

**UTLAN**

Bókasafn Orkustofnunar



**ORKUSTOFNUN**

Vatnamælingar



HASKÓLI ÍSLANDS



NÁTTÚRUFRAÐISTOFNUN ÍSLANDS

# Sethjallar sunnan Kárahnjúka

## Rannsóknir vegna Kárahnjúkavirkjunar

Jórunn Harðardóttir  
Áslaug Geirs dóttir  
Hafdís Eygló Jónsdóttir

**ÚTLAN**  
Bókasafn Orkustofnunar

Unnið fyrir Landsvirkjun

**2001**

**OS-2001/006**

OS-2001/006



**ORKUSTOFNUN – Vatnamælingar  
Háskóli Íslands  
Náttúrufræðistofnun Íslands**

Verknr. 7-661743

**Jórunn Harðardóttir, Orkustofnun  
Áslaug Geirs dóttir, Háskóla Íslands  
Hafdís Eygló Jónsdóttir, Náttúrufræðistofnun Íslands**

# **SETHJALLAR SUNNAN KÁRAHNJÚKA**

## **Rannsóknir vegna Kárahnjúkavirkjunar**

**Unnið fyrir Landsvirkjun**

**OS-2001/006**

**Janúar 2001**

**ISBN 9979-68-064-4**

**ORKUSTOFNUN – VATNAMÆLINGAR  
Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími 569 6000 – Fax 568 8896  
Netfang: [os@os.is](mailto:os@os.is) – Veffang: <http://www.os.is>**



<b>Skýrsla nr:</b> OS-2001/006	<b>Dags:</b> Janúar 2001	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til		
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> Sethjallar sunnan Kárahnjúka. Rannsóknir vegna Kárahnjúkavirkjunar		<b>Upplag:</b> 75		
		<b>Fjöldi síðna:</b> 31		
<b>Höfundar:</b> Jórunn Harðardóttir, Orkustofnun Áslaug Geirs dóttir, Háskóla Íslands, Hafdís Eygló Jónsdóttir, Náttúrufræðistofnun Íslands	<b>Verkefnisstjóri:</b> Jórunn Harðardóttir			
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> setkortlagning	<b>Verknúmer:</b> 7-661743			
<b>Unnið fyrir:</b> Landsvirkjun				
<b>Samvinnuaðilar:</b> Háskóli Íslands og Náttúrufræðistofnun Íslands				
<p><b>Útdráttur:</b>  Í skýrslunni er gerð grein fyrir kortlagningu setлага í lónstæði Háslóns, uppistöðulóns Kárahnjúkavirkjunar. Verkið var unnið í samvinnu við Háskóla Íslands og Náttúrufræðistofnun Íslands í tengslum við umhverfismat Kárahnjúkavirkjunar. Stuttlega er greint frá fyrrri rannsóknum á svæðinu en síðan er sniðum í setlögin lýst nákvæmlega og greint frá aldursgreiningum á setinu. Þá er helstu niðurstöðum lýst og setlögin sett í samhengi við aðrar umhverfisbreytingar á Íslandi. Helstu niðurstöður eru þær að setið sem myndar sethjallana sunnan Kárahnjúka myndaðist að mestu leyti á tiltölulega skömmum tíma í lok ísaldar í lóni framan við hörfandi jökuljaðar. Gröftur Dimmugljúfra og myndun hjallanna, sem eru áberandi í setinu, átti sér hins vegar stað samtímis stækjun jöklar síðar á nútíma, á sama tíma og aðrar rannsóknir benda til kólnandi veðurfars á Íslandi. Gröftur gljúfranna hefur ekki byrjað fyrr en fyrir um <math>4000^{14}\text{C}</math> árum og átt sér stað í þrepum, eins og sést á fjölda hjalla og aldursgreiningum á jarðvegi ofan á þeim. Svo vitað sé er hvergi á Íslandi hægt að skoða sambærilega jarðsögu á jafn auðveldan hátt og í tiltölulega einfaldri tímaröð eins og í sethjöllunum sunnan Kárahnjúka.</p>				
<b>Lykilord:</b> Virkjunarsvæði, jarðgrunnur, kortlagning, setlög, snið, aldursgreining	<b>ISBN-númer:</b> 9979-68-064-4			
<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 				
<b>Yfirfarið af:</b> IK, ASn, PI				

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	5
2. FYRRI RANNSÓKNIR	5
3. SETMYNDANIR	6
3.1 Lýsing einstakra sniða	6
3.1.1 Snið 1. Norðvestan við Sauðárkofa	7
3.1.2 Snið 2. Norðan Kringilsár	8
3.1.3 Snið 3. Sauðafellssnið	8
3.1.4 Snið 4. Lindur	9
3.1.5 Snið 5. Tröllagil	9
3.1.6 Snið 6. Á milli Tröllagils og Sauðár	10
3.1.7 Snið 7. Flugvallarsnið, syðri hluti	10
3.1.8 Snið 8. Flugvallarsnið, nyrsti hluti	11
3.1.9 Snið 9. Við Fremri-Kárahnjúk	11
3.2 Aldursgreiningar á setinu	12
4. NIÐURSTÖÐUR OG UMFJÖLLUN	13
5. ÁLYKTUN	15
6. HEIMILDIR	16

## MYNDASKRÁ

1.	Yfirlitskort af rannsóknarsvæðinu	19
2.	Yfirlitsmynd yfir sniðatökustað 1	20
3.	Jarðlagasnið 1 norðaustan Sauðárkofa	21
4.	Jarðlagasnið 2 við Kringilsá og skýringar með jarðlagasniðum	22
5.	Jarðlagasnið 3 við Sauðafell	23
6.	Jarðlagasnið 4 við Lindur	24
7.	Byggingareinkenni í jarðlagaeiningu við Lindur	25
8.	Myndir úr sniði 5 við Tröllagil	26
9.	Jarðlagasnið 5 við Tröllagil	27
10.	Jarðlagasnið 6a og 6b milli Tröllagils og Sauðár	28
11.	Jarðlagasnið 7 í syðri hluta flugvallarhjalla	29
12.	Jarðlagasnið 8 í nyrsta hluta flugvallarhjalla	30
13.	Jarðlagasnið við Kárahnjúka	31

## TÖFLUSKRÁ

1.	Niðurstöður aldursgreininga á jarðvegssýnum	12
----	---	----

## 1. INNGANGUR

Eftir að Kárahnjúkavirkjun varð efst á blaði sem virkjunarkostur norðan Vatnajökuls fyrr á síðasta ári, hefur athygli manna beinst sérstaklega að þeim jarðmyndunum sem rask verður á vegna fyrirhugaðra virkjunarframkvæmda. Stífla er fyrirhuguð efst í Dimmugljúfrum (Hafrahvammagljúfrum) við Fremri-Kárahnjúk (mynd 1) og mun hún mynda svokallað Hálslón í núverandi farvegi Jökulsár á Dal (Jöklu) allt inn að Brúarjökli. Lónið verður tæplega 25 km langt og 145 m djúpt þar sem það er dýpst miðað við hæsta vatnsborð í 625 m y.s. Í dag eru á þessu svæði útbreidd setlög, sem hafa m.a. myndast í fornu lóni við aðra legu jökuls í ísaldarlok. Þessi setlög munu fara undir vatn ef af Hálslóni verður.

Skyrsla þessi er hluti af umhverfismati Kárahnjúkavirkjunar og fjallar um hin útbreiddu setlög sem liggja innan þess svæðis sem fara mun undir vatn í Hálslóni. Fyrri rannsóknir hafa þegar bent á mikilvægi setmyndananna í jarðsögu Íslands og hversu hátt náttúruverndargildi þau hafa, svo og nauðsyn þess að rannsaka þau frekar (Kristinn Haukur Skarphéðinsson o. fl. 2000; Sigmundur Einarsson o. fl. 2000). Markmið rannsóknanna var að gera forathugun á jarðsögu svæðisins sem setlög sunnan Kárahnúka hafa að geyma og álykta um náttúrufræðilegt gildi þeirra og hvort frekari rannsóknna á seteingunum sé þörf. Einning var reynt að komast að niðurstöðu um upphleðsluhraða í hinu forna lónstæði, en þær upplýsingar munu hugsanlega nýtast áformuðum framkvæmdum á svæðinu. Kortlagðar voru helstu setlagaeiningar á svæðinu og afstæður aldur þeirra metinn. Sömuleiðis voru tekin nokkur jarðvegssýni til beinna aldursgreininga.

Verkið var unnið af hópi sérfræðinga á sviði setlagafræði og ísaldarjarðfræði frá Orkustofnun (Jórunn Harðardóttir), Háskóla Íslands (Áslaug Geirs dóttir) og Náttúrufræðistofnun Íslands (Hafdís Eygló Jónsdóttir). Verkefnisstjóri var Jórunn Harðardóttir.

## 2. FYRRI RANNSÓKNIR

Tölувart hefur verið unnið að rannsóknum á svæðinu frá Brúarjökli og að Kárahnjúkum á síðustu áratugum. Flestar þessar rannsóknir hafa beinst að kortlagningu jökulmenja framan við Brúarjökul og má þar nefna rannsóknir Emmy Todtmann (1955, 1960), Sigurðar Þórarinssonar (1964a og 1964b) og Óskars Knudsen (1995, 2000), þó að mun fleiri hafi fjallað um jökulmenjar á svæðinu í ritum sínum. Minna hefur verið um útgefið efni sem fjallar um setmyndanirnar sjálfar en nokkrar rannsóknir tengdar jarðefnaleit hafa farið fram á svæðinu (t.d. Skúli Víkingsson og Þórólfur Hafstað 1993; Ágúst Guðmundsson 1995) til viðbótar við rannsóknir Óskars Knudsen (óbirt gögn) á innviðum setmyndana. Síðast en ekki síst hefur verið gefið út jarðgrunnskort af svæðinu umhverfis setmyndanirnar í mælikvarðanum 1:25.000 (Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 2000), sem höfundar þessarar skýrslu hafa mikið stuðst við.

Ummerki um víðáttumiklar jökulframrásir má sjá á svæðinu norðan Brúarjökuls enda jökkullinn einn af framrásarjöklum Vatnajökuls. Mest áberandi eru jökulgarðar og aðrar jökulmenjar sem mynduðust við framhlaup Brúarjökuls árið 1890, og rekja má yfir Kringilsárrana og inn að jöklum (Todtmann 1955, 1960; Sigurður Þórarinsson 1964a;

Óskar Knudsen 2000, Skúli Víkingsson 2000; Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 2000). Jökulmenjar þessar hafa að hluta til hulið garða sem mynduðust við eldri jökulframhlaup árið 1810. Samkvæmt gjóskulagarannsóknum Sigurðar Þórarinssonar á svokölluðum Töðuhraukum, sem mynduðust árið 1890 í Kringilsárrana, og jarðvegsnáiðum utan þeirra er talið að þessi framrásarstig lýsi nyrstu stöðu jökuls síðan í lok ísaldar (Sigurður Þórarinsson 1964a).

Eldri jökulgarða má finna á nokkrum stöðum norðan framhlaupsgarðanna frá 1890 (t.d. Todtmann 1960; Sigurður Þórarinsson 1964a; Bessi Aðalsteinsson 1992; Hjörleifur Guttormsson 1987; Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 2000). Engar beinar aldursgreiningar eru til af þessum görðum en gjóskulagarannsóknir benda til þess að þeir séu a.m.k. talsvert eldri en Hekla 4 gjóskulagagið, sem er rúmlega 3800  $^{14}\text{C}$  ára gamalt (Sigurður Þórarinsson 1964a; Dugmore o. fl. 1995). Þessir garðar hafa verið kenndir við svokölluð Þorláksmýrar- og Búrfellsstig, og eru taldir marka ummerki framhlaupa jökuls á hörfunartíma hans í lok síðasta jökulskeiðs (mynd 1).

### 3. SETMYNDANIR

Umræddar setmyndanir liggja frá Kringilsárrana og Sauðá í suðri og að Fremri-Kárahnjúk í norðri, eða þar sem hin tilkomumiklu Dimmugljúfur hafa grafið sig í gegnum allt að 140 m þykkar móbergseiningar (mynd 1). Hæsta strandlína hins forna lóns eru í um 590 m hæð (Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 2000) og hefur lónið þá verið stíflað af berghafti við Ytri-Kárahnjúk þar sem gljúfrin eru einna dýpst. Setmyndanirnar eru misáberandi í landslaginu og mynda á sumum stöðum áberandi hjalla sem fara stiglækkandi niður að farvegi Jöklu, en á öðrum stöðum eru mörk þeirra óljós. Sethjallarnir eru einna mest áberandi á móts við Sandfell, við Lindur og austan við Sauðafell, en mjög er misjafnt hve margir þeir eru á hverjum stað.

Rannsókn á setlögunum fór fram í september 2000 þar sem snið voru mæld upp í gegnum jarðlagastaflann á nokkrum stöðum. Hverri seteiningu var lýst nákvæmlega með tilliti til ytri og innri byggingareinkenna og myndir teknar eins og þörf var á. Setsýnum var safnað, en ekki var farið út í nánari greiningar á þeim þar sem það var ekki talið nauðsynlegt fyrir þennan þátt rannsóknarinnar. Jarðvegssýni til aldursgreininga voru hins vegar tekin og þau send til háskólans í Árósum til greininga.

Á rannsóknarsvæðinu voru mæld upp 6 aðalsnið. Þeim var lýst nákvæmlega og mæld með hæðarmæli. Önnur þrjú snið voru mæld með minni nákvæmni. Aðalsniðin austan ár eru staðsett norðvestan við Sauðárkofa (Snið 1), við Lindur (Snið 4) og mitt á milli Tröllagils og Sauðár (Snið 6), en vestan ár við Sauðafell (Snið 3), við Tröllagil (Snið 5) og um 1,5 km norðaustan við Sauðá í svokölluðum flugbrautarhjöllum (Snið 7) (mynd 1). Aukasnið voru tekin við Kringilsá (Snið 2), nyrst í flugbrautarhjöllum (Snið 8) og loks austan ár við Fremri Kárahnjúk (Snið 9).

#### 3.1 Lýsing einstakra sniða

Hér á eftir kemur lýsing á hverju sniði fyrir sig og sömuleiðis er aðstæðum umhverfis þau lýst. Ekki er farið út í nákvæma túlkun á seteiningum í þessum kafla og er í staðinn

bent á 4. kafla þar sem finna má túlkun á helstu seteiningum. Byrjað er á því að lýsa sniðunum í syðsta hlutanum og svo haldið áfram til norðurs.

### 3.1.1 Snið 1. Austan Jöku. Norðvestan við Sauðárkofa.

Fáar opnur eru í sethjallana austan Jöku á svæðinu frá Sauðá á Vesturöræfum og í um 3 km til norðurs. Næst Sauðánni sést móta fyrir strandlínum í allt að 590 m hæð (Ingibjörg Kaldal og Skúli Þíkingsson 2000), en á þessu svæði er malardreif oft á tíðum eina setið sem tengist beint hinni forn lónfyllu. Snið var mælt upp í gili sem skerst í gegnum sethjallana í um 560-580 m hæð (mynd 1), um 3 km norður af ármótum Sauðár og Jöku. Sniðið liggur upp í gegnum tvo hjalla í mismunandi hæð og er sniðið aðgreint í neðra og efra snið (mynd 2).

Neðra sniðið er um 7 m hátt og sýnir mynd 3 einingarnar sem finnast í því. Neðsta seteiningin samanstendur af ská- og trogskálaga meðalkorna sandi, og ber sumstaðar á gárum. Farvegir hafa rofist ofan í seteininguna og fyllst af skálaga sandi með malarlinsum. Ofan á þessum farvegafyllum er um 1 m þykkt hnnullungalag með allt að 40-50 cm stórum hnnullungum, en malarkenndur sandur kemur þar ofan á. Um 20 cm þykkur jarðvegur hefur myndast í efsta hluta sandsins og var tekið sýni úr þessum jarðvegi til aldursgreininga (AAR-6669.1 og .2, sjá kafla 3.2). Allt að 3 m þykkt finmalarlag liggur ofan á jarðveginum. Líklegast hefur malarlagið myndast þegar hin forna Jökla rauf í efri hjallann og myndaði á sama tíma þann neðri.

Í neðstu 9 m efra sniðsins skiptast á skálaga grófsandur og fin- til grófmalarlinsur með einstaka finni og gráfari lögum. Í þessari einingu eru stærstu hnnullungar um 40 cm í þvermál (mynd 3). Greinilegar rofrásir sjást í neðri hluta þessarar grófu einingar þar sem farvegir hafa rofist ofan í fyrri farvegsfyllur og sett af sér grófsand og möl. Þessi eining er mjög áþekk sand- og malarlögunum sem sjást í neðra sniðinu og er líklega um sömu einingu að ræða. Ofan á þessari einingu er um 1,7 m þykkt jarðvegslag með fjölmögum óreglulegum gjóskulögum. Flest laganna eru svört en a.m.k. tvö þeirra innihalda ljósá gjósku. Neðst í einingunni eru gjóskulög mjög aflöguð, og rétt um 1 m fyrir ofan neðri mörk jarðvegslagsins virðast lögin vera frosthreyfð. Næst kemur um 1 m af lagskiptri finmöl, en ofan á henni liggur misþykk malareining sem er allt frá 1 m til 4 m á þykkt. Efst í sniðinu má finna þykka jarðvegseiningu, sem er yfir 3 m þar sem hún er þykkust, en einingin þykknar til austurs. Nokkur dökk gjóskulög má finna í þessari jarðvegseiningu, auk ljóslitaðs gjóskulags, sem ættað er úr Öræfajökulsgosinu 1362. Það gjóskulag, ásamt þykka basaltgjóskulaginu "a", er eitt af helstu leiðarlögum svæðisins (t.d. Sigurður Þórarinsson 1958; Guðrún Larsen 1982; Jón Benjamínsson 1982). Þessi gjóskulög finnast í miðri jarðvegseiningunni.

Ofarlega í næsta áberandi gili fyrir norðan snið 1 má finna opnu í jökulurð ofan á berggrunni, en ofan á henni er möl og sandur. Farvegir með stórgryti hafa rofist ofan í sandinn. Stærstu steinar í jökulurðinni eru um 7 cm í þvermál og eru þeir dreifðir um grunnmassa sem samanstendur af siltríkum sandi. Ofarlega í næsta gili þar fyrir norðan finnst einnig jökulurð. Lítill aurkeila hefur myndast framan við eitt af stærri giljunum á svæðinu, sem staðsett er rétt sunnan við ármót Kringilsár og Jöku. Þar sem gilið víkkar ofarlega skiptast á miklar hnnullunga- og steinalinsur og finni grófsands-/finmalarlinsur. Stærstu hnnullungar eru um 40-50 cm í þvermál. Á sumum stöðum er líkt og efnið hafi

skriðið af stað í vatnssósa umhverfi (flæðiurð?). Þetta gil er í beinu framhaldi af jökulgarði sem kenndur er við Þorláksmýrar, sem talinn hefur verið frá ísaldarlokum. Jökulgarðurinn er sýndur á jarðvegskorti Ingibjargar Kaldal og Skúla Víkingssonar (2000), sem mynd 1 byggir á.

### **3.1.2 Snið 2. Vestan Jöklu. Norðan Kringilsár.**

Gengið var niður með Kringilsá að norðanverðu og fram á brún sethjalla sem hægt er að rekja til norðurs í um 560 m hæð (mynd 1). Sunnan megin við Kringilsá, í Kringilsárrana, eru áberandi sethjallar sem ekki voru skoðaðir í þessari rannsókn þar sem Kringilsá var ófær. Á loftmynd og ljósmyndum lítur út fyrir að mestur hluti pallanna innihaldi gróft efni s.s. sand og möl. Tekið var gróft snið í efri hluta pallanna norðan árinnar þar sem opna var í setið, en mikill hluti brekkunar frá hjallabréði og niður að Jöklu er gróinn og því fáar samfelldar opnur í sethjallana.

Opnan er tæplega 7 m há og í neðsta hluta hennar skiptast á lög með lagþynnóttum finsandi og malarkennd grófsandslög (mynd 4). Ofan á þessari einingu kemur um 70-80 cm þykkt rauðbrúnt jarðvegslag með nokkrum svörtum gjóskulögum. Sýni var tekið úr jarðveginum til aldurgreiningar (AAR-6668.1, AAR-6668.2, sjá kafla 3.2). Ofan á jarðveginum er um 1,5 m þykk einsleit möl í grófsands-/finmalargrunni með rúnnuðum steinum allt að 20 cm í þvermál. Efstu 30 cm malarinnar er samblandaður jarðvegi sem hefur myndast seinna.

### **3.1.3 Snið 3. Vestan Jöklu. Sauðafellssnið.**

Innviðir sethjallana sjást víða vel við Sauðafell. Í gili sunnan við stærsta sethjallann á svæðinu var snið 3 mælt upp (mynd 1). Neðst í því gili er grófur sandur með einstaka möl. Því næst tekur við kornborin malarrík eining með einstaka stórum hnallungum, allt að 30 cm að stærð. Ofan á henni skiptast á steina-, malar- og grófsandslinsur (mynd 5). Einingin verður finni upp á við og er orðin að skálaga sandi með einstaka malarlinsu um 3 m ofar. Ofan á honum skiptast síðan á 2-5 m þykkar einingar með lagskiptum sandi (fin-/meðalgrófur) og lagþynnóttum, siltríkum finsandi. Efsta sandlagið er töluvert grófara en undirliggjandi einingar og koma fram í því þunnar malarlinsur og mjög áberandi klifrandi gárar sem gefa til kynna mikið framboð sets og hraðan setflutning. Sandlagið verður hins vegar sífellt fingerðara eftir því sem ofar dregur og eftir 4 m koma inn í það finsands- og siltlög. Engin augljós mörk eru á milli þessarar og ofanáliggjandi einingar, sem inniheldur um 6 m af finlagþynnóttu silti með ljósum silt/leirlögum. Ljósu fingerðu lögin eru á bilinu 2 mm til 2 cm þykk, og fjöldi lagþynnupara á milli þeirra er á bilinu 12-30. Nokkuð jöfn setþykkt er á milli þessara laga en í allt voru talin 26 ljós lög í eininguunni. Frekari rannsókn á lagþynnunum er nauðsynleg áður en hægt er að álykta hvort um eiginlegar hvarflagaeiningar er um að ræða (ljóst vetrarlag og nokkrir púlsar af dekkri og grófari sumarlögum), en ef svo er, hefur setupphleðsla í vatninu sem þessa fingerða seteining myndaðist í verið hröð (23 cm/ár). Ekki var hægt að rekja þessa fingerðu einingu um svæðið og má því álíta að um staðbundna myndun sé að ræða. Um 9 m af malar- og sandlögum hafa lagst ofan á þessa seteiningu. Efst í þessu sniði er svo um 1 m þykk malareining.

### 3.1.4 Snið 4. Austan Jöklu. Lindur.

Miklir sethjallar liggja utan í hlíðinni við Lindakofa og eru ágætar opnur í setið í hinum fjölmörgu giljum sem hafa rofist í setið. Sniðið sem hér er til umfjöllunar er samansett snið úr giljunum norðan við Lindakofann (myndir 1 og 6), en einnig var setið sunnan kofans skoðað. Setið liggur ofan á mishæðóttí breksíu og er neðsta einingin í sniðinu jökulberg með allt að 25-30 cm stórum hnnullungum sem eru dreifðir um sandkenndan grunnmassa. Þetta jökulberg finnst á einstaka stað og er túlkað sem rofleif ofan á berginu, sem finna set hefur sest til ofan á. Ofan á jökulberginu er linsa af hnnullungum og steinum í malar-/grófsandsgrunnmassa. Stærstu hnnullungarnir eru 40-50 cm í þvermál en flestir þeirra eru 5-10 cm í þvermál. Sjálft sniðið byrjar með um 4 m þykkum grófum sandi með allt að 0,5 m þykkum malarlinsum. Einingin verður smám saman gráfari og við tekur rúmlega 10 m þykk eining með meðal- til grófum sandi sem inniheldur gráfari og fleiri malarlinsur en setið fyrir neðan. Um 1 m ofan við efstu malarlinsuna, sem er með allt að 10 cm stórum steinum, fara að koma inn í sandinn einstaka ljós lög/lagþynnur með fingerðara efni. Á sama stað verður sjálft setið fingerðara. Enn meira verður um ljós lög um 8 m ofar. Á þessum stað má sjá í undirliggjandi jökulberg. Ofan á því er um 20 m þykk finsandseining með ljósum siltlögum, sem verður gráfari upp á við um leið og ljósum siltlögum fækkar. Jökulbergið myndar landslag sem siltkenndi finsandurinn hefur sest til í. Á um 3 m kafla nokkru ofan við jökulbergið er setið töluvert afmyndað af misgengjum og fellingu (mynd 7a). Einig ber á pokum með möl í. Um 4 m neðan við efri lagmót siltkennda finsandsins kemur fram stakt siltlag sem er um 1 m á þykkt, en finsandseiningin heldur áfram ofan við það. Þar sem lækur hefur rofist ofan í þessa einingu koma ljósu siltlögin sérstaklega vel fram (mynd 7b), en ekki var hægt að rannsaka gerð og fjölda þeirra frekar vegna hörðununar setsins, auk þess sem ekki var hægt að skoða samfellt lóðrétt snið í gegnum eininguna. Efsti hluti sniðsins samanstendur af 3 m þykkum skálaga meðal- til grófsandi með einstaka gárum, og 0,8-0,9 m þykkri malareiningu þar ofan á. Ofan á öllu saman er um 1-3 m þykkur jarðvegur með gjóskulögum og er Ö-1362, sem er nokkru fyrir ofan miðja eininguna, mest áberandi lagið. Annað ljóst gjóskulag liggur rúmum 1 m neðar og er hugsanlega um annaðhvort H3 eða H4 að ræða.

### 3.1.5 Snið 5. Vestan Jöklu. Tröllagil.

Snið var mælt upp í litlu gili rétt norðan við Tröllagil (mynd 1). Samanlögð þykkt þess er um 25 m (myndir 8 og 9). Neðst skiptast á lagskiptur meðalfinn til grófur sandur og malarlinsur (mynd 8), og er þessi eining um 6-7 m þar sem hún er þykkust. Ofan á þessari einingu er 7 m þykk lagþynnótt silteining með einstaka sandlagi og einsleitari siltlögum. Ljós 1 cm þykk leirkennnd siltlög setja einnig mark sitt á þessa einingu og koma þau oft fyrir á um 10 cm millibili. Ofan við þessa fingerðu einingu, verður setið grófara og skiptast á lagskipt/lagþynnótt, finsöndug silt- og (trog)skálaga finsandslög (mynd 8). Þar sem einingin er þykkust er hún 7 m. Trogskálaga grófsandur með malarlinsum með allt að 30 cm stórum hnnullungum liggur ofan á þessari einingu. Á milli þessarar meðalgrófu einingar og ofanáliggjandi 90 cm þykkar malareiningar með sandlinsum er um 30-50 cm rauðbrúnt jarðvegslag með gjóskulögum (mynd 8). Sýni til aldursgreiningar var tekið úr efsta cm þessa jarðvegslags (AAR-6670, sjá kafla 3.2).

### 3.1.6 Snið 6. Austan Jöklu. Á milli Tröllagils og Sauðár.

Áberandi nef skagar fram í Jöklu austan ár, mitt á milli Tröllagils og Sauðár. Setlagasnið voru tekin sitthvoru megin við nefið og var snið 6a tekið norðan þess, en snið 6b sunnan í því. Setlagaeiningarnar eru áþekkar á báðum stöðum þó að þær séu misþykkar og misgrófar.

Snið 6a (mynd 10). Neðsta einingen liggur ofan á hraunbreksíu en hún er að miklu leyti hulin skriðum svo erfitt er að gera sér nákvæmlega grein fyrir innviðum hennar. Stórir hnnullungar hafa hrundið úr einingunni og liggja á við og dreif í neðsta hluta sniðsins. Efri lagmót einingarinnar eru óljós en ofan á henni liggur a.m.k. 2 m þykk eining úr siltkenndum finsandslögum með einstaka steinalinsum og grófari sandlögum. Eftir um 2 m verða lögin grófari og næstu 11 m innihalda sandlög og um 0,5 m þykk finmalarlög með einstaka siltlögum og steina-/hnnullungalinsum. Stærstu hnnullungar eru 45 cm stórir. Ofan á þessari grófu einingu eru 38 m af mun fingerðara seti með finsandi og siltkenndum finsandi, sem nær langleiðina upp í topp sniðsins. Á stöku stað má sjá gára í sandinum. Meðalgróf til gróf sandlög/lagþynnur eru algeng í setinu og eru þau yfirleitt gulleitari en hinn gráleiti siltkenndi finsandur. Einstaka einingar með finlagþynnóttu silti finnast einnig í setinu, auk 0,5 m þykkrar leirkenndrar einingar í efsta hluta þess. Í efstu metrunum sjást smá misgengi og fellingar. Á kafla hallar lögunum mikið og er eins og þau séu hluti af fellingu í setinu. Ofan á þessu öllu saman liggur ósamfelld malardreif.

Snið 6b (mynd 10). Í sniði 6b sést mun betur í neðstu eininguna á svæðinu þar sem skiptast á möl og nær kornborin lög af hnnullungum. Í þessu sniði liggur hnnullungaeiningin ofan á hraunbreksíu og er um 10 m þykk. Einingin er þó mjög misþykk og er hún sumstaðar innan við 1 m en fer upp í 18 m þar sem hún er þykktust. Ofan á henni eru 4 m af meðalgrófum til grófum dökkum lagskiptum sandi sem verður að lagþynnóttum fin- til meðalgrófum sandi, alls um 5 m á þykkt. Því næst tekur við eining, sem er sambærileg við þykku fingerðu eininguna í sniði 6a, en þar er hún heldur siltkenndari. Um 12 m ofar verður einingin þó fingerðari og við taka um 6 m af siltkenndum finsandi. Setið verður enn fingerðara er ofar dregur og eftir rúman 1 m af sandríku silti tekur við 0,5 m af leirkenndu, gulbrúnu seti. Svipað leirkennt set finnst einnig á svipuðum stað í sniði 6a (mynd 10). Neðarlega í leirnum má sjá örsmá misgengi. Lagþynnóttur til lagskiptur fin-/meðalgrófur sandur tekur næst við. Einingin er misþykk, hún er 7 m í þessu sniði en þykknar til vesturs. Þar ofan á eru 2 m af lagskiptri möl og sandi. Efst er þunn malardreif.

### 3.1.7 Snið 7. Vestan Jöklu. Norðan Sauðár gegnt Sandfelli. Flugvallarsnið, syðri hluti.

Mikill og sléttur sethjalli breiðir úr sér norðan Sauðár gegnt Sandfelli (mynd 1). Pallurinn er um 500 m breiður þar sem hann er sem breiðastur og um 4 km að lengd. Hjallinn er það sléttur að minni flugvélar geta lent á honum. Snið var mælt upp í gili sem nær niður á þykkt hnnullungaberg neðst í gljúfrinu. Ekki reyndist mögulegt að komast niður fyrir þessa einingu án frekari trygginga enda beljaði Jökla fyrir neðan.

Sniðið er samtals um 70 m þykkt (mynd 11). Neðst niðri við Jöklu sést í berggrunn, en þar ofan á er a.m.k. 10 m þykk hnnullungabergseining. Neðst má sjá að hnnullungarnir fljóta í grunnmassanum, en magn steina og hnnullunga eykst upp á við og efst verður

einingin nær kornborin. Töluvert er um hálfkantaða steina og hnullunga. Þessi eining er einsleit á að sjá á sumum stöðum en á öðrum stöðum örlar á lagskiptingu. Þar sem hægt var að komast að efsta hluta einingarinnar var grunnmassi hennar silríkur sandur. Efst er linsa með allt að 1 m stórum hnullungum. Þessi eining er túlkuð sem jökulrænt set, þ.e. jökulurð sem hlaðist hefur upp undir hörfandi jöklí. Töluverður ásýndarbreytileiki er á þessari einingu í næstu giljum og virðist bræðsluvatn hafa mikið mótað hana. Setið verður töluvert finna þar fyrir ofan og samanstendur af um 5 m af skálaga grófsandi með malarlinsum. Þar ofan á er um 7 m þykk eining þar sem skiptast á grófsands- og malarlinsur með hnullungum sem eru allt að 40 cm í þvermál. Setið verður síðan enn finna og eftir um 11 m af brúnleitum lagþynnóttum finsandi, taka við 10 m af ljósum lagþynnóttum siltsteini með dekkri finsandslögum. Yfirleitt eru um 9-12 cm á milli ljósu siltlaganna. Efst í einingunni eru lítil misgengi, og er færslan á þeim á bilinu 3 mm til 2 cm. Þar ofan á er setið mikið aflagað, lagskipting mjög óljós og mikið um silt- og sandbollur í þvældum grunni. Næstu 20 m innihalda finsand sem verður þó sífellt grófari og skálagaðri þegar ofar dregur. Efsti hluti sniðsins samanstendur af meðalgrófum sandi og sandsteini með 1 m af möl þar ofan á.

Rannsóknaholur hafa verið boraðar með cobrabor og gryfjur verið grafnar í sethjallann til þess að skoða efni með tilliti til byggingarefnis (Skúli Víkingsson og Þórólfur Hafstað 1993; Águst Guðmundsson 1995). Samkvæmt þessum rannsóknum er efsta mölin í pallinum yfirleitt ekki mikið þykkari en 2 m, en augljóst er að hún er mun þykkari þegar nær dregur Sauðánni. Enginn jarðvegur fannst í þessum sethjöllum í þessari rannsókn.

### **3.1.8 Snið 8. Vestan Jöklu. Norðan Sauðár gegnt Sandfelli. Flugvallarsnið, nyrsti hluti.**

Í norðurenda stóra sethjallans þar sem snið 7 er staðsett, gengur rúmlega 20 m djúpt og áberandi gil inn í sethjallann (mynd 1). Þetta gil er forn vatnsfarvegur (Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 2000) og var snið 8 mælt upp í gilinu (mynd 12). Neðstu 13 m samanstanda af lagþynnóttum finsandi, sem verður fingerðari upp á við. Því næst tekur við um 8-9 m þykk eining með lagskiptu silti og finsandi. Þar ofan á verður setið aftur grófara og samanstendur af lagskiptum meðal- til grófkorna sandi. Um 0,7-0,8 m malarlag liggur ofan á sandinum. Efsta einingen í sniðinu er um 1,5 m þykkur jarðvegur með gjóskulögum. Mynd 12 sýnir einfaldað gjóskulagasnið úr jarðveginum. Gjóskulagið Ö-1362 finnst um 122 cm neðan við yfirborð jarðvegsins. Um 144 cm neðan við yfirborð einingarinnar sést ljóst gjóskulag sem er að öllum líkindum Hekla 1158.

### **3.1.9 Snið 9. Austan Jöklu. Við Fremri Kárahnjúk.**

Umfangsmikill sethjalli liggur á milli Fremri Kárahnjúks og Sandfells og var snið 9 mælt upp í gili sem liggur upp í gegnum miðjan hjallann (mynd 1). Neðstu seteiningarnar eru ofan á dyngjubasalti sem sést vel í farvegi Jöklu fyrir neðan. Neðsta einingen inniheldur lög með grunnbornum til kornbornum hnullungum, malarlögum og skálögum sandi (mynd 13) og hafa rofist ofan í hana miklar rásir svo að hún er mjög misþykk. Í sniði 9 taldist þessi eining vera um 25 m þykk en hún er mun þynnri annars staðar. Lagskiptur siltkenndur harnaður finsandur hefur lagst ofan á grófu eininguna, en eftir um 14 m fara að koma inn ljósbrún fín- til meðalgróf sandlög svo að sandurinn virkar röndóttur. Um

10 m þykk eining af svarbrúnum sandi liggur ofan á röndótta sandinum og er hann finlagskiptur neðst en verður grófari upp á við. Efst í sniðinu er um 1 m þykkt malarlag.

### 3.2 Aldursgreiningar á setinu

Þrjú sýni voru tekin og send til geislakolsgreiningar við Háskólann í Árósum (AMS Laboratory, Institute of Physics and Astronomy, University of Århus). Sýnin voru tekin úr efsta hluta jarðvegs úr þrem mismunandi sniðum (tafla 1). Á þessum þrem stöðum liggur jarðvegurinn undir malarlagi sem jafnframt er efsti hluti hvers sethalla fyrir sig. Við Kringilsá og Tröllagil voru sýnin tekin úr jarðvegi í efsta sethalla í um 555 m h.y.s., en í Sauðárkofasniðinu var greindur jarðvegur úr næstefsta sethallanum í um 555 m h.y.s. Þar liggur annar sethalli tæpum 10 m ofar með um 1,7 m þykku jarðvegslagi sem ekki var aldursgreint í þessari rannsókn.

**Tafla 1.** Geislakolsgreiningar á jarðvegssýnum á svæðinu sunnan Kárahnjúka.

Staðsetning	Sýnanúmer	Gerð sýnis	$^{14}\text{C}$ aldur (BP) $\pm 1$ staðalfráv.	Aldur í almanaksárum $\pm 1$ staðalfrávik	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) VPDB
Snið 1. NV Sauðárkofa	AAR-6669.1	jarðvegur	<b><math>1810 \pm 65</math></b>	AD 130-210, AD 90-240	-23.8
Snið 2. Norðan Kringilsár	AAR-6668.1	jarðvegur	<b><math>3710 \pm 60</math></b>	2140-2060 BC, BC 2200-1980	-24.2
Snið 2. Norðan Kringilsár	AAR-6668.2	jarðvegur	<b><math>3910 \pm 75</math></b>	2460-2410 BC, BC 2490-2290	-23.7
Snið 5. Tröllagil	AAR-6670.1	jarðvegur	<b><math>4410 \pm 75</math></b>	3090-3040 BC, BC 3330-2920	-23.5

Öll sýnin voru meðhöndluð með HCl-sýru og sett í skilvindu. Aldursgreiningar voru síðan gerðar á efri hluta botnfallssins úr sýnum AAR-6669 og AAR 6670, en á bæði efri og neðri hluta botnfallssins úr sýni AAR-6668 til þess að komast að því hve einsleit sýnið væri. Þó að sýnið frá Kringilsá (AAR-6668.1 og .2) sýni misjafnan aldur miðað við eitt staðalfrávik, má telja að sýnið sé nokkuð einsleitt og að meðalsaldur gefi um 3800  $^{14}\text{C}$  ár.

Niðurstöður þessara fjóru aldursgreininga gefa til kynna að jarðvegsmýndanirnar séu misgamlar, þ.e. að jarðvegur á efri hjóllum við Kringilsá og Tröllagil hafi myndast fyrir ca. 4000  $^{14}\text{C}$  árum og jarðvegur á neðri hjalla við Sauðárkofasniðið fyrir um 1800  $^{14}\text{C}$  árum. Þessar jarðvegseiningar gefa því hámarksaldur fyrir tvö af roftímabilum hjallanna og sýna að myndun hjallanna hefur ekki byrjað fyrr en fyrir rúmlega 4000  $^{14}\text{C}$  árum og hefur ekki verið lokið fyrir um 1800  $^{14}\text{C}$  árum.

## 4. NIÐURSTÖÐUR OG UMFJÖLLUN

Rannsóknir á jökulmenjum benda til þess að í lok ísaldar, þ.e. á yngra dryas (11.000-10.000  $^{14}\text{C}$  ár BP) og í byrjun nútíma (9800-9600  $^{14}\text{C}$  ár BP), hafi jöklar náð fram í dali og til stranda víðast hvar á Íslandi (Hreggviður Norðdal 1991; Ólafur Ingólfsson og Hreggviður Norðdal 1994). Þetta á einnig við um Austurland, en rannsóknir á jökulgörðum og hærri sjávarstöðu, m.a. í Vopnafirði, benda til þess að jöklar hafi náð fjarðarbotninum á báðum þessum tímabilum.

Nyrsti og elsti jökulgarðurinn á svæðinu frá Brúarjökli og að Kárahnjúkum finnst vestan Jöklu og liggur sunnan við Hvannstóðsfjöll og um sunnanverðan Skógarháls (sjá kort Bessa Aðalsteinssonar í bókarkafla Hjörleifs Guttormssonar frá 1987) (mynd 1). Jökulgarður þessi er kenndur við Búrfell og er talinn vera frá lokum síðasta jökulskeiðs. Hann er talinn hafa myndast eftir að jöklar tóku að hörfa frá fjarðarbotnum og inn til lands fyrir um 9600  $^{14}\text{C}$  árum. Jökulruðningurinn sem þekur hinn forna jökulsorfnar dal, sem myndar undirlag setmyndananna, sem til umfjöllunar eru, lýsir mun stærri jöklri en nú er til staðar og hefur sennilega orðið til við þessar jökulframrásir á síðjökultíma. Ekki finnast neinir jökulgarðar sunnan við Búrfellsgarða fyrr en kemur að Sauðafellsöldu vestan Kringilsá (Todtman 1960; Ingibjörg Kaldal og Skúli Vikingsson 2000). Jökulgarðar þessir eru kenndir við Þorláksmýrar (mynd 1). Todtmann taldi garðana vera frá Mýrarskeiðinu síðara (Sub-Atlanticum), sem hófst fyrir um 2500 árum, en Sigurður Pórarinsson dregur þá ályktun byggða á öskkulagarannsóknum, að jökulgarðarnir séu litlu yngri en Búrfellsgarðarnir og því frá byrjun nútíma. Samkvæmt Bessa Aðalsteinsyni og Helga Torfasyni (1992, óbirt gögn) urðu Kárahnjúkar og Sandfell til í sprungugosi seint á síðasta jökulskeiði og mynduðu haft sem lokaði af jökulsorfnar dalinn sem setlögin nú fylla. Því má ætla að hörfun jöklus frá Búrfellsgörðum að Þorláksmýragörðum hafi verið hröð og tiltölulega viðstöðulaus. Þessari hröðu hörfun jöklus fylgdi mikið braðsluvatn sem vegna haftsins af völdum Kárahnjúks og Sandfells fyllti dalinn og bar fram mikið magn af silti, sandi og möl frá hörfandi jöklínnum í nýmyndað lónið. Jökulbergið sem finna má á nokkrum stöðum, oft sem stakar rofleifar (t.d. í Lindum (snið 4) og norðvestan við Sauðárkofa (snið 1)), tengist þessari jökulhörfun. Í neðsta hluta flestra sniðanna má finna jökulárset sem hefur myndast við hinn hörfandi jökuljaðar. Þessar einingar eru þykkari í suðurhluta hins forna lóns, eða nær hinum hörfandi jöklri. Á móts við Sandfell, að vestanverðu, er jökulársetið mjög groddalegt og til suðurs fingrast það saman við botn- og bráðurð. Það bendir til jökulhnándar þegar setið myndast. Hið eiginlega lónset á svæðinu er hins vegar mun þykkara í norðurhluta setmyndunarinnar, enda hefur setmyndun þar verið mun rólegri eftir því sem fjær drog jökuljaðri. Á flestum stöðum verður lónsetið fyrst fingerðara upp á við og markar sífellt fjarlægari jökuljaðar, en í efri hluta þess verður setið grófara á ný sem tengist fyllingu og grynningu lónsins. Á nokkrum stöðum er fina setið töluvert aflagað, þ.e. þvælt með fellingar og misgengi. Þetta bendir líklega til þess að setmyndunin hafi verið mjög hröð um tíma, en einnig gæti setið afmyndast við það að gróft set hafi sest til ofan á fingerðara seti. Það er einnig athyglisvert að nánast enginn leir fannst í þessum sethjöllum. Ingibjörg Kaldal og Skúli Vikingsson (2000) telja það vera vegna þess að lónið hafi haft eitthvað afrennsli.

Samkvæmt rannsóknum á sethjöllum meðfram Jöklu og með hliðsjón af fjölda þeirra og jöklajarðfræði svæðisins er greinilegt að setfyllan hefur verið í mótu (setmyndun og

rof) á tiltölulega löngum tíma frá lokum síðasta jökluskeiðs (preboreal) og fram á síðari hluta nútíma. Hins vegar má skipta móturn setfyllunnar í tvö tímabil, þar sem fyrra tímabilið lýsir setmyndun hennar og seinna tímabilið tengist rofi sethjallanna og setmyndunar tengdri rofinu. Þannig má ætla að langstærstur hluti setlaganna hafi orðið til við hraða hörfun jöklus frá Búrfellsstigi að Þorláksmýrarstigi, að öllum líkindum fyrir um 9500 – 8500 árum. Flest bendir til þess að jöklar á Íslandi hafi hörfað og minnkað mikið og hratt á fyrra hluta nútíma (um 9000 – 7000 BP) og má ætla að það hafi einnig átt við um Brúarjökul/Vatnajökul. Eftir að jöklar minnkuðu hefur forveri Jöklu verið nær óvirkur svo jarðvegur hefur náð að myndast á sandeyrunum eins og við Tröllagil annars vegar og norðan Kringilsár hins vegar. Aldursgreiningar sem gerðar hafa verið á tveim jarðvegssýnum úr efsta hluta jarðvegslaga frá þessum hæstliggjandi hjöllum sýna 3800 – 4410  $^{14}\text{C}$  ár (tafla 1). Ofan á þessu jarðvegslagi er um 1 metra þykkt malarlag sem bendir til þess að jökulá hafi á ný tekið að renna um svæðið, en það hefur sennilega gerst í kjölfar jökulframrásar fyrir um eða eftir 3800  $^{14}\text{C}$  árum (þ.e. eftir að jarðvegslagið hefur myndast). Ætla má að gróftur Dimmugljúfra hafi hafist við þessa framrás jöкла á svæðinu. Niðurgröfturinn hefur hins vegar ekki verið samfelldur, heldur gerst í þrepum eins og sjá má á hinum fjölmörgu hjöllum sem hafa grafist ofan í setfylluna. Á sumum stöðum hefur tíminn á milli roftímabila verið nógu langur til þess að jarðvegur hefur náð að myndast, eins og hið þunna jarðvegslag, sem myndaðist fyrir um það bil 1800  $^{14}\text{C}$  árum á lægri malarhjöllum í sniði 1 norðvestan við Sauðárkofa, gefur til kynna (tafla 1). Um 1-3 metra þykkt malarlag liggur einnig ofan á þessu yngra jarðvegslagi og bendir það sömuleiðis til eflingar jökulárinna og áframhaldandi gljúfursins.

Samkvæmt þessum niðurstöðum má því ætla að um a.m.k. tvö framrásarstig jöklus hafi verið að ræða á seinni hluta nútíma. Ummerkjum um þessi framrásarstig hefur ekki verið lýst áður á svæðinu. Byggt á aldursgreiningum á jarðveglögum tveim, hafa þessar framrásir átt sér stað fyrir um eða eftir 3800  $^{14}\text{C}$  árum og 1800  $^{14}\text{C}$  árum. Þetta kemur vel heim og saman við niðurstöður rannsóknna á framrásum jöкла á Suðausturlandi (Sharp og Dugmore 1985) og Norðurlandi (Stötter 1990, 1991, 1994, sjá Hjalti Guðmundsson 1997). Nýjar rannsóknir á setkjörnum á landgrunninu undan Norðvestur- og Norðurlandi sýna ótvírætt að um kólnun hafi verið að ræða á tímabilinu frá 3400-3000 BP og 1600-1800 BP (Andrews o. fl. óbirt, Áslaug Geirsdóttir o. fl. 2000). Þessar rannsóknir sýna þó allar að sennilega hafi kólnunin orðið enn meiri á “Litlu ísöldinni” og náð hámarki fyrir um 100-200 árum. Jökulframhlaupið frá 1890, sem myndaði Töðuhraukana í Kringilsárrana og var samtíma þeirri kólnun, kann því að hafa afmáð ummerki framangreindra jökulframrásu.

Ekki hefur verið unnt að rekja jarðveglögum tvö sem fundist hafa í efri hluta a.m.k. tveggja sethjalla af mismunandi hæð sunnan Sauðá, í sethjöllum norðan Sauðár. Hins vegar hefur fundist jarðvegslag ofan hjallanna norðan Sauðár, þar sem Ö-1362 og H-1158 finnast neðst í sniði. Þetta þykir benda til þess að á tímum lítillar virkni Jöklu, hafi Sauðá ef til vill eflst og náð að flæmast um sethjallana milli Skógarháls í vestri og Sandfells í austri.

Niðurstöður þessara rannsóknna á sethjöllunum meðfram Jöklu sýna að upphleðsla setmyndana hefur líklega að mestu átt sér stað fyrir um 9500 – 8500  $^{14}\text{C}$  árum við hörfun jöklus frá jökgulgörðum kenndum við Búrfell. Hins vegar hefur niðurgröftur núverandi gljúfurs átt sér stað í þrepum, hugsanlega háð seinni tíma framrásarstigum jöklus. Niðurgröftur gljúfursins hefur byrjað samtímis greftri ofan í efstu hjallana á seinni hluta nútíma, eða í mesta lagi fyrir um 4400  $^{14}\text{C}$  árum. Annað framrásarstig hefur

a.m.k. átt sér stað fyrir um 1800  $^{14}\text{C}$  árum tengt sethjallagrefti norðvestan Sauðár, en hugsanlega hafa fleiri framrásir átt sér stað tengdar öðrum sethjallamyndunum. Tíminn á milli þeirra framrása hefur hins vegar að öllum líkindum verið of stuttur til þess að jarðvegur hafi náð að myndast áður en án flæmdist aftur um svæðið. Hinar miklu framrásir Brúarjökuls á 19. öld hafa að lokum haft töluverð áhrif á sethjallana næst jöklinum.

## 5. ÁLYKTUN

Rannsóknir á sethjöllunum sunnan Kárahnjúka hafa gefið mikilvægar upplýsingar um setmyndun og rof á svæðinu frá lokum síðasta jökulskeiðs og fram til dagsins í dag. Þar má nefna:

- Sethjallarnir sunnan Kárahnjúka gefa mjög mikilvæga innsýn inn í setupphleðslu í lóni framan við hörfandi jökul í lok síðasta jökulskeiðs. Hin aflanga lögun hins forna lóns og síðari tíma rof í gegnum setmyndanirnar gera það kleift að skoða hinar mismunandi einingar lónsetsins sem verða sífellt grófari því sem nær dregur hinum forna jökulsporði í suðri. Í raun er setmyndunin sjálf skólabókardæmi um setupphleðslu við hörfun jökuls, og þó að fornar jökullónsmyndanir finnist t.d. við Torfajökul, Heklu og Kerlingarfjöll, er hvergi hægt ad skoða seteiningarnar á jafn auðveldan hátt og í tiltölulega einfaldri tímaröð eins og í sethjöllum sunnan Kárahnjúka.
- Þessar rannsóknir benda til þess að setupphleðsla á svæðinu var mjög hröð og að lónið hafi líklega fyllst á mjög skömmum tíma á Búrfells- og Þorláksmýrarstigi í upphafi nútíma. Í ljósi þess þarf að hafa í huga hvaða afleiðingar jökulframrásir geti haft á fyrirhugað lónstæði og uppfyllingu þess.
- Eftir uppfyllingu lónsins hefur myndast gróin ársléttu sem forveri Jökulsár á Dal hefur liðast um í nokkur þúsund ár.
- Set- og aldursgreiningar sýna að rof sethjallanna hefur átt sér stað á tiltölulega stuttum tíma á seinni hluta nútíma, þ.e. frá um 4000  $^{14}\text{C}$  árum. Myndun hjallanna og gróftur Dimmugljúfra var enn í gangi fyrir um 1800  $^{14}\text{C}$  árum. Þessi ferli hafa byrjað og verið í gangi á sama tíma og margar rannsóknir benda til kólnandi veðurfars á Íslandi. Ummerki um slík setmyndunar- og rofferli tengd veðurfars-breytingum í samfelldu sniði eru enn sem komið er einsdæmi á Íslandi og því eru sethjallarnir mikilvægur hlekkur í rannsóknum á loftslagsþróun á Íslandi og Norður-Atlantshafssvæðinu á seinni hluta nútíma.
- Rannsóknir þessar benda til þess að gróftur Dimmugljúfra og rof sethjallanna sé órjúfanleg heild sem þarf að skoða í nánu samhengi. Hinn ungi aldur gljúfranna mun hafa áhrif á hugmyndir vísindamanna um hraða rofferla sem myndað hafa þessi og önnur áþekk gljúfur á Íslandi.

Nauðsynlegt er að gera ítarlega áætlun um jarðfræðirannsóknir á svæðinu ef Háslón verður að veruleika í náinni framtíð. Þar er fyrst að nefna rannsóknir á setfyllunni sjálfrí með það að meginmarkmiði að afla nákvæmra upplýsinga um setmyndun framan við

hörfandi ísaldarjökul, því að á fáum stöðum gefst jafn gott tækifæri til slíkra rannsókna og hér. Hugsanlegt er að setið sunnan Kárahnjúka feli í sér enn frekari upplýsingar um veðurfarsbreyingar á síðari tíma nútíma sem erfitt er að afla annars staðar. Því er nauðsynlegt að gera nákvæma úttekt á tengingum jarðlagaeininganna, aldri sethjallana og tengingu þeirra við gróft Dimmugljúfra og veðurfar á þessu tímabili. Mörg rannsóknarverkefni eru möguleg hvað þetta varðar. Einna mest aðkallandi í slíkum rannsóknum er öflun fleiri aldursgreininga, bæði með beinum geislakolsgreiningum og með ítarlegum gjóskulagarannsóknum á sethjöllunum. Til þess að fá sem nákvæmasta sögu af greftri Dimmugljúfra þarf þó einnig að rannsaka tengd setlög neðan gljúfranna, þ.e. á milli Ytri-Kárahnjúks og Brúar.

## 6. HEIMILDIR

Andrews, J.T., Helgadóttir, G., Geirdsdóttir, Á og Jennings, A. (óbirt): Century-scale variability in northern North Atlantic productivity and hydrography, N. Iceland. *Geology*.

Áslaug Geirdsdóttir, Jón Eiriksson, Guðrún Helgadóttir, Karen-Luise Knudsen, Jórunn Hardardóttir, Haflidi Haflidason, Hui Jiang og Marit-Solveig Seidenkrantz 2000: Ultra high resolution shelf sediment records from Iceland obtained on the 1999 IMAGES cruise across the north Atlantic. AGU 2000 Fall Meeting, 15-19 December, 2000, San Francisco, California. *EOS transactions, American Geophysical Union*, **81**, 2000.

Ágúst Guðmundsson 1995: Austulandsvirkjanir. Jökulsá á Brú við Kárahnúka. Könnun á lausum jarðlögum árið 1995. Jarðfræðistofan/Landsvirkjun. JFS 01-1995.

Ágúst Guðmundsson 1996: Hamrahamma- og Dimmugljúfur. *Glettingur*, **10**, 19-26.

Bessi Aðalsteinsson og Helgi Torfason (ritstjóri) 1992: Jökulsá á Dal. Jarðfræðiskýrsla. Orkustofnun. (óbirt gögn).

Dugmore, A.J., Cook, G.T. Shore, J.S. Newton, A.J. Edwards, K.J. & Larsen, G. 1995: Radiocarbon dating tephra layers in Britain and Iceland. *Radiocarbon*, **37**, 379-388.

Guðrún Larsen 1982: Gjóskutímatal Jökulsdals. I: *Eldur er í Norðri* (ritstj. Helga Þórarinsdóttir, Ólafur H. Óskarsson, Sigurður Steinþórsson og Þorleifur Einarsson). Reykjavík, Sögufélag. 51-65.

Hjalti Guðmundsson 1997: A review of the Holocene environmental history of Iceland. *Quaternary Science Reviews*, **16**, 81-92.

Hjörleifur Guttormsson 1987: *Norð-Austurland – hálandi og eyðibyggðir*. Árbók Ferðafélags Íslands 1987. Ferðafélag Íslands, Prentsmiðjan Oddi. 464 bls.

Hreggviður Norðdal 1991: Late Weichselian and early Holocene deglaciation history of Iceland. *Jökull*, **40**, 27-50.

Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 2000: Jarðgrunnskort of umhverfi Háslóns. Orkustofnun, OS-2000/065.

Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Sigmundur Einarsson, Sigurður H. Magnússon, Ævar Petersen og Jón Gunnar Ottósson 2000: Náttúrufar á virkjanaslóðum á Austurlandi. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-00008.

Jón Benjamínsson 1982: Gjóskulag "a" á Norð- Austurlandi. Í: *Eldur er í Norðri* (ritstj. Helga Þórarinsdóttir, Ólafur H. Óskarsson, Sigurður Steinþórsson & Þorleifur Einarsson). Reykjavík, Sögufélag. 181-185.

Ólafur Ingólfsson og Hreggviður Norðdal 1994: A review of the environmental history of Iceland, 13000-9000 yr BP. *Journal of Quaternary Science*, **9**, 147-150.

Óskar Knudsen 1995: Concertina eskers, Brúarjökull, Iceland. An indicator of surge-type glacier behaviour. *Quaternary Science Reviews*, **14**, 487-493.

Óskar Knudsen 2000: Jökulmenjar við Brúarjökul, jökulgarðar, jökulurðir og jökulvatnaset. *Landsvirkjun*, maí 2000. Klettur Verkfræðistofa.

Sharp, M. og Dugmore, A.J. 1985: Holocene glacier fluctuation in eastern Iceland. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologi*. **Band 21**, 341-349.

Sigmundur Einarsson (ritst.), Sigurður H. Magnússon, Erling Ólafsson, Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Guðmundur Guðjónsson, Kristbjörn Egilsson og Jón Gunnar Ottósson 2000: Náttúruverndargildi á virkjunarsvæðum norðan jöklar. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ 00009.

Sigurður Þórarinsson 1958: The Öræfajökull eruption of 1362. *Acta Nat. Isl. II*, **3**, 1-100.

Sigurður Þórarinsson 1964a: On the age of the terminal monaines of Brúarjökull and Hálslajökull. A tephrochronological study. *Jökull*, **14**, 67-75.

Sigurður Þórarinsson 1964b: Sudden advances of Vatnajökull outlet glaciers 1930-1964. *Jökull*, **14**, 76-89.

Skúli Víkingsson og Þórólfur Hafstað 1993: Austurlandsvirkjun – Dimmugljúfur. Byggingarefniskönnun 1993. Orkustofnun, greinargerð. SV/PHH-93/05. 1993-12-08.

Skúli Víkingsson 2000: Umhverfi og orkuöflun – jöklalandslag. Austurland. Stöðuyfirlit í ársbyrjun 2000. Orkustofnun, greinargerð. SV-00/01. 2000-06-05.

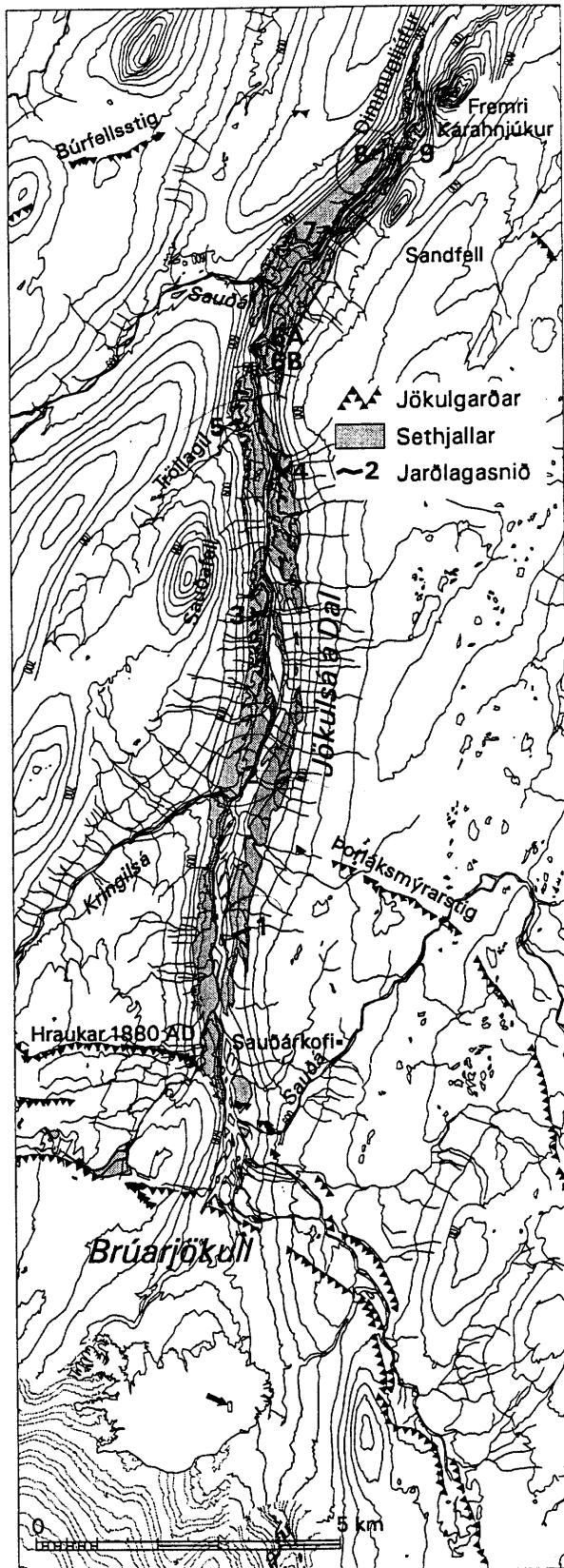
Stötter, J. 1990: Beobachtungen und Überlegungen zur postglazialen Landschaftsgeschichte Islands am Beispiel des Svarfadarskíðadals. *Munchener Geogr. Abh.*, **B8**, 83-104.

Stötter, J. 1991: New observations on postglacial glacier history of Tröllaskagi, northern Iceland. Í: *Environmental Change in Iceland. Past and Present* (ritstj. Maizels, J. og Caseldine, C.). Kluwer, Dordrecht. 181-192.

Stötter, J. 1994: Changing the Holocene record – A call for International Interdisciplinary co-operation. *Munchener Geogr. Abh.* **B12**, 257-273.

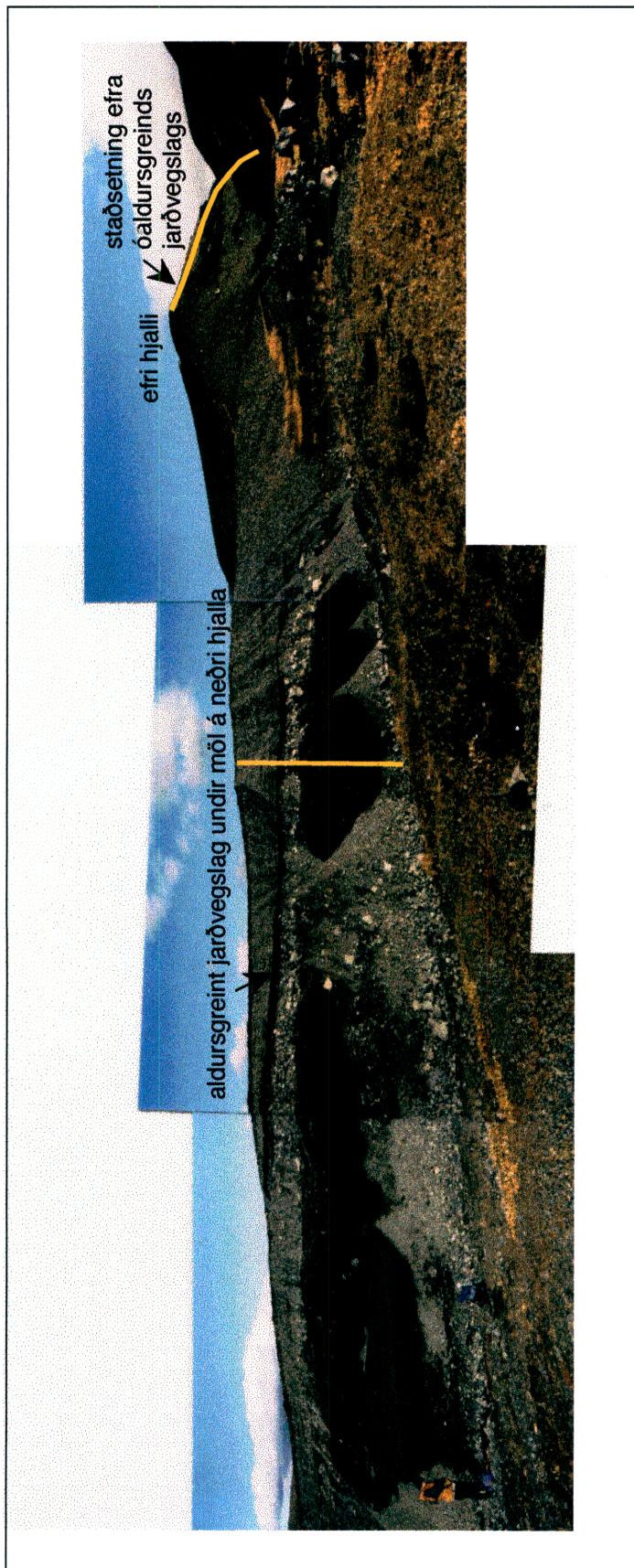
Todtmann, E. M. 1955: Übersicht über die Eisrandlagen in Kringilsárrani von 1890-1955. *Jökull*, **5**, 8-10.

Todtmann, E. M. 1960: Gletscherforschungen auf Island (Vatnajökull). Abhandlungen aus dem Gebiet der Auslandskunde. Band 65 – Reihe C Naturwissenschaften, Band 19. Hamburg Cram, De Gruyter and Co 1960. 1-95.

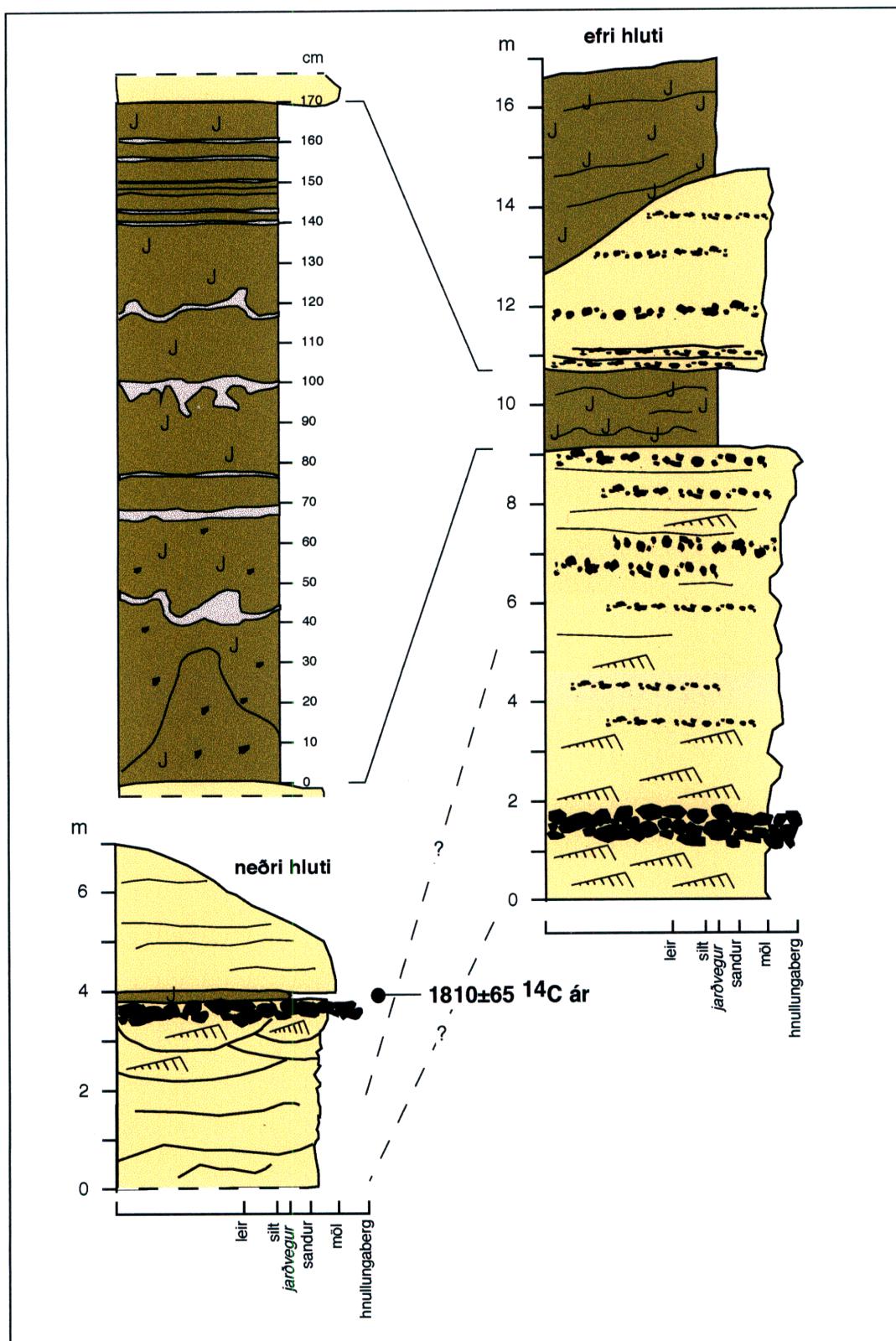


**Mynd 1.** Yfirlitsmynd yfir rannsóknarsvæðið með helstu örnefnum og staðsetningu sniðatökustaða. Kortgrunnurinn er byggður á jarðgrunnskorti Ingibjargar Kaldal og Skúla Víkingssonar (2000). Kortagerð Þórarinn Jóhannsson.

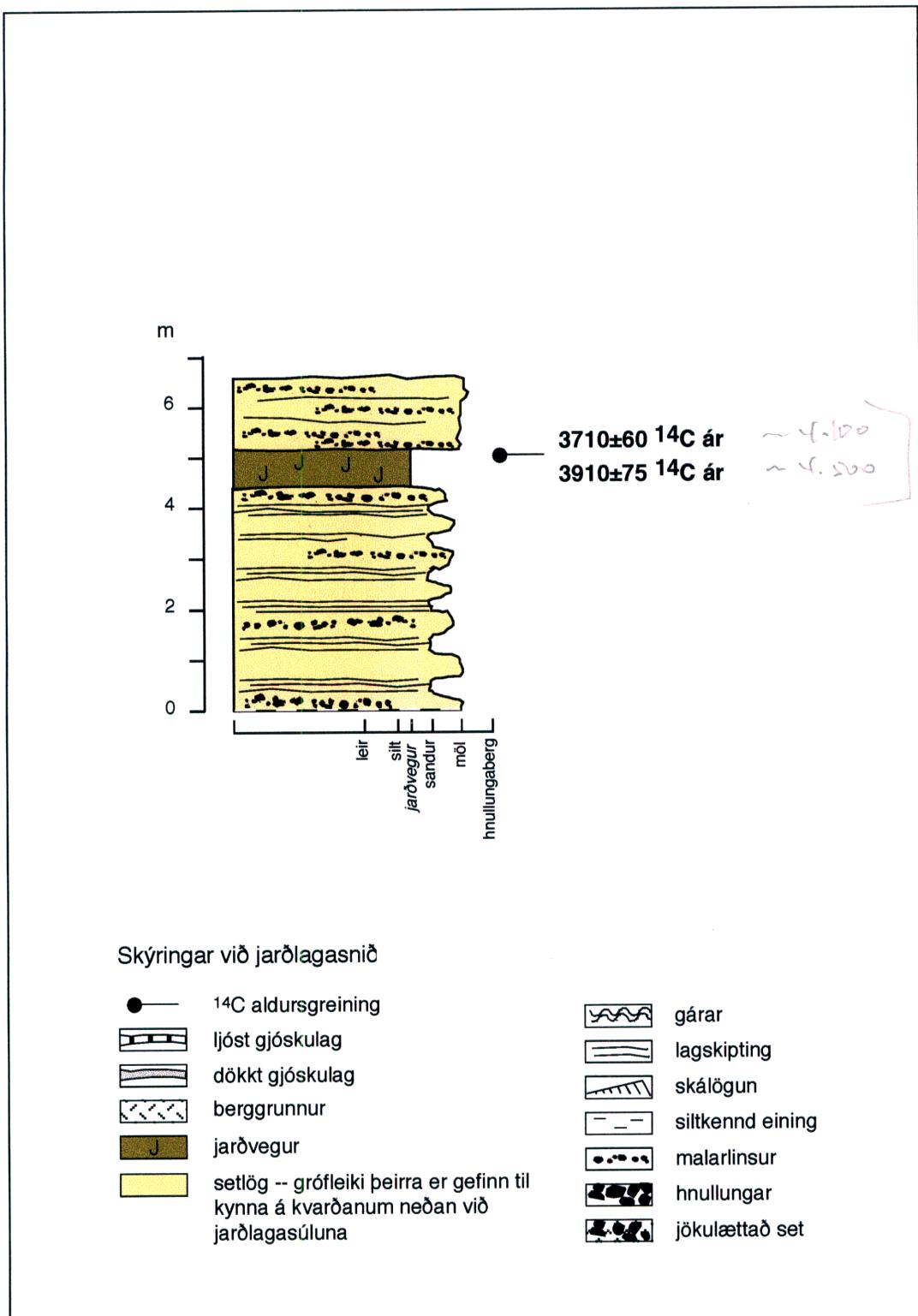




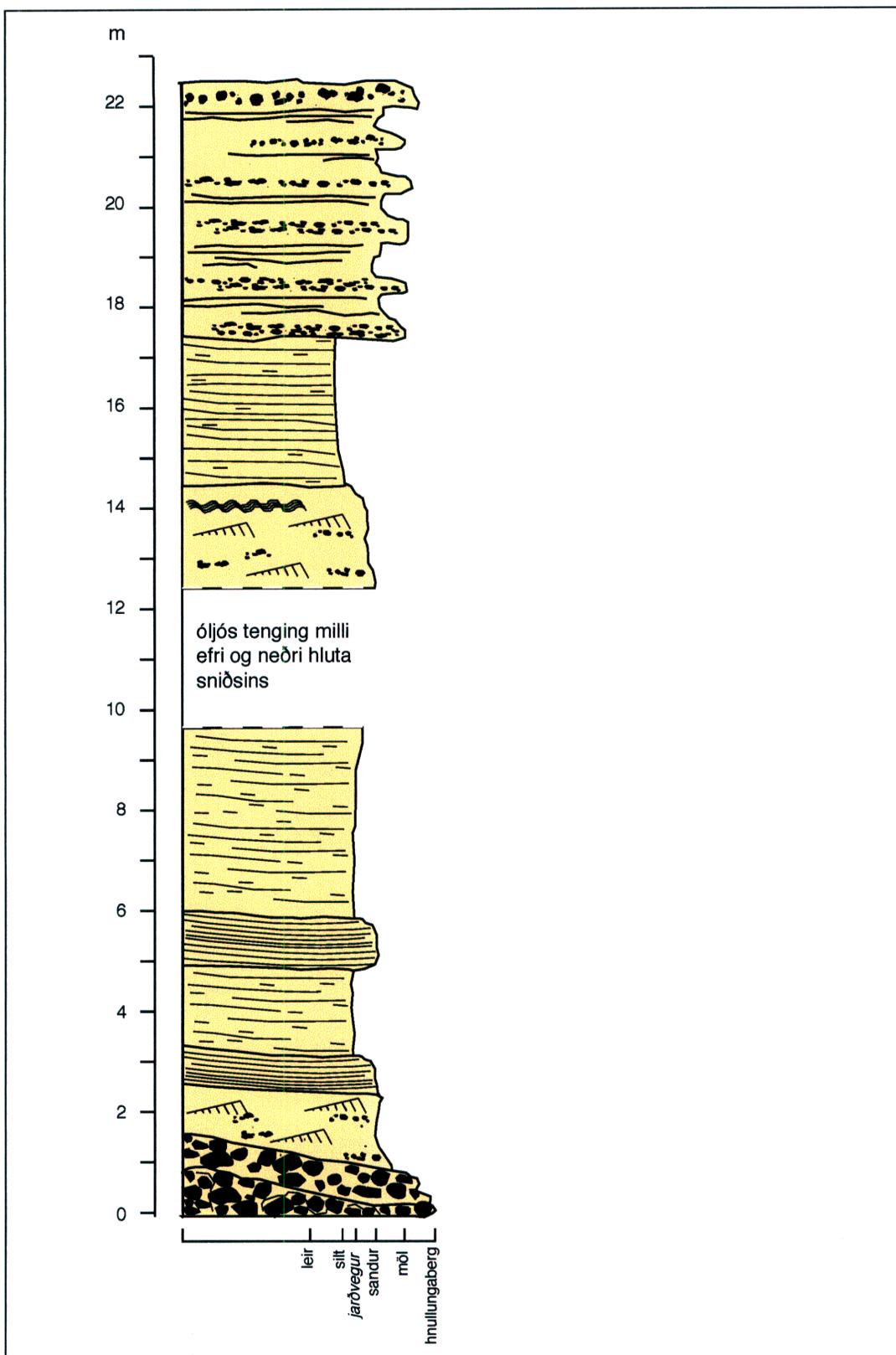
**Mynd 2.** Efri og neðri sethjallar í sniði 1 norðvestan við Sauðárkofa. Ljósar línur gefa til kynna staðsetningu efri og neðri hluta sniðsins. Örvær benda á staðsetningu jarðvegslaga. Aldursgreining á efsta hluta jarðvegs í neðri hjalla (AAR-6669.1, tafla 1) sýnir  $1810 \pm 65$   $^{14}\text{C}$  ár.



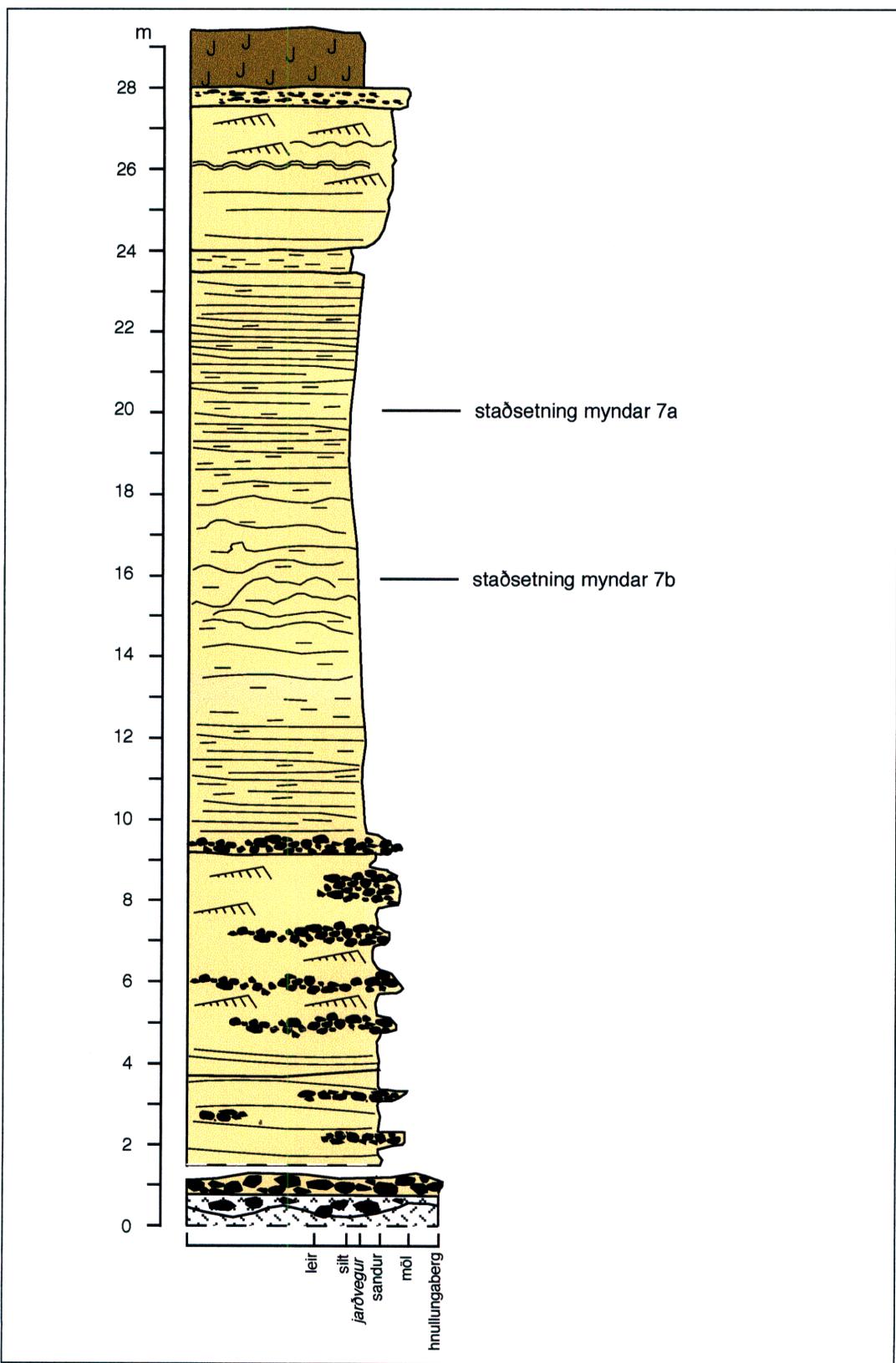
**Mynd 3.** Snið 1 norðvestan við Sauðárkofa. Sniðið er samsett úr sniðum í gegn neðri og efri hjallana sem sjást á mynd 2. Skýringar við jarðlagaeiningar mynda 3, svo og seinni jarðlagasniða, má finna á mynd 4.



**Mynd 4.** Snið 2 norðan Kringilsár. Sýni til aldursgreiningar var tekið úr efsta hluta jarðvegsins. Myndin sýnir einnig skýringar við jarðlagasnið á myndum 3 til 13.



**Mynd 5.** Jarðlagaeiningar í sniði 3 við Sauðafell.



**Mynd 6.** Snið 4. Einfaldað jarðlagasnið við Lindur.

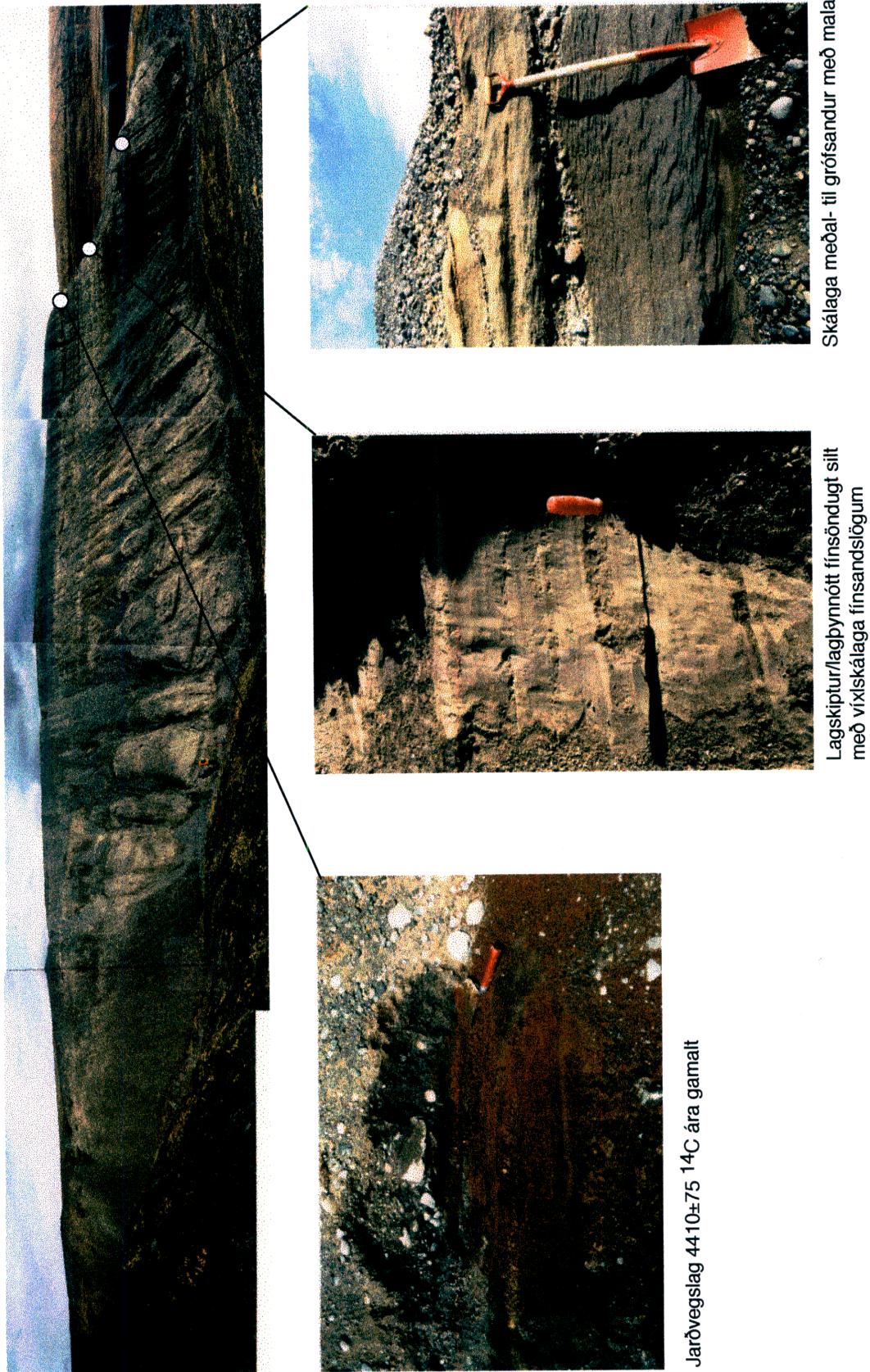


A

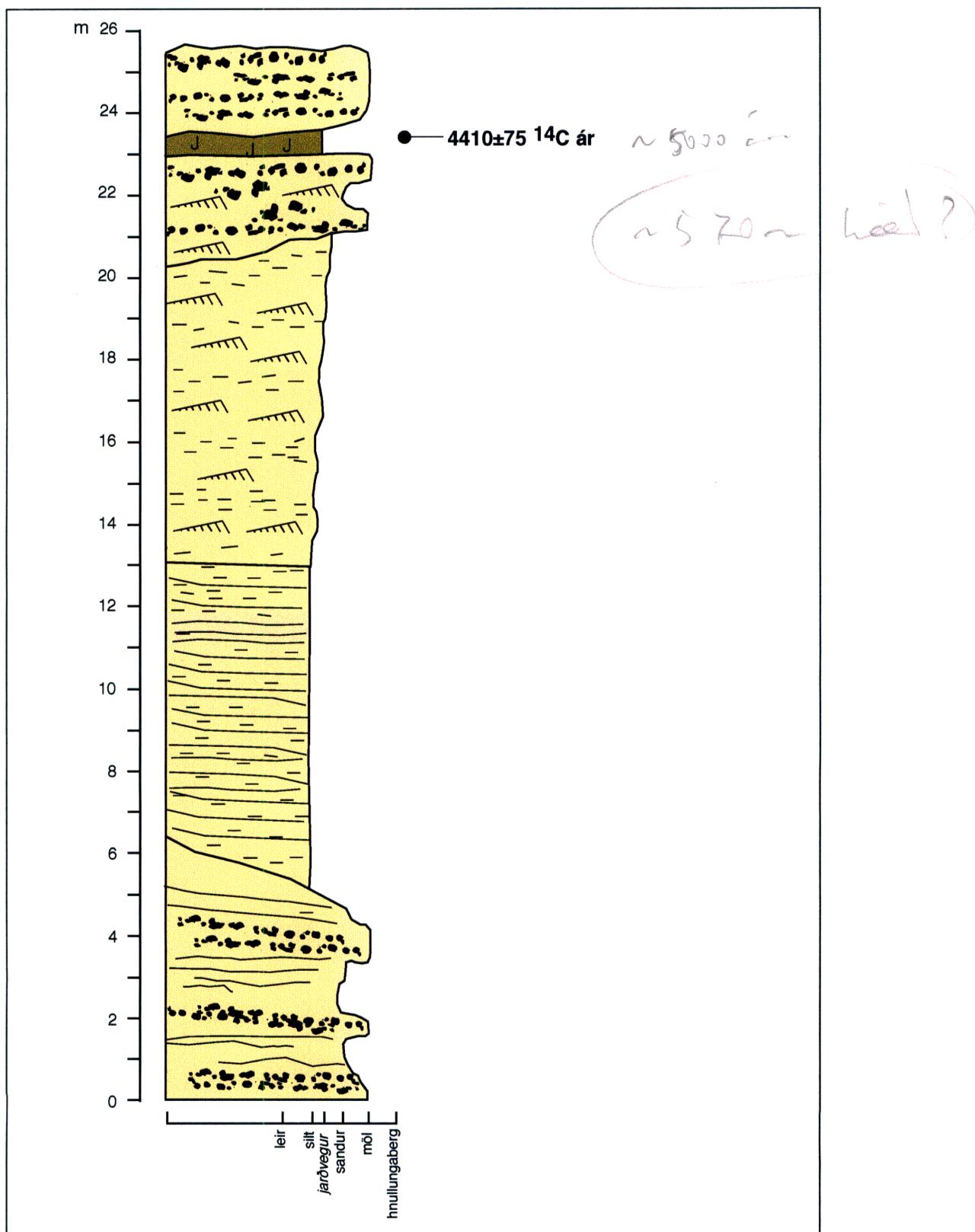


B

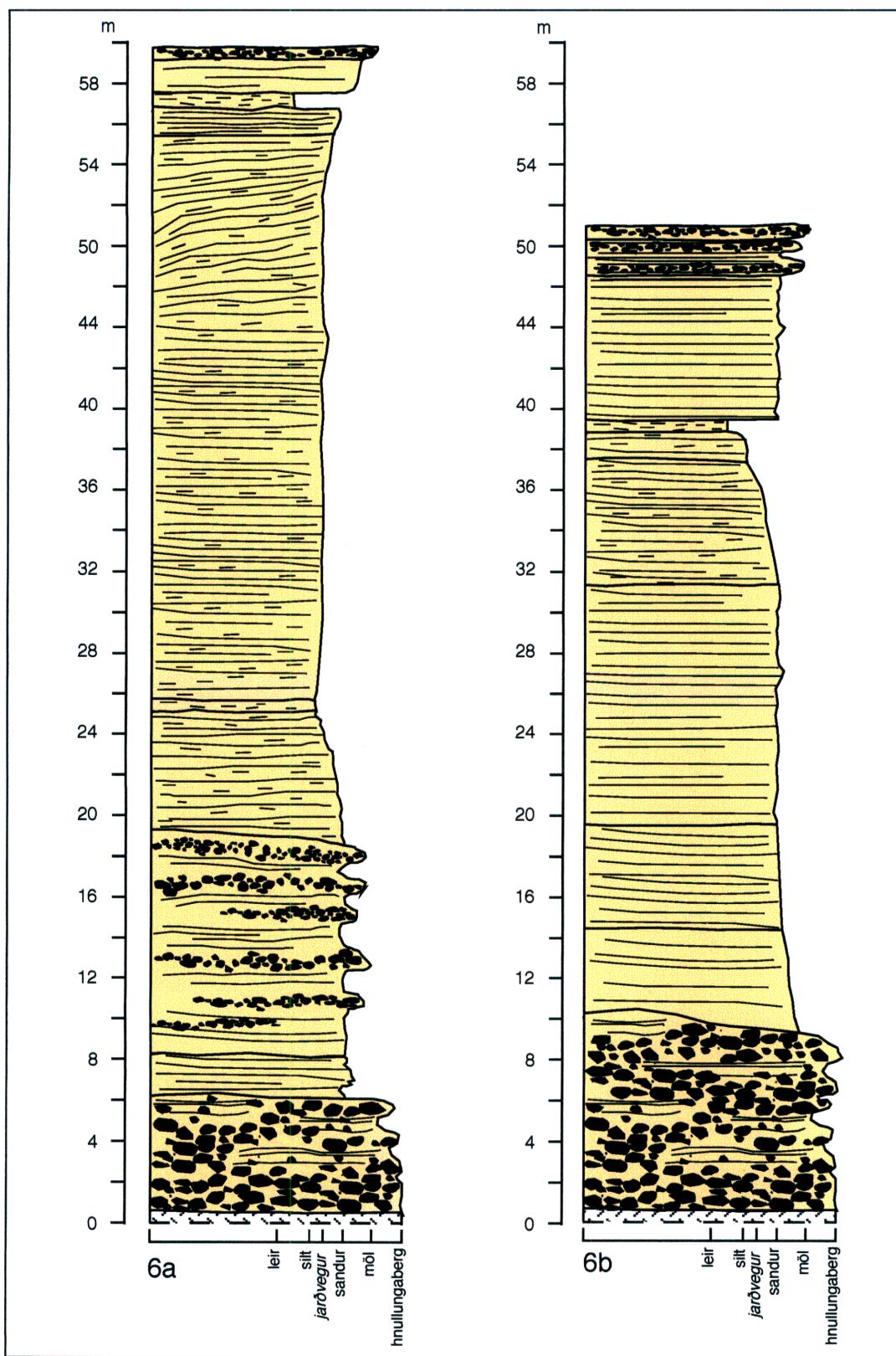
**Mynd 7.** Byggingareinkenni í siltkenndum fínsandi í sniði 4 við Lindur (sjá mynd 6). A. Reglulegar lagþynnur í lækjarfarvegi. B. Felling í afmynduðum hluta einingarinnar.



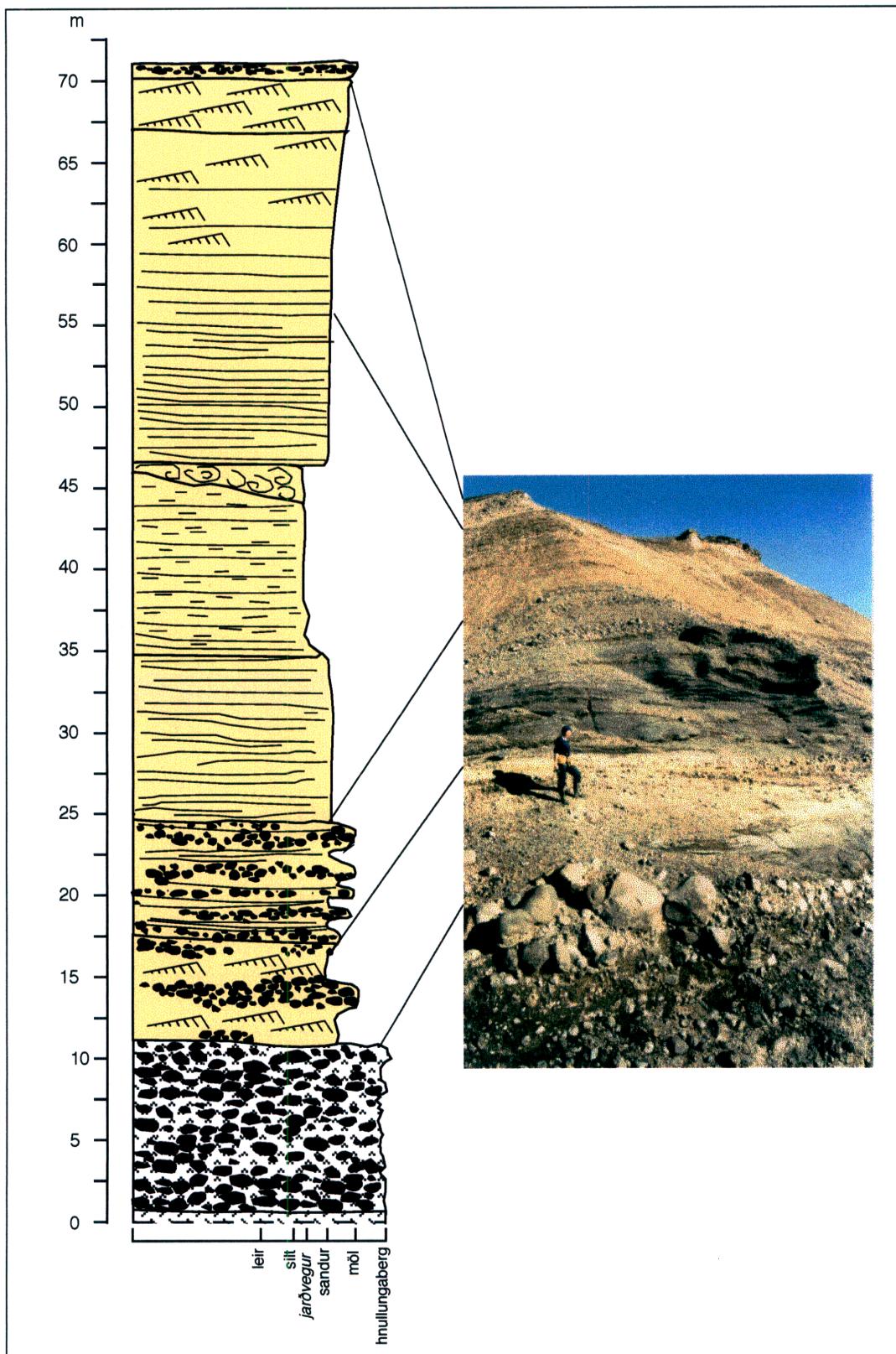
**Mynd 8.** Samsett mynd af sníði 5 við Tröllagil og myndir af setlagaeiningum.



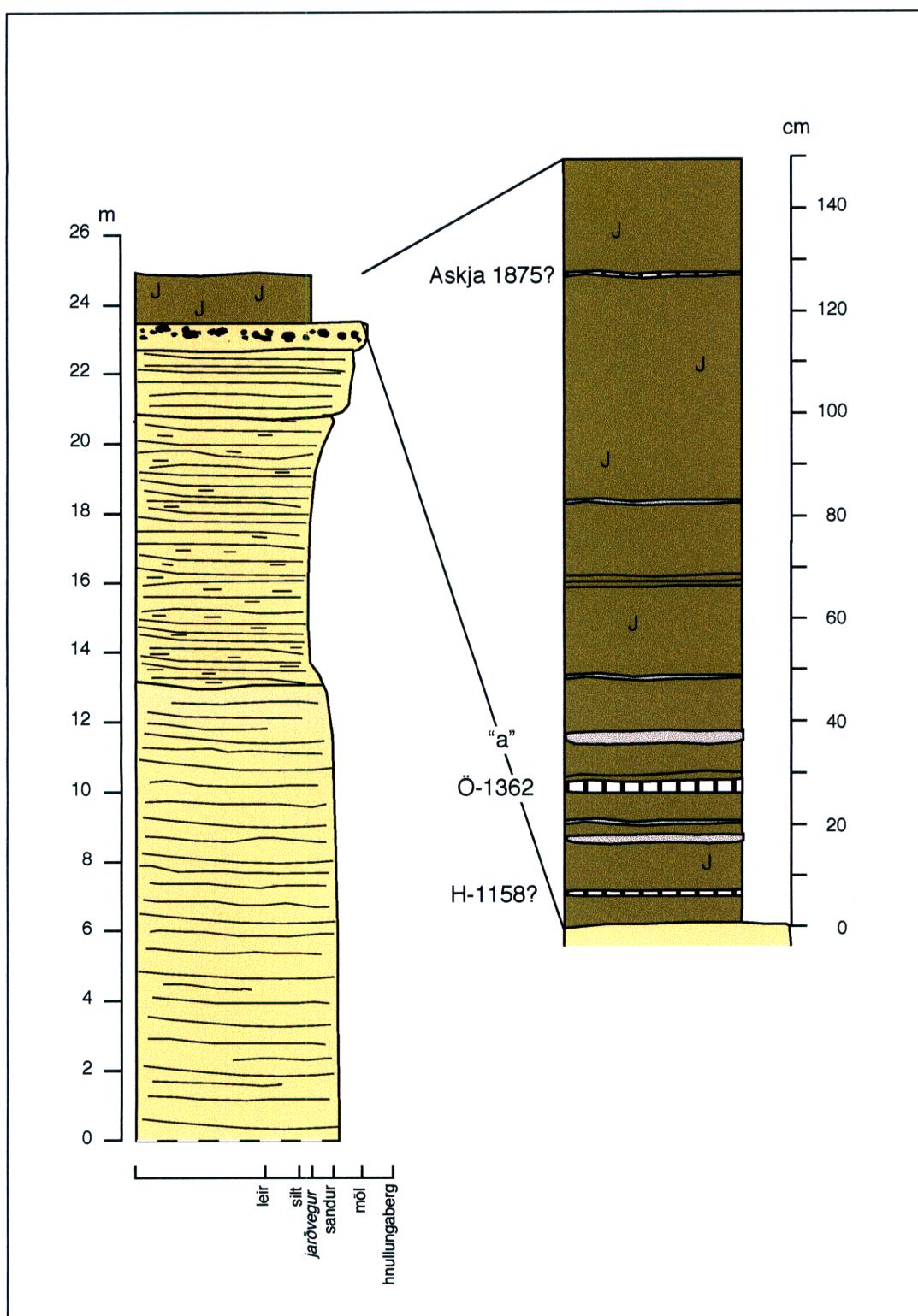
**Mynd 9.** Jarðlagasnið 5 við Tröllagil.



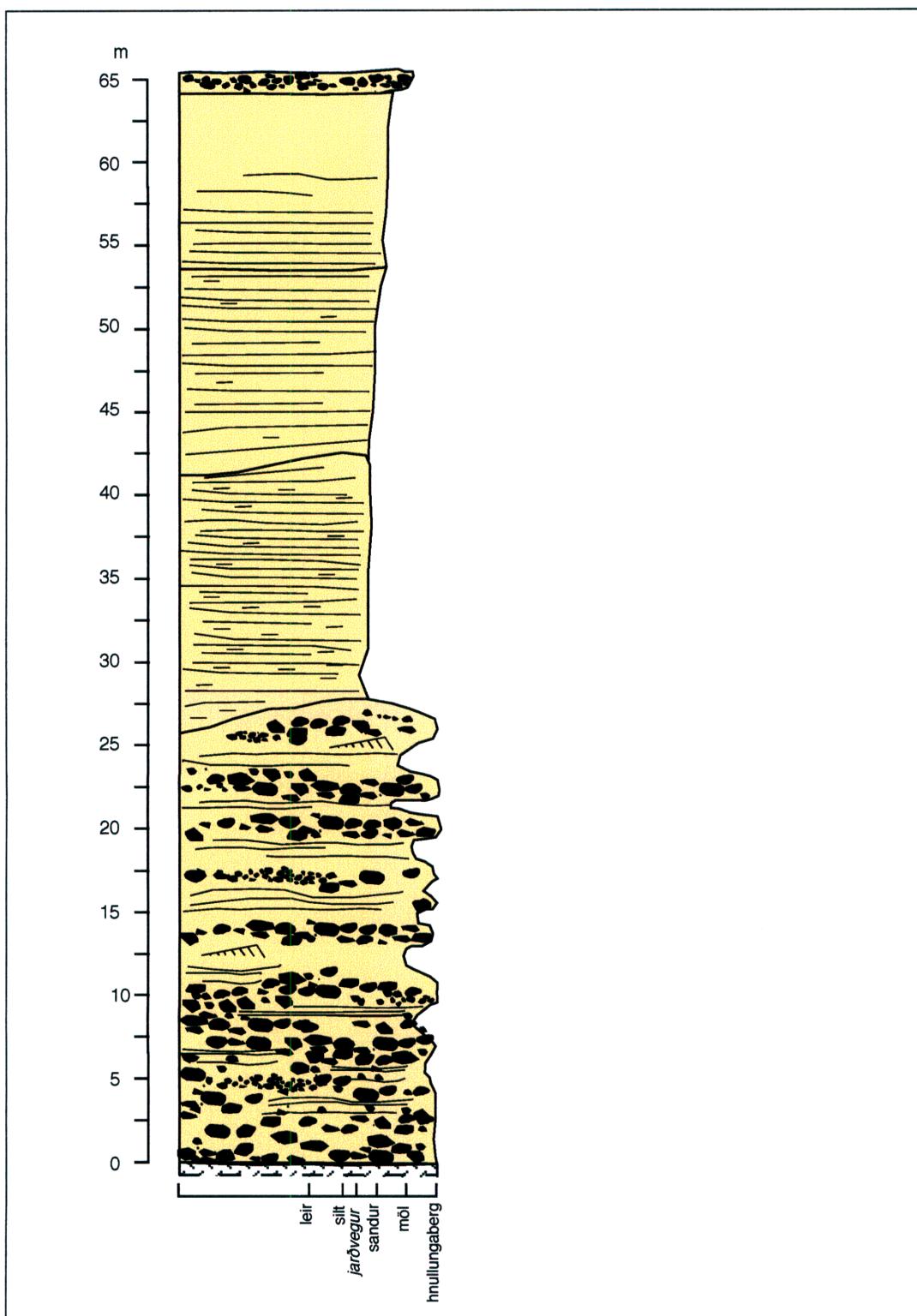
**Mynd 10.** Jarðlagasnið 6a og 6b á milli Tröllagils og Sauðár.



**Mynd 11.** Jarðlagasnið 7 í svokölluðum flugbrautarhjöllum norðan Sauðár gegnt Sandfelli.



**Mynd 12.** Jarðlagasnið 8 í nyrsta hluta flugbrautarhjalla.



**Mynd 13.** Jarðlagasnið 9 við Kárahnjúka.