn á við. Göngin eru um 80-100 m löng að sögn Björns Ólafssonar á Bíldudal (pers. uppl. 1983), og lítið um hliðargöng nema smáskúta. Gert var snið af námuveggjum rétt innan við opið. Sést þar að brandlöggin eru mörg og aðskilin af öskulögum og leirsteini. Sigurður Þórarinnsson (1938) telur samanlagða þykkt þeirra vera 75 cm og getur það stemmt við sniðið (mynd 10). Nokkur sýni voru tekin úr sniðinu til athugunar á hitagildi brandsins.

#### Raknadalshlíðar.

Setlagið með surtarbrandinum liggur gegnum hálsana milli Arnarfjarðar og Patreksfjarðar en opnur eru strjálar. T.d. markar fyrir setsyrp-unni í múlanum austan við Hálfán en sjálf er hún svo til alveg hulin. Aðstæður eru heldur betri á fjallinu milli Patreksfjarðar og Tálknafjarðar og þar sést surtarbrandur upp af Raknadal. Ef kanna ætti magn surtarbrands þar, yrði að hreinsa til með jarðýtu og gröfu. Óviða nema á þessum tveimur hálsum yrði unnt að kanna útbreiðslu surtarbrandsins í grunnum borholum, þó 100-200 m djúpum.

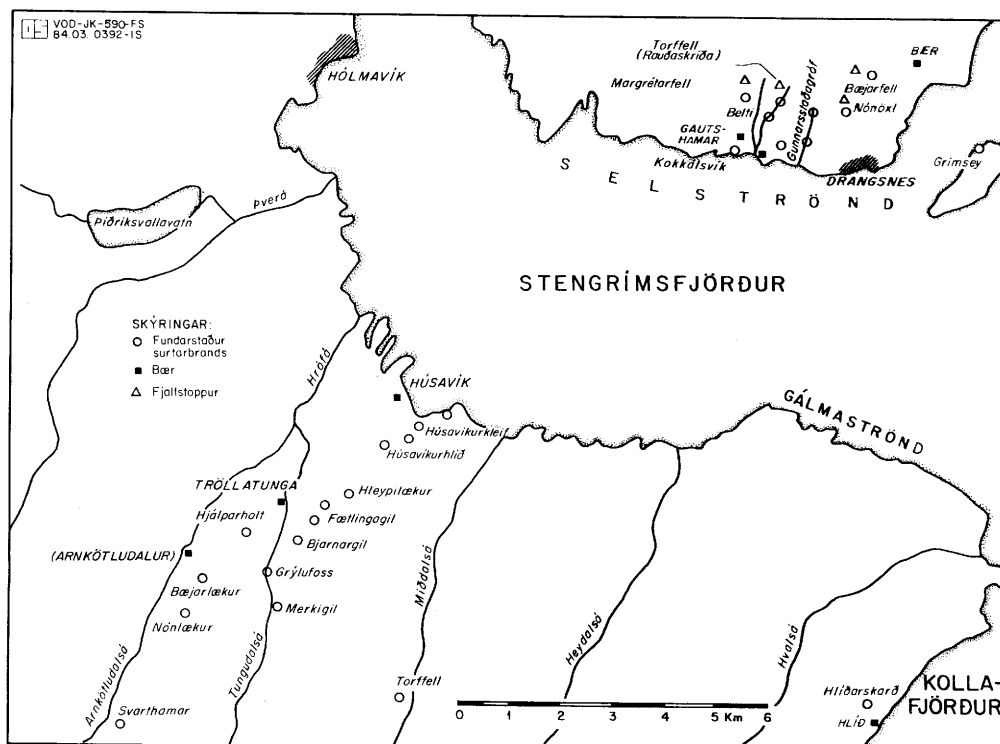


### 5.5 Steingrímsfjörður

Surtarbrandur finnst allvíða í Steingrímsfirði, einkum þó á Selströnd, norðan fjarðar, og í dalnum upp frá Húsavík, sunnan fjarðar (mynd 11). Þorvaldur Thoroddsen (1896) og Guðmundur G. Bárðarson (1918) hafa lýst helstu fundarstöðum surtarbrands allítarlega. Að vísu háði Þorvaldi snjór í giljum og fúlviðri. Snjór var einnig verulegur í giljum, þegar surtarbrandsstaðir voru skoðaðir síðari hluta júlímánaðar 1983. Þá var um 5 m þykkur skafli yfir vænlegasta staðnum, í Gunnarsstaðagóf. Veit sá staður þó mót suðri og sól, en er raunar ofan í þröngri gilskoru. Víðar voru skaflar við eða á surtarbrandsstöðum, t.d. sunnan í Margrétarfelli og við "Winklersfoss".

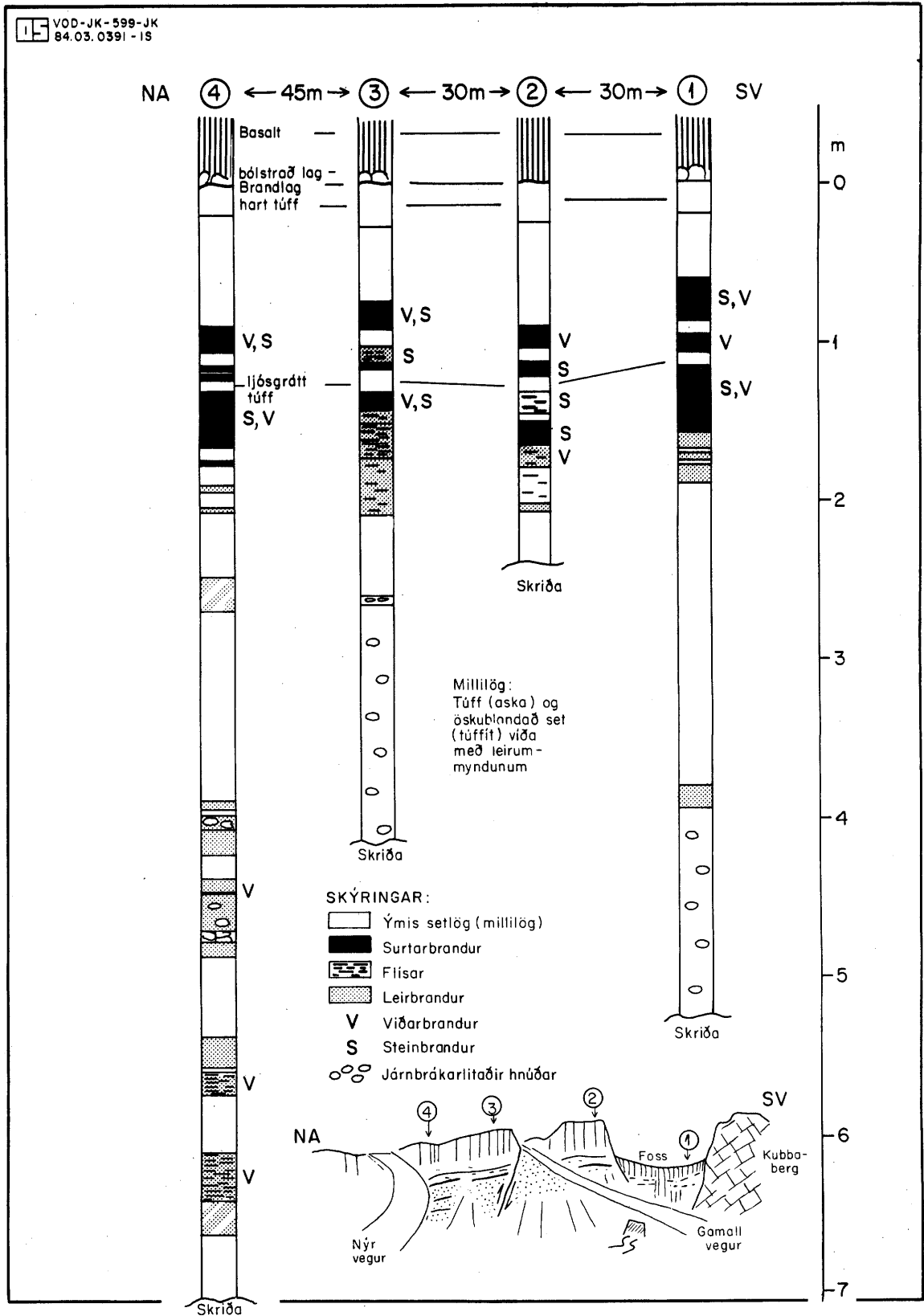
Töluvert er um brot og misgengi beggja vegna fjarðar. Surtarbrandslögin eru því víða sundurslitin. Mæira ber á því norðan fjarðar. Þeim megin eru opnur í brandlögin í sjávarbökkum og í lækjardrögum, einkum við fossa. Sunnan megin eru opnur einkum í giljum og kleifum. Annars eru brandlögin yfirleitt þakin skriðum eða gróðri. Lengstan spöl eru þau opin í Húsavíkurkleif, en þar sér til þeirra á um 100 m kafla. Víðast hvar væri óhægt að ryðja frá lögnum vegna bratta og þrengsla.

Surtarbrandslögin eru misþykk. Athyglisvert er, að hinir fyrri skoðendur hafa víða látið ógetið um þunn leirlög í brandinum í lýsingum sínum. Þess vegna er því ekki fyllilega að treysta, að brandurinn sé samfelldur, þó hann sé sagður vera í "einu lagi". Þykkastur er hann sagður vera í Gunnarsstaðagróf (Guðmundur G. Bárðarson 1918), eða um 1 m. Mest samanlögð þykkt mældist í Nónlæk við Arnkötludal (sami), eða um 1,9 m í tæplega 3 m sniði. Surtarbrandurinn kom þar fram í 18 lögum og var það þykkasta um 0,7 m. Í Húsavíkurkleif er samanlögð þykkt brandsins 1/2 - 1 m, en hann er þar í nokkrum lögum, aðskildum af þunnum, leirkenndum rákum (öskulögum) (mynd 12). Annars staðar eru surtarbrandslögin þynnri (mynd 13).



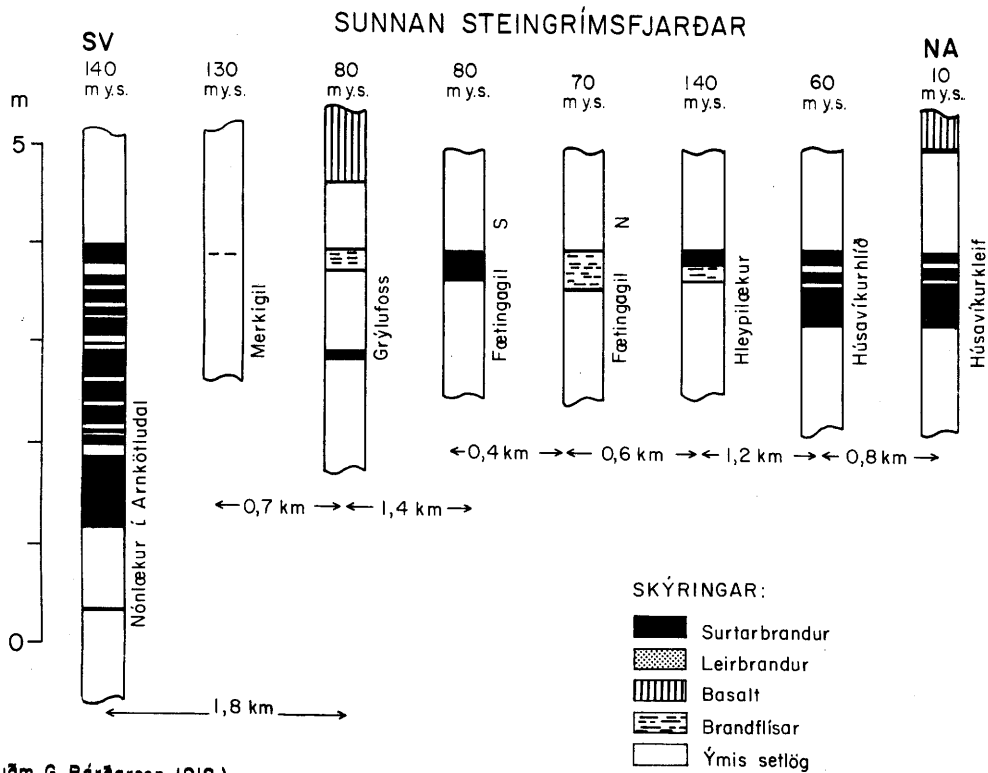
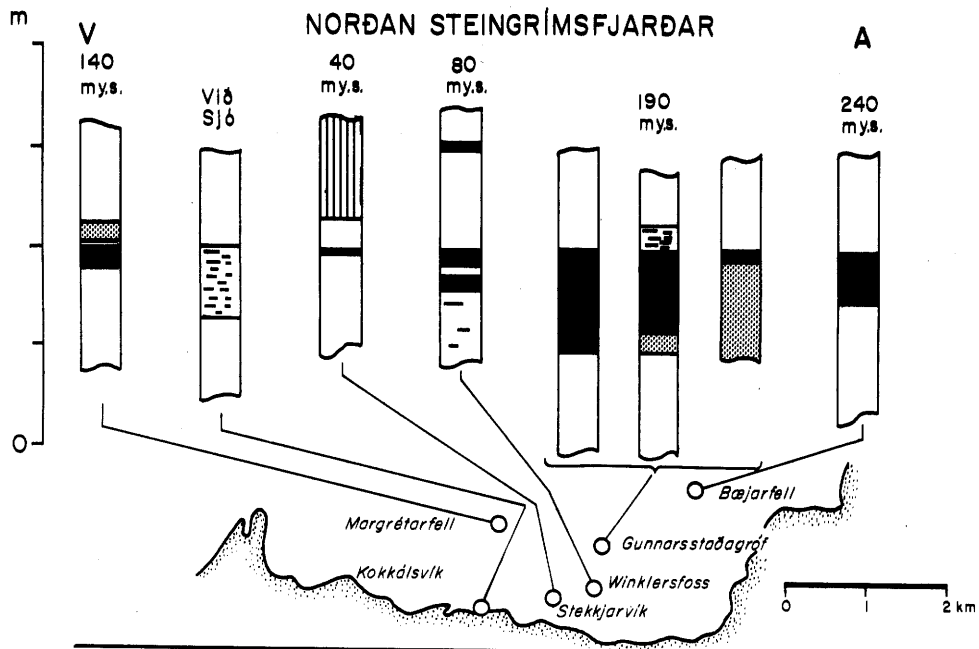
MYND 11 Surtarbrandur í Steingrímsfirði

VOD-JK-599-JK  
84.03.0391-1S



MYND 12 Surtarbrandur í Húsavíkurlleif

VOD-JK-590-FS  
84.03.0390-19



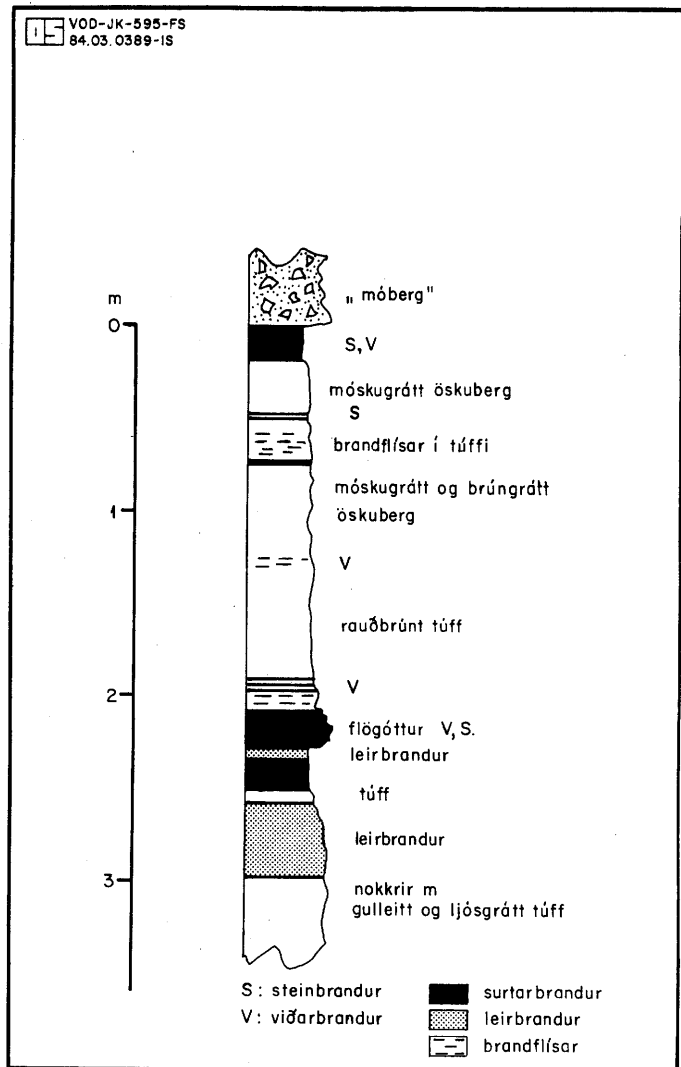
(Skv. Guðm.G. Bárðarson 1918)

MYND 13 Þykkt surtarbrandslaga í Steingrimsfirði

Grannbergið er yfirleitt túffríkt set. Sums staðar mun það upphaflega hafa verið nærfellt hrein vikur- eða öskulög. Töluvert ber á ljósum öskulögum (súr aska). Nú eru lög þessi víða leir- kennd vegna síðari um- myndunar. Í Húsavíkurl- kleif (mynd 12) og víðar ber töluvert á u.p.b. hnefastórum, járnbrákar- litum hnúðum í setinu. Í þeim finnast stundum plöntusteingervingar. Auk aðalbrandlaganna koma ósjaldan fyrir þurr lög eða flísar af víðarbrandi eða leirbrandi. Setlögin veðrast og grötna greiðar en basaltlögin og myndast því gjarnar stallar um þau. Sunnan fjarðar er víða kubbað basaltlag lítið eitt ofar í stafl- anum en aðalbrandlögin.

Skemmtileg opna er í surtarbrandslögin í Bæjarfelli, norðan fjarðar. Þar hafa spilda hlaupið úr fellinu og sést enn í bert berg og skriður í sárinu, þó framhlaupsurðin séu mjög farin að gróa upp. Þar er neðst unmyndað og mörkið basalt. Ofan á því er brandlagasyrpan. Á henni hvílir "móberg" á nær 200 m kafla, en til beggja hliða kubbað basalt. "Móberg" þetta er fullt af óreglulegum, brúnaskörpum molum og er sennilega einhverskonar "aurstraumur", væntanlega tengdur gos- virkni. Efstu brandlögin eru undin og skæld og auk þess sveigð upp á mótum "móbergs" og kubbabergs (hrauns). Ofan á "móberginu" koma svo ljósgrá basaltlög, fersklegri en þau neðri. Surtarbrandurinn kemur fram í nokkrum lögum í um 3 m sniði og má rekja þá syrpu 50-60 m, þó ekki séu öll brandlögin samfelld (mynd 14).

Við Steingrímsfjörð er surtarbrandurinn hvergi í sæbröttum hlíðum eins og á sumum öðrum stöðum á Vestfjörðum, og óvíða langt frá akfærum veg- um. Að þessu leyti er gott að fást við surtarbrandinn á þessum slóð- um. Hér við bætist, að nokkuð víða eru opnur í hann. Guðmundur G. Bárðarson nefnir á þriðja tug fundarstaða. Hins vegar torveldar mis- gengni bergspildna nokkuð rakningu brandlaganna, og yrði einnig til



MYND 14 Surtarbrandur í Bæjarfelli á Selströnd

trafala við brandnám. Annars ókostur er, hversu óstöðug brandlögin eru að gerð langsú eftir sýrpunni. Það stafar sennilega að einhverju leyti af því, hve fjörug gosvirkni var nærri þessum slóðum á myndunartíma surtarbrandsins. Í Bæjarfelli eru ummærki um hraurflóð (út í vatn) og aurstrauma sem hafa fallið yfir efstu surtarbrandslögin. Í Húsavíkurkleif liggur basalhraurlag ofan á setsýrþunni, sum staðar bólstrað í botninum. Beint undir því er kolað og beyglað surtarbrandslag. Loks má benda á hin þykku öskulög og lög með ríka hlutdeild ösku í setlagasýrþunum. Óvíst er enn, hvort höggun hefur verið búin að skipta landi upp í röðla og dældir á myndunartíma surtarbrandsins. Í Húsavíkurkleif virðast misgengin hafa orðið eftir að surtarbrandurinn myndaðist og svo er líklega einnig á Selströnd, norðan fjarðar. Líklegt er, að þykkustu steinbrandslögin hafi myndast í einhverskonar votlendum lögðum. Útbreiðsla þeirra er því sennilega takmörkuð.

## 5.6 Yfirlit

Nokkur atriði eru dregin saman í töflu 2 um þá helstu staði, sem skoðaðir hafa verið. Undirstrikað skal, að tilgreindar eru hámarksþykktir surtarbrandslaga en ekki meðalþykktir. Hámarksþykkt brandlagasýrþna er tilgreind sem þykkt surtarbrands í þykkt sniðs. Er þá miðað við brandríkasta kaflann í hverju sniði. Hvarvetnaer þarna um "góðan" brand að ræða, nema e.t.v. í Dufansdal og Þernudal, þar sem greinst hefur óvenju öskuríkur brandur.

TAFLA 2 "Helstu niðurstöður"

Staður	Staðhættir	Opnur	Höggun	Hámarksþykkt brandlags	Sýrþu	Samfella	Athugasemd
Slétturhreppur:							
Sandvík	Hamrar, skriður	Sæmil.	(+)	0,8-2 ?	-	Breytil.	Erfitt aðgöngu
Straumnesfj.	Hamrar, skriður	Góðar	-	0,7	2,6/5,4	Breytil.	Erfitt aðgöngu
Sléttudalur	Skriður	Smáar	-	0,5-1	-	?	
Ísafjörður og nágrenni:							
Gil í Bol.	Náma í hlíð	Náma	+	0,5	-	Breytil.	
Botn í Súg.	Náma í hlíð	Náma	-	0,7-0,9	-	Stöðug	Náma full af vatni
Suðurfirðir:							
Þernudalur	Náma í hlíð	Náma	-	0,8	0,95/1,8	Breytil.	Nokkur leirbr.
Dufansdalur	Náma í hlíð	Náma	+		0,8/1,8	Breytil.	Nokkur leirbr.
Stálfjall	Hamrar, skriður	Náma	?	0,7	1,1/2,1	Breytil.	Erfitt aðgöngu
Steingrímsfjörður:							
Nónlækur	Flatlendi	Engar	?	-	1,9/2,9	?	Hulið
Húsavíkurkleif	Flatlendi	Góðar	+		0,8/1,9	Stöðug	
Gunnarsst.gróf	Gil í hlíð	Sæmil.	+	1,0	-	Breytil.?	

## 6 HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Ýmsar upplýsingar liggja nú fyrir um surtarbrandinn og má draga af þeim vissar ályktanir, þó margt sé enn óljóst, sem þyrfti nánari athugunar við.

Helstu atriði í þekkingu okkar um surtarbrandinn á Vestfjörðum má draga saman sem hér segir:

1. Surtarbrandurinn kemur að langmestu leyti fyrir í nokkrum setlagasyrþum í basaltmyndun Vestfjarðakjálkans. Jarðlagahalli er almennt til SA og eru jarðlög því yngri sem suðaustar kemur. Setlagasyrþurnar koma því fyrir á beltum eða ræmum. Beggja vegna við mynni Ísafjarðardjúps er jarðlagahalli lítill og ber þar lítið á misgengjum. Almennt ber meira á höggur (misgengjum, halla) þegar suðaustar dregur.
2. Surtarbrandslög eru harla óstöðug að þykkt og gerð. Þykk brandlög virðast sjaldan endast nema nokkur hundruð metra í sena, þó samanlögð þykk brandlaga í setlagasyrþurum geti verið stöðugri. Þykkustu brandlög eru 0,4-0,7 m og ná 1 m eða meir aðeins á einstaka stað. Brandlagasyrþur, með helming og meira af surtarbrandi, eru á nokkrum stöðum 1-2 m á þykkt, en ná á stöku stað 3-5 m (2 - 2 1/2 m surtarbrandur).
3. Raki í "loftþurrum" surtarbrandi er um 20%. Aska er nokkuð misjöfn, 15-50%, af meðaltali líklega nærri 30%. Hitagildi (orka) í "góðum" surtarbrandi er 13-16 MJ/kg (3.100-3.800 kcal/kg) að meðaltali, eða svipað og í mól. Eðlisþyngd er að meðaltali 1,4-1,45 g/cm<sup>3</sup>. Brennisteinsinnihald er óvíst, en næmur sennilega nokkrum hundruðshlutum, a.m.k. sumsstaðar.
4. Grannberg er yfirleitt túff (öskulög) eða túffríkt set, víðast nokkuð ummyndað og leirkennt og yfirleitt því meir sem það er eldra. Það virðist standa vel í 2-3 m breiðum göngum og vatnsagi mun yfirleitt vera lítill.
5. Vestan til finnst surtarbrandurinn einkum í bröttum hlíðum. Er þar sumsstaðar erfitt aðgöngu vegna grjóthruns og hafnleysis. Í Steingrímsfirði finnst hann í flatara landi.
6. Þykkust surtarbrandslög virðast vera á eftirtöldum stöðum: Straumresfjalli í Sléttuhreppi; Botni í Súgandafirði; Húsavíkurkleif og Gunnarsstaðagróf í Steingrímsfirði.

Eftirtalin atriði rýra gildi surtarbrandsins á Vestfjörðum sem orkugjafa

1. Hitagildi (orka) í surtabrandi er aðeins helmingur á við steinkol.
2. Surtarbrandinn verður að vinna úr neðanjarðarnámum og úr frekar þunnum lögum.
3. Líkur eru á því, að einungis takmarkað magn sé hægt að vinna á hverjum stað úr "þykkum" lögum, vegna þess hve ósamfelld lögin eru.
4. Óvísða fara saman vænleg brandlög og hagstæð skilyrði til útskipunar.
5. Aska er u.þ.b. tvöfalt meiri en í sumum brúrkolum og margföld á við steinkol.
6. Brennisteinn er hugsanlega í verulegum mæli í surtarbrandinum og gæti orðið dýrt að fyrirbyggja mengun að hans völdum við brennslu brandsins.

Mest skortir enn á þekkingu um eftirtalin atriði:

1. Efnainnihald surtarbrandsins, einkum hvað varðar brennistein og samsetningu lífrænna efna.
2. Mat á mannvirkjajarðfræðilegum eiginleikum grannbergsins.
3. Samfelli laga, þykkt og gerð. Varðandi lið 3 er þess að gæta að gröft og boranir þarf til að afla upplýsinga sem byggjandi væri á, ef vinnsla teldist koma til greina.
4. Mat á hentugum aðferðum við námuvinnslu og nýtingu surtarbrands.

## HEIMILDASKRÁ

- Ásgeir Torfason 1915: Um íslenzkt eldsneyti. Ársrit verkfræðingafélags Íslands 1914, Reykjavík. s. 12.-14.
- Eggert Ólafsson og Bjarni Pálsson (1772/1978): Ferðabók Eggerts Ólafssonar og Bjarna Pálssonar um ferðir þeirra á Íslandi 1752-1757. 3. útg. Reykjavík, 2 b., 662 s. Fyrst gefin út 1772 í Sorö (á dönsku).
- Freysteinn Sigurðsson og Þórólfur H. Hafstað (1980): Mór á Íslandi. Könnun heimilda um magn og gerð OS80022/JKD01, Orkustofnun, Reykjavík 66 s.
- Gísli Júlíusson 1981: Aðrar íslenzkar orkulindir. Erindi flutt á Orkuþingi 9.-11. júní 1981, Reykjavík.
- Guðmundur G. Bárðarson (1918): Um surtarbrand. Andvari 1918, Reykjavík. s. 1-71.
- Guðmundur G. Bárðarson 1927: Ágrip af jarðfræði, 2. útgáfa.
- Helgi H. Eiríksson 1920: Coal-mining in Iceland. Institute of Mining Engineers, Transactions 1919-20. Vol. 59: 1-5.
- Jóhannes Áskelsson 1942: Surtarbrandsnáman í Botni. Náttúrufræðingurinn, 12. árg. s. 144-148.
- Gísli Guðmundsson 1917: Skrá yfir rannsókn á mókolum og surtarbrandi. Tímarit Verkfræðingafélags Íslands 2. árg. 3. hefti: s. 39-40.
- McDougall, I, Leó Kristjánsson og Kristján Sæmundsson 1984. Magnetostratigraphy and Geochronology of NW-Iceland. J. Geophys. Res. in press.
- Mitchell, B.R. 1978: European Historical Statistics 1750-1970. Abridged Edition 1978, 446 s. Macmillan, London. 1. útg. 1975.
- Moorbath, S. Haraldur Sigurðsson og R. Goodwin 1966. K/Ar-Ages of the oldest exposed rocks in Iceland. Earth and Planet Sci. Letters 4, 197-205.
- Ólafur Olavíus 1789/1964: Ferðabók. Reykjavík 2 b., 729 s. Fyrst gefin út 1780: Kaupmannahöfn (Oeconomisk Reise o.s.frv., á dönsku).
- Páll Kristjánsson 1977: Það er gaman að vera gamall. Æviminningar Páls Kristjánssonar. Reykjavík, Félagsprentsmiðjan h.f.
- Petrashack, W. E. 1961: Lagerstättenlehre. Springer Verlag, 374 s.



- Roaldset, E. 1983: Tertiary (Miocene-pliocene) Interbasalt Sediments, NW- and W-Iceland. Jökull, 33. árg. s. 39-56.
- Sigurður Þórarinnsson 1938: Um helztu fundarstaði surtarbrands á Íslandi og aðstæður og möguleika til vinnslu hans. Vélrituð skýrsla til Ríkisstjórnar Íslands (handrit) 18 s.
- Sigurðar Þórarinnsson: Dagbók frá sumrinu 1938.
- Svedberg, I 1916: Betänkande rörande möjligheterna og utsikterna för en eventuell kolbrytning vid Staalfjeld i Island. Vélrituð skýrsla 12 s.
- Sveinn Pálsson 1945/1983: Ferðabók Sveins Pálssonar. Dagbækur og ritgerðir 1791-1797. 2. útg. Reykjavík. 26., 813 s. 1. útg. 1945.
- Theódór Friðriksson 1941: Í verum. Reykjavík, Víkingsútgáfan, 729 s.
- Trausti Einarsson 1960: The plateau basalt areas in Iceland. On the Geology and Geophysics of Iceland. Guide to Excursion No 2 A. Intern. Geol. Congr. s. 5-20. Reykjavík.
- Þóroddur Th. Sigurðsson 1955: Greinargerð um kaup varastöðvarinnar á Tindakolum sumarið 1955. Vélrituð skýrsla (handrit) 2 s.
- Þóroddur Th. Sigurðsson 1956: Bráðabirgðaskýrsla um brennslu Tindakola í Varastöðinni við Elliðaár. Vélrituð skýrsla (handrit) 2 s.
- Þorvaldur Thoroddsen 1896: Nogle Iagttagelser over Surtarbrandens geologiske Forhold i det nordvestlige Island. Geol. Fören. Förhandl. 171. Bd 18, 3 s. 114-155.
- Þorvaldur Thoroddsen 1906: Island. Gundriss der Geographie und Geologie. Peterm. Mitt. Erg. heft 153, Gotha.
- Þorvaldur Thoroddsen 1913-15/1959: Ferðabók. Skýrslur um rannsóknir á Íslandi 1881-1898. 2. útg. Reykjavík. 4b., 1464 s. 1. útg. 1913-1915.

## ENGLISH SUMMARY

In Iceland lignite occurs in many localities mainly within the Tertiary plateau basalt series. It is most common in the NW-Peninsula. Its exploitation has never been considered economic except during import crises as a result of a war. Operations were started in several places during World War one. Only one occurrence (Botn) was mined during the Second World war. the last mining operations were carried out in the fifties. The occasion of the present study was a decree passed by the Althing in 1983 suggesting that the Energy Authority and the Research Council of Iceland should jointly undertake a study of the lignite occurrences in the NW peninsula and their exploitability. This report summarizes the present state of knowledge and gives an account of the major prospect areas.

### Geological setting

The Tertiary lava pile of the NW-peninsula ranges in age from about 15 Ma in the farthest NW to about 9 Ma in the SE (Moorbath et al. 1966, McDougall et al in press). The lavas of the pile dip gently towards SE, the dips being steepest (10-15 ) near Steingrímsfjörður in the SE. Most of the lignite follows four distinct clastic cycles that are traceable in the lava pile for distances of several tens of km along strike. Their formation may have to do with the migration of volcanic systems to successively more southeasterly positions. However, they do not appear to represent any long periods of volcanic quiescence except the lowest clastic group of Breiðhilla (McDougall et al in press). The main constituents of the clastic beds are basaltic to acid tuffs and water transported volcanic debris.

The stratigraphically lowest lignite occurrences are found on either side of Ísafjarðardjúp. To the north of the bay they crop out in a 20 km long zone (Fig 7), and to the south the outcrops extend for another 20-40 km. Most of the outcrops lie between sealevel and about 230 m altitude farthest up-dip. The total thickness of this bed is 5 to 20 m. Faults and dykes are few, but increase towards SE and S. Lignite was mined at Gil and Botn in the vicinity of Ísafjörður.

The next layer traceable for about 50 km along strike is richest in lignite between Arnarfjörður and Patreksfjörður. Its thickness varies from 2 to 20 m. The lignite is intercalated with numerous thin tufflayers and overlain by a 5 m thick hyaloclastite breccia. The sequence dips about 3-5°. There are numerous dykes and a few faults. Lignite was mined at Dufansdalsnúpur and Þernudalur.

The third lignite bearing clastic group occurs north of Breiðafjörður, however the only good prospect is in Stálfjall in the extreme west. The locality is extremely inaccessible, being low down in a precipitous seacliff, but is little disturbed by faults or dykes and the dips are gentle. A major mining effort was launched during World War one, but ended in a complete failure.

The fourth lignite bearing clastic group occurs on both sides of

Steingrímsfjörður (Fig. 11 - 14). Dips are over 10° and the continuity of the beds is severely disrupted by faults. Mining has never been attempted.

#### Outcrop situation and continuity of lignite seams

Outcrops are generally confined to stream sections or sea cliffs. Elsewhere the clastic beds tend to be obscured by scree or vegetation due to their poor resistance to weathering. The outcrop frequency is of the order of less than one to three pr. km, at Steingrímsfjörður, which is exceptional. The longest nearly continuous outcrop of about 3 km occurs in the sea cliffs of Straumnesfjall. As far as can be judged the lignite seams do not maintain constant thickness as seen on a km scale. As a rule they vary on a shorter distance (Figs. 8 and 12) as does also the lignite/rock ratio of the total lignite bearing section.

#### Thickness of lignite bearing sections

The maximum thickness of individual lignite seams is probably no more than 20-40 cm, even though a thickness of up to one meter has been reported. Careful observations reveal frequent thin ash layers that tend to be neglected in statements about thickness. Generally the lignite bearing section thus consists of several layers interbedded with tuff and mudstone. Some thicknesses and lignite/rock ratios are given below.

---

Locality	Thickness of main seam	Thickness of lignite and rock in lignite bearing section
Straumnesfjall	0.7 m	2.4 m in 5.4 m section
Botn	0.2 m	0.7 m in 0.9 m section
Bernudalur	0.4 m	0.95 m in 1.8 m section
Dufansdalur	0.2 m	0.8 m in 1.8 m section
Stálfjall	0.7 m	1.1 m in 2.1 m section
Nónlækur		1.9 m in 2.9 m section
Húsavíkurkleif		0.8 m in 1.9 m section

---

#### Physical properties of the lignite

The lignite has been classified into three main types (Bárðason 1918): Fossil wood, lignite sensu stricto and bituminous clay. The moisture content is close to 20% (average of 30 samples) air dry at outdoor conditions. Mine-wet samples may contain some 25% moisture. The ash content varies from 5-15% for fossil wood up to 20 - 50% for lignite sensu stricto. Higher values are found for bituminous clay (Figs. 5 and 6). Here ash is burning residuals exclusive of intercalated volcanic ash or mudstone. The heat content is directly related to the ash content (Fig. 5). Common values range from 2.400-3.800 kcal/kg. The table below shows values obtained for ash content and energy equivalent of lignite from different localities in the NW-Peninsula.

Locality	Number of samples	Energy MJ/kg	Ash %	Ash % range
Stálfjall	8	13	28	18-36
Dufansdalur/Þernudalur	5	9.1	47	30-58
Botn	3	15	27	17-41
Straumnesfjall	1	13	34	17-41
Gunnarsstaðagróf				
Steingrímsfjörður	4	15.1	30	25-38

The density of the lignite ranges from 1.34 to about 1.7 depending on ash content (Fig 6). It is lowest for fossil wood (1.3-1.4) and higher for lignite sensu stricto 1.3-1.7, most common values lie around 1.4. Almost no chemical analyses exist. Eiríksson (1920) had chemical analyses done on samples from various localities. Only carbon (21-35%) and sulphur content (3,0-8,9%) were determined besides combustible volatile matter (20-33%).

Three localities are suggested as targets for further study:

1. Straumnesfjall because of its thick lignite section (Fig 8) and good exposure. The area is uninhabited and has to be reached by boat from Ísafjörður (1 1/2 hour). Landing below the cliffs is possible only in calm weather; alternatively the outcrops can be reached on foot from Aðalvík (3-4 hours walk).
2. Botn because of the rather stable thickness of the lignite layer found during mining operations in tunnels reported as close to 300 m in total length, and also because of its easy accessibility (Fig 9).
3. Dufansdalsnúpur (Fig 10) because of many reports from experts as well as laymen of "thick lignite" as well as "fat coal" although such reports do not find support in the data so far. Also here conditions for shipment are good. Accessibility is good, which also applies to Þernudalur nearby.

If time and weather permits Stálfjall might be visited. Approach should be attempted from the sea.