

Háslón

Aurburður og setmyndun



Landsvirkjun

Háslón

Aurburður og setmyndun

Skýrsla nr: LV-2005/038

Dags: 02.05.2005

Fjöldi síðna: 72 Upplag: 20 Dreifing: Opin Lokuð til

Titill: Hálslón. Aurburður og setmyndun

Höfundar: Verkfræðistofan Vatnaskil, Snorri Páll Kjara og Hjalti Sigurjónsson

Verkefnisstjóri: Pétur Ingólfsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

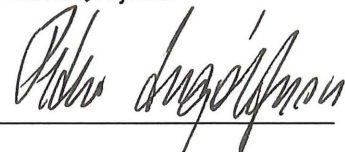
Útdráttur: Í skýrslunni er greint frá reikningum á botnfalli jökulaurs í Hálslóni. Reiknaðar rennslisráðir fyrir Jökulsá á Dal á dagsgrunni ásamt aurburðarlykli eru notaðar til að reikna tímaháð streymi svifauris inn í lónið. Tvívítt straum- og dreifingarlíkan, Aquariver sem þróað hefur verið á Verkfræðistofunni Vatnaskilum sf. er notað til að reikna strauma og dreifingu efnis um lónið. Verkið skiptist í tvo þætti, reikninga á dreifingu fíns efnis (0.2-60 míkrometrar) sem berst víða um lónið, og reikninga á myndun aurkeilu sem mynduð er af grófara efni (60-2000 míkrometrar) við ósa ána sem renna í lónið. Reikningar fyrir fínefni byggjast á rennslisröðum árána 1953 sem er metár hvað varðar rennsli og 1981 sem er nærri meðaltali. Dreifing efnis var reiknuð út frá tímaháðu straumsviði. Með skýrslunni fylgir hugbúnaður sem hannaður var til að skoða dreifingu botnsetsins. Reikningar fyrir grófeffni taka til árána 1950-2000. Á 50 árum mun myndast aurkeila sem mun ná um 3 km inn í lónið.

Lykilorð: Aurburður, aurkeila, botnset, dreifingarlíkan, Hálslón, jökulaur, Jökulsá á Dal, Kárahnjúkavirkjun, sethraði, straumlíkan, svifaur

ISBN nr:

ISSN nr:

Undirskrift verkefnisstjóra
Landsvirkjunar



HÁLSLÓN

Aurburður og setmyndun

Unnið fyrir Landsvirkjun

05.07
Apríl 2005

HÁLSLÓN

Aurburður og setmyndun

Unnið fyrir Landsvirkjun.

05.07
Apríl 2005

19.04.2005

LANDSVIRKJUN
Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík

Í þessari skýrslu verður lagt mat á aurburð sem berst inn í Háslón og lögð verður áhersla á eftirfarandi þrjú atriði.

1. Mat á styrk og kornastærðardreifingu sem berst til virkjunar í gegnum aðrennslisgöng.
2. Mat á þykkt sets og kornastærðardreifingu sets á bökkum Háslóns.
3. Mat á stærð aurkeilu efst í lóninu.

Megináhersla verður lögð á fyrstu tvo liðina og eingöngu lagt lauslegt mat á útbreiðslu aurkeilunnar efst í lóninu. Við fyrstu tvo liðina skiptir finna setið megin máli þar sem sethraði þess er svo lítill að það nær að berast inn í lónið, en hins vegar eru það grófu efnin sem setjast efst í lónið og mynda aurkeiluna.

Með skýrslunni fylgir forrit á geisladiski, þar sem hægt er að skoða niðurstöður myndrænt.

Virðingarfyllst,


Snorri Páll Kjáran


Hjalti Sigurjónsson

EFNISYFIRLIT

BRÉF	2
EFNISYFIRLIT	3
MYNDASKRÁ	4
TÖFLUSKRÁ	5
1. INNGANGUR	6
2. AURBURÐUR	6
3. STRAUMAR OG SETMYNDANIR Í HÁLSLÓNI	7
3.1 Straumar í Háslóni	7
3.2 Setmyndun í Háslóni	8
3.3 Eyrarmyndun í Háslóni	9
HEIMILDASKRÁ	10
VIÐAUKI I	11
Skýringar með geisladiski	12
1 Viðmót hugbúnaðarins	12
2. Notkun hugbúnaðarins	14
2.1 Haldið af stað	14
2.2 Aðgerðir	14
MYNDIR	18

MYNDASKRÁ

1.	Reiknað ársmeðaltal svifaurs inn í Háslón.....	19
2.	Reiknað ársmeðaltal botnskriðs inn í Háslón.....	20
3.	Líkansvæði.....	21
4.	Lónrými í Háslóni.....	22
5.	Innrennsli í Háslón 1952 – 1953	23
6.	Rennsli til virkjunar 1952 – 1953	24
7.	Lónhæð 1952 – 1953	25
8.	Rennsli á yfirfalli 1952 – 1953	26
9.	Leki úr lóni 1952 – 1953	27
10.	Innrennsli í Háslón 1980 –1981	28
11.	Rennsli til virkjunar 1980 – 1981	29
12.	Lónhæð 1980 – 1981	30
13.	Rennsli á yfirfalli 1980 – 1981	31
14.	Leki úr lóni 1980 – 1981	32
15.	Reiknað rennsli 1. ágúst 1953 ($Q=454 \text{ m}^3/\text{s}$).....	33
16.	Reiknað rennsli 1. ágúst 1981 ($Q=425 \text{ m}^3/\text{s}$).....	34
17.	Reiknaður styrkur svifaurs 1952 - 1953	35
18.	Reiknaður styrkur svifaurs í innstreymi 1952 - 1953	36
19.	Reiknaður styrkur svifaurs í útstreymi 1952 - 1953	37
20.	Kornastærðardreifing fyrir svifaur (leir 2 – fínmór) 1952 - 1953	38
21.	Reiknaður styrkur svifaurs 1980 – 1981.....	39
22.	Reiknaður styrkur svifaurs í innstreymi 1980 – 1981	40
23.	Reiknaður styrkur svifaurs í útstreymi 1980 – 1981	41
24.	Kornastærðardreifing fyrir svifaur (leir 2 – fínmór) 1980 – 1981	42
25.	Botnset eftir 1 ár 1.9.1952 – 1.9.1953	43
26.	Botnset eftir 1 ár á lónbökkum 1.9.1952 – 1.9.1953	44
27.	Botnset eftir 1 ár - Fínmór 1.9.1952 – 1.9.1953	45
28.	Botnset eftir 1 ár – Méla 1 1.9.1952 – 1.9.1953	46
29.	Botnset eftir 1 ár – Méla 2 1.9.1952 – 1.9.1953	47
30.	Botnset eftir 1 ár – Méla 3 1.9.1952 – 1.9.1953	48
31.	Botnset eftir 1 ár – Leir 1 1.9.1952 – 1.9.1953	49
32.	Botnset eftir 1 ár – Leir 2 1.9.1952 – 1.9.1953	50
33.	Botnset eftir 1 ár 1.9.1980 – 1.9.1981	51
34.	Botnset eftir 1 ár á lónbökkum 1.9.1980 – 1.9.1981	52
35.	Botnset eftir 1 ár – Fínmór 1.9.1980 – 1.9.1981	53
36.	Botnset eftir 1 ár - Méla 1 1.9.1980 – 1.9.1981	54
37.	Botnset eftir 1 ár - Méla 2 1.9.1980 – 1.9.1981	55
38.	Botnset eftir 1 ár - Méla 3 1.9.1980 – 1.9.1981	56
39.	Botnset eftir 1 ár - Leir 1 1.9.1980 – 1.9.1981	57
40.	Botnset eftir 1 ár - Leir 2 1.9.1980 – 1.9.1981	58
41.	Uppsafnaður massi kornastærðarflokka eftir landhæð 31. ágúst 1953	59
42.	Uppsafnaður heildarmassi eftir landhæð 31. ágúst 1953	60
43.	Uppsafnaður massi kornastærðarflokka eftir landhæð 31. ágúst 1981	61
44.	Uppsafnaður heildarmassi eftir landhæð 31. ágúst 1981	62
45.	Grófefni – botnset eftir 5 ár	63
46.	Grófefni – botnset eftir 10 ár	64
47.	Grófefni – botnset eftir 15 ár	65
48.	Grófefni – botnset eftir 20 ár	66

49.	Grófe fni – botnset e fti 25 ár	67
50.	Grófe fni – botnset e fti 30 ár	68
51.	Grófe fni – botnset e fti 35 ár	69
52.	Grófe fni – botnset e fti 40 ár	70
53.	Grófe fni – botnset e fti 45 ár	71
54.	Grófe fni – botnset e fti 50 ár	72

TÖFLUSKRÁ

1.	Skipting innrennslis í Háslón	7
2.	Stuðlar í aurburðarlykli	7
3.	Kornastærða dreifing svifaurs	7
4.	Sethraði svifaurs	8
5.	Styrkur svifaurs í útrennsli 1952 – 1953	8
6.	Styrkur svifaurs í útrennsli 1980 – 1981	9

1. INNGANGUR

Með Kárahnjúkavirkjun eru virkjaðar í einni virkjun jökulárnar Jökulsá á Dal og Jökulsá í Fljótisdal. Jökulsá á Dal er stífluð við Kárahnjúka og þar myndað helsta miðlunarlón virkjunarinnar Háslón, 57 km² að stærð við yfirfallshæð 625 m y.s. með nýtanlegu miðlunarrými um 2100 Gl. Einnig er veitt til virkjunarinnar vatni úr nokkrum ám norðan Snæfells og á Fljótisdalsheiði og vatni úr ám á svokölluðum Hraunum austan Jökulsár í Fljótisdal.

Með tilkomu virkjunarinnar verða verulegar breytingar á aurburði í vatnsföllum á áhrifasvæði hennar. Langmest verða þessi áhrif í Jökulsá á Dal, enda er aurburður þar mjög mikill. Eftir virkjun mun aurburður árinna berast inn í Háslón og valda þar verulegri setmyndun. Þrátt fyrir að aðeins lítill hluti aurburðarinnar komist í gegnum lónið og virkjunina til Lagarfljóts, verður aukning svifaurs þar veruleg. Breytingar á aurburði og afleiðingar þeirra skipta verulegu máli bæði við hönnun virkjunarinnar og eins við mat á umhverfisáhrifum hennar.

Í þessari skýrslu verður lagt mat á aurburð sem berst inn í Háslón og lögð verður áhersla á eftirfarandi þrjú atriði.

1. Mat á styrk og kornastærðardreifingu sem berst til virkjunar í gegnum aðrennslisgöng.
2. Mat á þykkt sets og kornastærðardreifingu sets á bökkum Háslóns.
3. Mat á stærð aurkeilu efst í lóninu.

Megináhersla verður lögð á fyrstu tvo liðina og eingöngu lagt lauslegt mat á útbreiðslu aurkeilunnar efst í lóninu. Við fyrstu tvo liðina skiptir finna setið megin máli þar sem sethraði þess er svo lítill að það nær að berast inn í lónið, en hins vegar eru það grófu efnin sem setjast efst í lónið og mynda aurkeiluna.

Magn sets á bökkum Háslóns hefur afgerandi þýðingu fyrir uppfök sem getur átt sér stað þegar lágt er í lóninu.

2. AURBURÐUR

Rennsli til Háslóns mun samanstanda að langmestu leyti af jökulrennsli frá Brúarjökli. Vatnasvið Jökulsár á Dal við Kárahnjúka er talið um 1800 km², þar af um 1400 km² á jökli. Rennsli frá jöklinum skiptist milli meginkvíslar Jökulsár á Dal, Gljúfrakvíslar, Kringilsár og Sauðár. Meðalrennsli við Kárahnjúka er talið um 103 m³/s. Skipting rennslis frá jökli er samkvæmt Væðingarástofu Sigurðar Thoroddsen hf. (VST) gefin í töflu 1, (VST, 2001).

Eitt helsta einkenni Jökulsár á Dal er mikill aurburður, sem að langstærstum hluta tengist jökulbráðnun. Á jökulleysingatímabilinu (júlí-september) koma um 70% af ársrennsli árinna fram og um 80-90% af heildarframburði árinna.

Aurburði í ám má almennt skipta í tvennt. Annars vegar er botnskrið, sem samanstendur af þyngsta og grófasta efninu, sem skriður fram eftir botni árinna. Hins vegar er svifaur, finna efni sem er dreift yfir dýpi árinna.

TAFLA 1 Skipting innrennslis í Háslón

Innrennsli í Háslón	% af heildar rennsli
Jökulsá	43%
Gljúfrakvísl	27%
Kringilsá	14%
Sauða	16%

Samkvæmt VST er aurburðarlykill fyrir svifaur og botnskrið gefinn með eftirfarandi jöfnu.

$$q = aQ^b \quad (1)$$

Þar sem Q er rennsli reiknað samkvæmt töflu 1. Stuðlarnir a og b eru gefnir í töflu 2.

Rennsli til Háslóns er byggt á reiknuðum rennslisröðum frá Verkfræðistofunni Vatnaskilum s.f. fyrir tímabilið 1. september 1950 – 31. ágúst 2001. Raðirnar eru á dagsgrunni. Innstreymi svifaurs og botnskriðs er reiknað út frá þessum rennslisröðum með jöfnu 1 og stuðlum gefnum í töflu 2. Meðalinnstreymi svifaurs og botnskriðs ár hvert 1950-2001 er sýnt á myndum 1 og 2.

TAFLA 2 Stuðlar í aurburðarlykli

Stuðull	Svifaur	Botnskrið
a	0,00109	0,000269
b	2,6	2,5

TAFLA 3 Kornastærðardreifing svifaurs

Svifaurs-flokkur	Kornastærð, mm	%
Sandur	0,2 - 2	18
Grófmór	0,06 - 0,2	22
Fínmór	0,02 - 0,06	22
Méla 1	0,008 - 0,02	13
Méla 2	0,004 - 0,008	9
Méla 3	0,002 - 0,004	6
Leir 1	0,001 - 0,002	5
Leir 2	0,0002 - 0,001	5

Samkvæmt myndunum er innstreymi svifaurs að meðaltali 6,7 milljón tonn á ári og samsvarandi tala fyrir botnskrið er 1,0 milljón tonn. Mesta magn árlegs svifaurs sem berst inn í lónið er 15 milljón tonn en mesta magn botnskriðs er rúmlega 2,0 milljón tonn. Samkvæmt ofangreindu yrði setþykkt 96,5 mm ef allur aur dreifðist jafnt yfir allt lónið sem er 57 km² og gert er ráð fyrir eðlisþyngd 1400 kg/m³.

Ef miðað er við lónrými 2100 Gl þá tæki það um 400 ár að fylla lónið. Kornastærðardreifing svifaurs er fengin hjá VST og er hún gefin í töflu 3. Botnskrið er

almennt mjög gróft efni og flokkast að mestu eða öllu leyti sem sandur (>0,2 mm) og þaðan af grófari efni.

3. STRAUMAR OG SETMYNDANIR Í HÁLSLÓNI

Til útreikninga á straumum og setmyndun í Háslóni er notað rennslislíkanið Aquariver sem hefur verið þróað á Verkfræðistofunni Vatnaskilum s.f. Það samanstendur af tveimur þáttum, straumlíkani og setflutningalíkani. Straumlíkanið reiknar rennsli, hraða og vatnshæð í lóninu og setflutningalíkanið reiknar flutning efna, annars vegar sem svifaur og hins vegar sem botnskrið. Nánari lýsingu líkaninu má finna í skýrslu Landsvirkjunar (2004).

3.1 Straumar í Háslóni.

Stíllt var upp straumlíkani af Háslóni og er líkansvæðið sýnt á mynd 3. Aðalkvísl Jökulsár á Dal kemur inn í lónið að sunnanverðu og síðan Gljúfrakvísl og Kringilsá og Sauða í rétttri röð norður eftir. Rennsli út úr lóninu er þrenns konar. Í fyrsta lagi er rennsli um aðrennslisgöng að norðan til virkjunar, í öðru lagi er rennsli á yfirfalli einnig nyrt á líkansvæðinu og að lokum í þriðja lagi er leki úr vatninu sem er mismunandi eftir lónhæð. Landhæð í líkaninu er sýnd á mynd 3.

Manningtala er metin 0,03 útfra reynslu þar sem líkanið hefur verið notað áður við svipaðar aðstæður. Á mynd 4 er sýndur samanburður á lónrými í Háslóni, annars vegar fyrir lónrými eins og það var notað við verkhönnun og hins vegar eins og reiknilíkanið metur lónrýmið og er gott samræmi á milli.

Við útreikninga á setflutningi hér á eftir verður valið að reikna tvö tímabil. Í fyrsta lagi tímabilið 1. september 1952 til 1. september 1953 þegar svifaur er í hámarki árána 1950 – 2001 eða um 15 milljón tonn á ári og í öðru lagi tímabilið frá 1. september 1980 til 1. september 1981 þegar streymi svifaurs inn í lónið var nálægt meðaltali árána 1950-2001 eða um 6,9 milljón tonn. Innrennsli og útrennsli ásamt lónhæð eins og hún reiknast í líkani fyrir þessi tvö tímabil eru sýnd á myndum 5-14. Niðurstöður fyrir fyrra tímabilið eru sýndar á myndum 5-9 og á myndum 10-14 fyrir seinna tímabilið. Á myndunum er sýnt innrennsli í Háslón skipt í Jökulsá, Gljúfraqvísl, Kringilsá og Suðurá, útrennsli er rennsli til virkjunar ásamt rennsli á yfirfalli og leka úr lóni. Leki og rennsli á yfirfalli eru breytileg eftir lónhæð og eru líkingar sem eru notaðar í líkani til að reikna þetta tvennt sem fall af lónhæð gefnar á myndum 8, 9, 13 og 14. Reiknaður straumhraði í Háslóni 1. ágúst 1953 og 1. ágúst 1981 er síðan sýndur á myndum 15 og 16.

3.2 Setmyndun í Háslóni.

Í þessum kafla verður með reiknilíkani lagt mat á hversu mikið set sest á bakka Háslóns. Stór hluti efnisins kemur til með að setjast efst í lónið og eingöngu finni efni ná að berast lengra inn í lónið og setjast á bakkana, þar sem þessi finu efni ná að fjúka upp þegar lágt er í lóninu. Með hliðsjón af töflu 3 verður reiknuð dreifing fyrir svifaursflokka frá finasta efni leir 2 upp í finmó. Grófmór, þ.e. grófmór, sandur og botnskrið fellur strax til botns efst í lóninu og myndar eyrar og verður fjallað sérstaklega um þá eyrarmyndun í kafla 3.3.

Eins og áður segir verður reiknuð setmyndun í Háslóni fyrir tvö tímabil. Fyrra tímabilið er 1. september 1952 til 1. september 1953 þegar setflutningur er í hámarki eða 15 milljón tonn. Seinna tímabilið er 1. september 1980 til 1. september 1981 þegar setflutningur er nálægt fimmtíu ára meðaltali eða um 6,9 milljón tonn. Kornastærðadreifing setsins var gefin í töflu 3 og er sethraði reiknaður samkvæmt líkingu sem gefin er í Morris og Fan (1998) og eru niðurstöður sýndar í töflu 4 fyrir allar kornastærðir.

TAFLA 4 Sethraði svifaurs

Flokkur	Kornastærð, mm	Sethraði, m/s
Sandur	0,2 - 2	4,90E-02
Grófmór	0,06 - 0,2	3,62E-03
Fínmór	0,02 - 0,06	3,69E-04
Méla 1	0,008 - 0,02	4,65E-05
Méla 2	0,004 - 0,008	9,14E-06
Méla 3	0,002 - 0,004	2,27E-06
Leir 1	0,001 - 0,002	5,61E-07
Leir 2	0,0002 - 0,001	7,52E-08

Magn botnsets eftir eins árs setsöfnun er síðan sýnt á myndum 25-40. Myndir 25-32 sýna niðurstöður fyrir fyrra tímabilið og myndir 33-40 tilsvareandi fyrir seinna tímabilið. Myndir 25 og 33 sýna heildarsetsöfnun efst í lóninu en myndir 26 og 34 sýna botnset af finustu efnunum á bökkum Háslóns.

Niðurstöður útreikninga fyrir styrk svifaurs í innstreymi og útstreymi eru gefnar á myndum 17-19 fyrir fyrra reikningstímabilið og á myndum 21 – 23 fyrir seinna tímabilið.

Kornastærðardreifing er svo sýnd á myndum 20 og 24. Hámarksstyrkur í útstreymi reiknast um 600 mg/L. Niðurstöður eru teknar saman í töflum 5 og 6.

TAFLA 5 Styrkur svifaurs í útrennsli 1952 - 1953

Flokkur	Hámarkstyrkur í útrás, mg/L	%
leir 2	166	27
leir 1	157	25
méla 3	156	25
méla 2	124	20
méla 1	16	3
fínmór	0	0
grófmór	0	0
sandur	0	0
samtals	619	100

**TAFLA 6 Styrkur svifaus í útrennsli
1980 - 1981**

Flokkur	Hámarkstyrkur í útrás, mg/L	%
leir 2	128	36
leir 1	112	31
méla 3	88	24
méla 2	31	9
méla 1	0	0
fínmór	0	0
grófmór	0	0
sandur	0	0
samtals	359	100

Myndir 27-32 og 35-40 sýna síðan dreifingu svifaus í Háslóni eftir kornastærðarflokkum. Dreifing setsins er glögglega háð kornastærð. Almennt séð þá falla þyngstu efnin til botns við ósa ána, en léttari efni dreifast um allt lónið. Ef lónhæð væri alltaf sú sama þá féllu þyngri efni til botns í miðju lóns, en léttari efni verða meira út til bakkana. En nú er raunveruleikinn annar í Háslóni, þar sem lónið sveiflast verulega og hefur þannig áhrif á dreifingu efna innan þess. Í ljósi þessa má segja eftirfarandi um dreifingu einstakra flokka:

Fínmór: Fellur að langstærstum hluta nærri ósum ána.

Méla1-3. Setið berst um allt lónið. Hlutfallslega lítill munur er á setmyndun á bökkum lónsins og miðbiki þess. Það skýrist með því að langstærstur hluti þessara efna kemur inn í lónið á meðan hátt er í því, og þau falla tiltölulega hratt til botns. Að vetrinum þegar lágt er í lóninu hafa þessi efni fallið út að langmestu leyti. Af sömu ástæðu minnkar setþykkt verulega niður eftir lóninu.

Leir1 og Leir2. Þykkt sets breytist lítið niður eftir lóninu (einkum hjá leir 2). Hlutfallslega minna sest á bakka lónsins en í méluflökkunum. Hvort tveggja skýrist með því að sethraði kornanna er lítill og viðkomutími efnisins í vatninu er langur. Setþykkt á hverjum stað ræðst því mest af tímanum sem hann er undir vatnsborði.

Magn botnsets eftir landhæð er sýnt á myndum 41-44. Mynd 41 sýnir massa í öllum flokkum við lok fyrra reiknitímabilsins, 31. ágúst 1953. Mynd 42 sýnir samanlagðan massa allra flokkanna og hlutfallslegan massa á sama tíma. Mynd 43 sýnir massa í öllum flokkum við lok seinna reiknitímabilsins, 31. ágúst 1981. Mynd 44 sýnir samanlagðan massa allra flokkanna og hlutfallslegan massa á sama tíma.

3.3 Eyrarmyndun í Háslóni

Eins og áður sagði þá botnfalla þyngstu efnin, þar sem jökulárnar koma inn í lónið, og mynda þar eyrar sem fylla lónið smám saman. Myndir 45-54 sýna hvernig þessi eyrarmyndun færir inn í lónið með árunum. Eftir 50 ár samanber mynd 54 þá hafa eyrarnar borist um 3 km inn í lónið.

HEIMILDASKRÁ

Almenna Verkfræðistofan hf., HÖNNUN, VATNASKIL CONSULTING ENGINEERS, 2004;
NORÐLINGAÖLDUVEITA Grunnögn og aðferðafræði fyrir skýrslu: Setmyndun og aurskolun í Norðlingaöldulóni LV-2004/108 Landsvirkjun Ágúst 2004

Morris, Gregory L. og Fan, Jiahua, 1998: **Reservoir sedimentation handbook. Design and management of dams, reservoirs, and watersheds for sustainable use.** McGraw Hill.

VST, 2001. **Kárahnjúkavirkjun. Aurburður og setmyndun í lóninu.** Reykjavík: VST, 2000-0304/02.

VIĐAUKI I

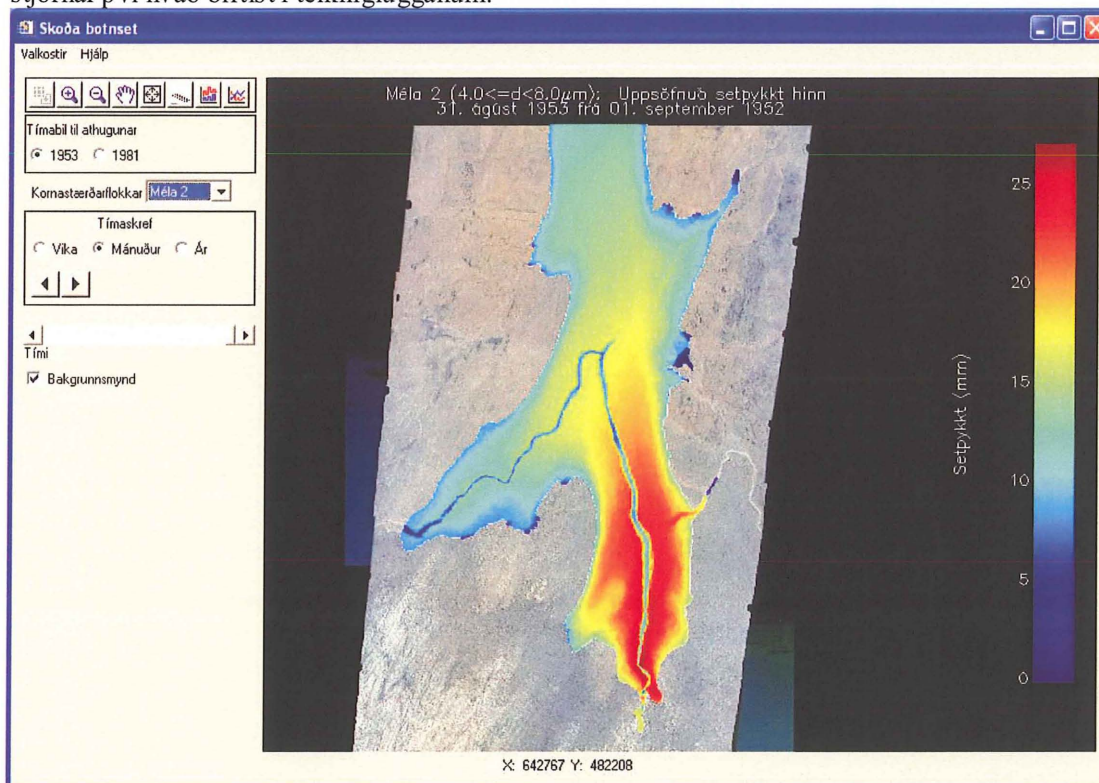
Skýringar með geisladiski

Á geisladiskinum sem fylgir skýrslunni eru niðurstöður reikninga á seti finefnis (að þvermáli 0.2-60 μm) og hugbúnaður til að skoða niðurstöðurnar. Niðurstöður reikninganna eru í ascii-skrám sem pakkað hefur verið í eina WinZip skrá. Ein skrá er fyrir hvern hinna 6 kornastærðarflokka og hvort tímabil sem reikningarnir taka til. Skrárnar geyma setmassa á flatareiningu (kg/m^2) í sérhverjum reiknipunkti líkansins, með dags bili allt reiknitímabilið, þ.e. eitt ár. Hugbúnaðurinn kallast *Skoða botnset*. Hann gerir notendum kleift að sjá þykkt botnsets (miðað við eðlismassa 1400 kg/m^3) hvar sem er í lóninu, hvenær sem er á reiknitímabilinu, skoða þykktarsnið og kornastærðardreifingu.

Þegar diskurinn er settur í fyrsta sinn inn í geisladrif tölvu eru nauðsynleg gögn (19 skrár) afrituð yfir á harða disk tölvunnar. Þetta getur tekið dálitla stund, sjá nánar kafla 2.1, töluliðið 1-2. Að því búnu er *Skoða botnset* sjálfkrafa keyrt upp. Þegar diskurinn er settur í geisladrifið framvegis er forritið strax keyrt upp, enda eru þá gögnin á vísu stað á harða diskinum. *Skoða botnset* er skrifað í IDL forritunarmálinu. Hugbúnaðurinn krefst aðgangs að *IDL Virtual Machine*, sem einnig er á geisladiskinum. Geisladiskurinn verður því að vera í geisladrifiinu á meðan *Skoða botnset* er notað.

1 Viðmót hugbúnaðarins

Viðmótið sem birtist notendum þegar *Skoða botnset* hefur verið opnað er einn gluggi, sem inniheldur teikniglugga, (hægra megin) og stjórnborð (ýmis tæki og töl vinstra megin) sem stjórnar því hvað birtist í teikniglugganum.



Efst í stjórnborðinu eru tveir hnappar. Annar hefur titilinn **Valkostir**, undir honum er aðeins hægt að velja **Hætta**, til að hætta í forritinu. Hinn hefur titilinn **Hjálp**, undir honum er aðeins hægt að velja upplýsingar um hugbúnaðinn.

Þar fyrir neðan er **tækjaslá**. Í henni eru 8 hnappar. Fyrst eftir að forritið er opnað eru þeir allir óvirkir. Hnapparnir verða virkir eftir ástæðum þegar valið hefur verið tímabil til að skoða, og þegar gögnum hefur verið hlaðið inn. Nánar er fjallað um hnappana í tækjaslánni í kafla 2.2.

Fyrir neðan tækjaslána er rammi þar sem notandinn verður að **velja tímabil** til að skoða. Fyrst eftir að forritið hefur verið keyrt upp er þetta eina mögulega aðgerðin.

Þar fyrir neðan er **fellilisti** (drop-down list) **með nöfnum kornastærðarflokkanna** sem reikningarnir taka til. Dreifing sets í þeim flokki sem valinn er af listanum birtist í teikniglugganum. Neðst í fellilistanum má velja “Allir flokkar”, þar er átt við samanlagða þykkt allra flokka. Fellilistinn er óvirkur þar til gögnum hefur verið hlaðið inn.

Neðan við fellilistann er rammi þar sem efst stendur “**Tímaskref**” þar fyrir neðan er hægt að merkja við **vik**, **mánuð** eða **ár** og neðst eru **örvatakkar** sem benda til vinstri og hægri. Með því að smella á örvatakka eru niðurstöður teiknaðar við nýjan tíma, þ.e. viku, mánuði eða ári frá því sem síðast var teiknað, eftir því hvaða tímaskref merkt hefur verið við að ofan.


Neðan við þennan ramma er **sleði** sem hægt er að renna til með músinni og velja þannig **nýjan tíma** til að skoða. Einnig er hægt að smella á örvatakkana hægra megin eða vinstra megin við sleðann og færast þannig einn dag fram eða aftur í tíma.

Neðst í stjórnborðinu má haka við **Bakgrunnsmynd**. Sé það gert eru niðurstöður teiknaðar ofan á loftmynd af Háslónsstæðinu og umhverfi þess.

2. Notkun hugbúnaðarins

Hér verður lýst notkun *Skóða botnset*. Þessum leiðbeiningum má fylgja skref fyrir skref og fá þannig yfirsýn yfir alla möguleika sem hugbúnaðurinn býður upp á.

2.1 Haldið af stað

1. Diskurinn settur í geisladrifið.
2. Upp kemur gluggi með titlinum WinZip Self-extractor – selfextract.exe. Veljið *Unzip* (efsti hnappur). Breytið *ekki* áfangastað gagnanna. Gögnum er þá afpakkað og þau afrituð á harða disk tölvunnar. Þetta tekur dálitla stund.
3. Smellið á *OK* við tilkynningu um að gögnunum (19 skrár) hafi verið afpakkað og lokið WinZip Self-extractor glugganum með því að smella á *Close*.
4. Upp kemur gluggi með merki Vatnaskila og Landsvirkjunar. Tveir hnappar eru neðst í glugganum. Smellið á *Skóða botnset* til að halda áfram eða *Exit* til að hætta við.
5. Upp kemur upplýsingagluggi fyrir *IDL virtual machine*. Smellið einhvers staðar á gluggann. *Skóða botnset* er þá keyrt upp.
6. Veljið tímabil í rammaum neðan tækjaslárinnar, 1953 eða 1981.
7. Smellið á , hnappinn lengst til vinstri í tækjaslánni. Gögnin eru þá lesin inn í fylki í forritinu. Það getur tekið nokkrar mínútur. Að því loknu er hægt að fara að skoða botnset.

Skref 2-3 eiga aðeins við þegar diskurinn er settur í geisladrif í fyrsta skipti. Mögulegum aðgerðum í forritinu er lýst hér að neðan.

2.2 Aðgerðir

Kornastærðarflokkur valinn

Þegar gögnum hefur verið hlaðið inn birtist flatarmynd fyrir dreifingu leirs 2 í teikniglugganum. Til að velja annan kornastærðarflokk til að skoða er valið viðeigandi nafn af fellilista. Flokkunum er raðað eftir stærð kornanna, frá þeim fínustu til hinna grófustu. Neðst í listanum stendur “Allir flokkar”, og er þar samanlögð þykkt allra kornastærðarflokkanna. Þegar nýr flokkur er valinn birtist strax ný mynd í teikniglugganum.

Tímaskref valið

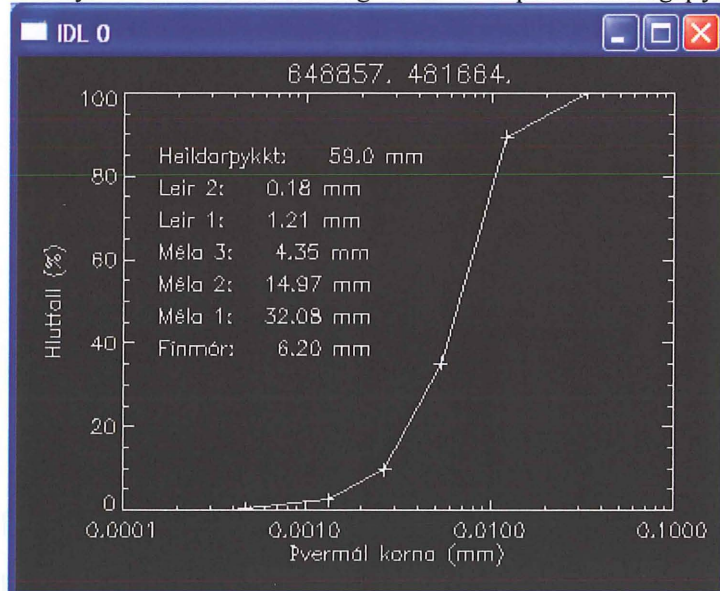
Þegar gögnum hefur verið hlaðið inn birtast niðurstöður við lok reiknitímabilsins. Hægt er að velja nýjan tíma til að skoða með tvennum hætti.

1. Með sleðanum neðst á skjá er hægt að draga til sleðann með músinni eða smella á örvarnar við enda hans. Þegar smellt er ör er farið eitt tímaskref (sóláhring áfram (hægri ör) eða aftur á bak (vinstri ör). Farið t.d. hálf t.á fram í tíma með því að stilla sleðann á mitt bilið, eða á upphaf reikninga lengst til vinstri.
2. Hægt er að velja um að taka viku, mánaðar eða árs skref með því að merkja við viku, mánuð eða ár undir titlinum “Tímaskref”, og smella svo á örvarnar þar undir. Skoðið t.d. hvernig set safnast upp mánuð fyrir mánuð með því að stilla fyrst sleðann við upphaf reikninga lengst til vinstri, merkja við mánuð og smella svo á örina til hægri.


Aðgerðir með tækjaslá

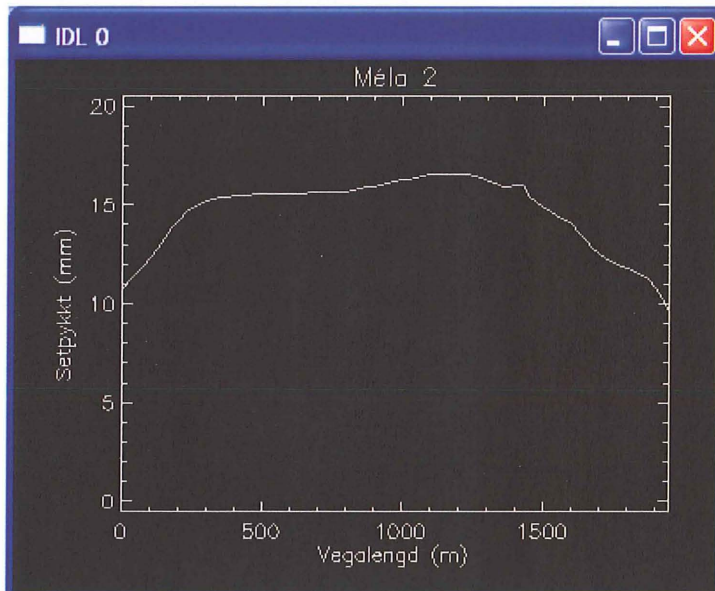
Í tækjaslánni eru 8 hnappar. Þegar músarþendilinn ber við hnappana (án þess að smella sé) birtist rammi sem skýrir í fáum orðum verkun þeirra. Nánar er greint frá verkun hnappanna hér að neðan.

1. Hleður inn gögnum. Það hefur þegar verið gert. Þegar gögnum var hlaðið inn varð hnappurinn óvirkur. Hnappurinn verður aftur virkur ef valið er að hlaða inn gögnum fyrir annað tímabil.
2. Súma inn. Stækkar upp valið svæði. Smellið með hægri músartakka inni í teikniglugganum, haldið honum niðri meðan músin er dregin til. Þannig birtist rammi, svæðið innan hans er teiknað upp þegar músarhnappinum er sleppt.
3. Súma út. Smellið á teiknigluggann. Myndin er dregin upp í kvarða 1:1.25 x fyrri kvarði, með miðpunkt í punktinum sem smella var á.
4. Myndin dregin til. Smellið inn í teiknigluggann, haldið niðri músartakkanum og dragið til músina. Myndin í glugganum fylgir eftir.
5. Fylla í glugga. Þegar smella er á takkann er lónið teiknað í heild þannig að það fylli út í teiknigluggann.
6. Mæla vegalengd. Þegar smella er á hnappinn birtist orðið “Vegalengd” á skjánum neðan teiknigluggans. Vegalengd er mæld þannig að smella er innan teiknigluggans og músarhnappinum haldið niðri meðan músin er dregin til. Fyrir aftan orðið “Vegalengd” birtist vegalengdin frá punktinum sem smella var á. Leiðin er jafnframt sýnd með hvítu línu.
7. Sýnir kornastærðardreifingu. Þegar aðgerðin hefur verið valin er smella innan lónstæðisins. Við það opnast nýr gluggi (sé hann ekki þegar opinn) eins og hér að neðan sem sýnir kornastærðardreifingu setsins á þeim stað og þykkt sets í hverjum flokki.

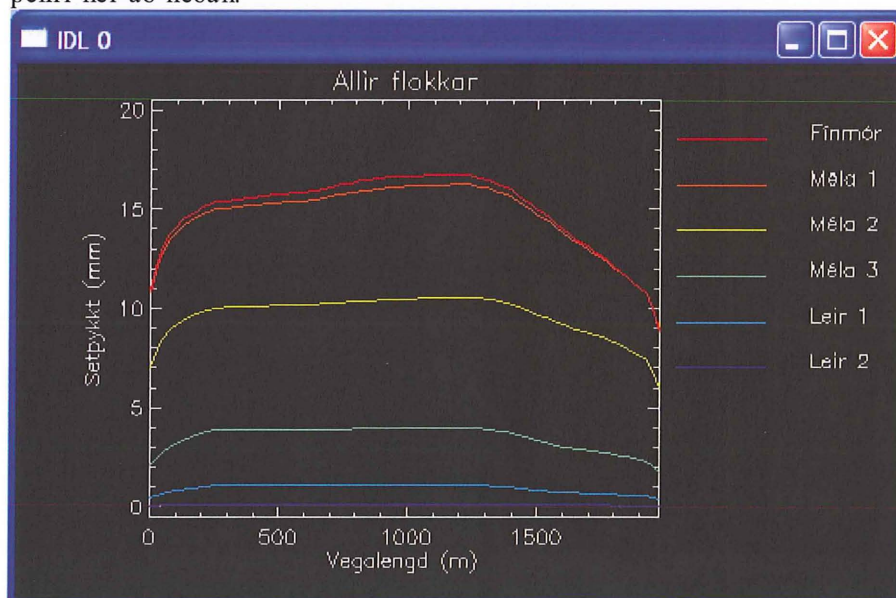


Hvítur kross birtist á flatarmyndinni þar sem smella var. Kornastærðardreifingin gildir fyrir þann tíma sem valinn er. Sé nýr tími valinn er kornastærðardreifingin í punktinum teiknuð upp að nýju. Aðgerðin er óháð því hvaða kornastærðarflokkur er valinn.

8.  Sýnir snið í set. Þegar aðgerðin hefur verið valin er smellt með hægri músartakka inni í teikniglugganum, honum haldið niðri og músin dregin til. Hvít lína er þá dregin frá staðnum þar sem smellt var, til krosshársins (músarbendils). Þegar músartakkanum er sleppt er opnast nýr gluggi (ef hann er ekki þegar opinn) eins og hér að neðan, sem sýnir setþykkt kornastærðarflokksins sem valinn er, á línunni. Setþykktin gildir fyrir þann tíma og þann kornastærðarflokk sem valinn er. Sé nýr tími eða kornastærðarflokkur valinn



þegar snið hefur verið dregið, er setþykktin í sniðinu dregin upp að nýju. Séu allir flokkar valdir er sýnd uppsöfnuð setþykkt allra flokka. Í litla glugganum birtist mynd áþekk þeirri hér að neðan.



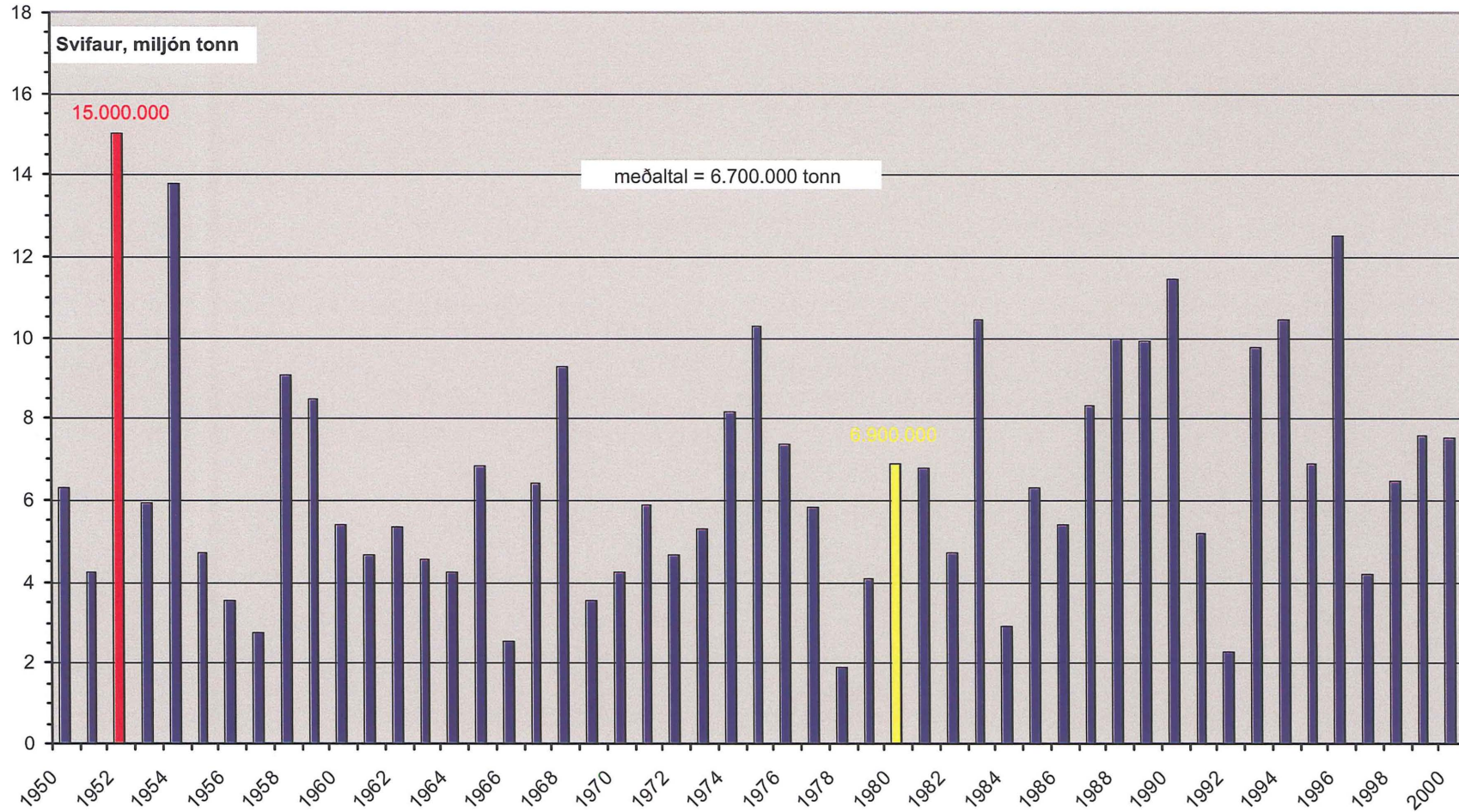
Þar sem um er að ræð uppsafnaða þykkt ber að túlka setþykkt hverjum flokki sem **bil** milli línunnar sem merkt er flokkinum og þeirrar næstu fyrir neðan. Efsta línan sem merkt er fínmór stendur því í raun fyrir heildarsetþykktina.

Hætt í Skoða botnset

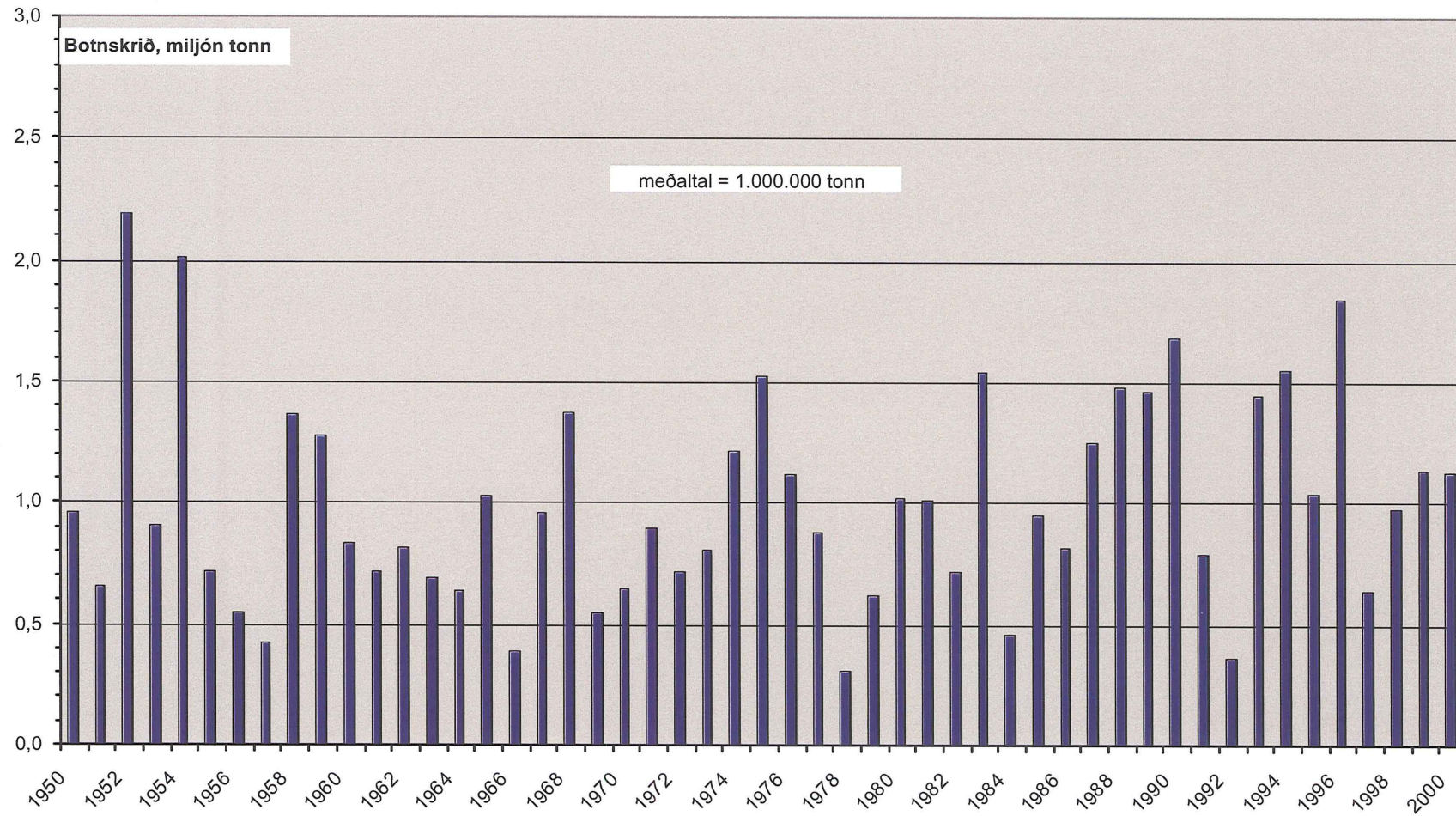
Til að hætta í **Skoða botnset** er valið **Valkostir** og **Hætta**, eða smellt á krossinn í uppi í hægra horni gluggans.

MYNDIR

Reiknað ársmeðaltal svifauers inn í Háslón



Reiknað ársmeðaltal botnskriðs inn í Hálslón



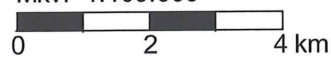
Líkansvæði



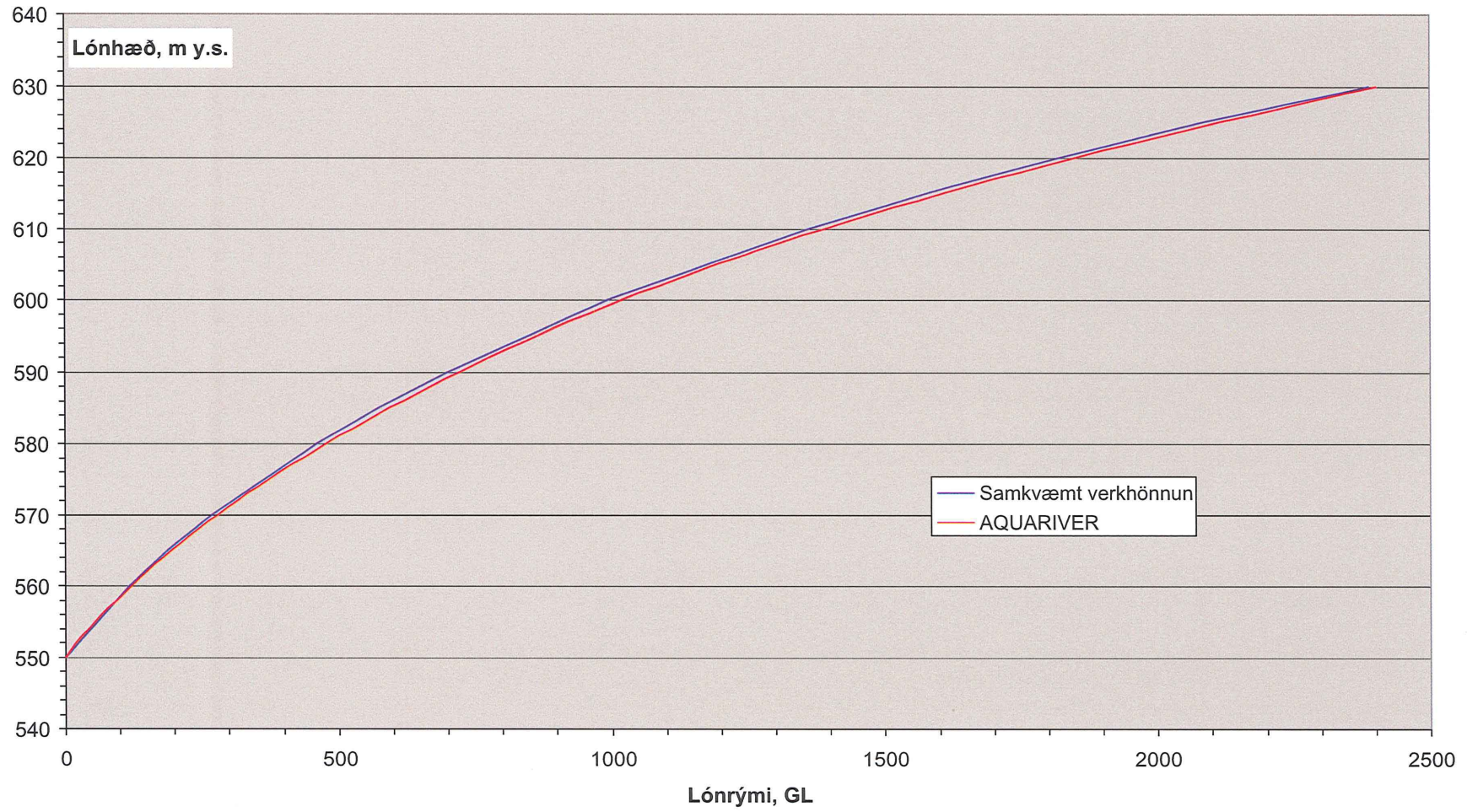
Hæð, m y.s.

466,000	548,000
467,000	549,000
468,000	550,000
469,000	551,000
470,000	552,000
471,000	553,000
472,000	554,000
473,000	555,000
474,000	556,000
475,000	557,000
476,000	558,000
477,000	559,000
478,000	560,000
479,000	561,000
480,000	562,000
481,000	563,000
482,000	564,000
483,000	565,000
484,000	566,000
485,000	567,000
486,000	568,000
487,000	569,000
488,000	570,000
489,000	571,000
490,000	572,000
491,000	573,000
492,000	574,000
493,000	575,000
494,000	576,000
495,000	577,000
496,000	578,000
497,000	579,000
498,000	580,000
499,000	581,000
500,000	582,000
501,000	583,000
502,000	584,000
503,000	585,000
504,000	586,000
505,000	587,000
506,000	588,000
507,000	589,000
508,000	590,000
509,000	591,000
510,000	592,000
511,000	593,000
512,000	594,000
513,000	595,000
514,000	596,000
515,000	597,000
516,000	598,000
517,000	599,000
518,000	600,000
519,000	601,000
520,000	602,000
521,000	603,000
522,000	604,000
523,000	605,000
524,000	606,000
525,000	607,000
527,000	608,000
528,000	609,000
529,000	610,000
530,000	611,000
531,000	612,000
532,000	613,000
533,000	614,000
534,000	615,000
535,000	616,000
536,000	617,000
537,000	618,000
539,000	619,000
540,000	620,000
541,000	621,000
542,000	622,000
543,000	623,000
544,000	624,000
545,000	625,000
546,000	628,000

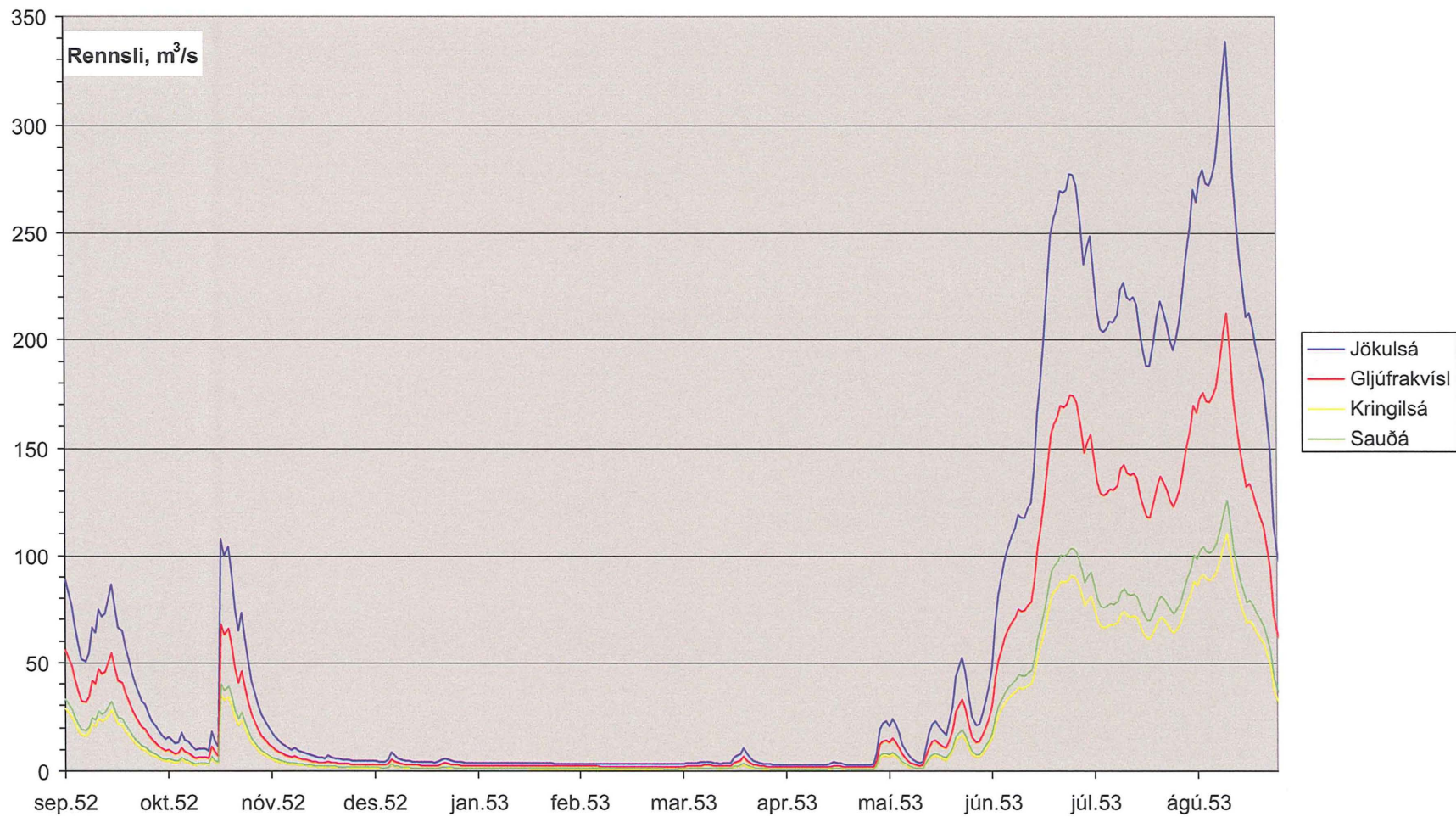
Mkv. 1:100.000



Lónrými í Háslóni



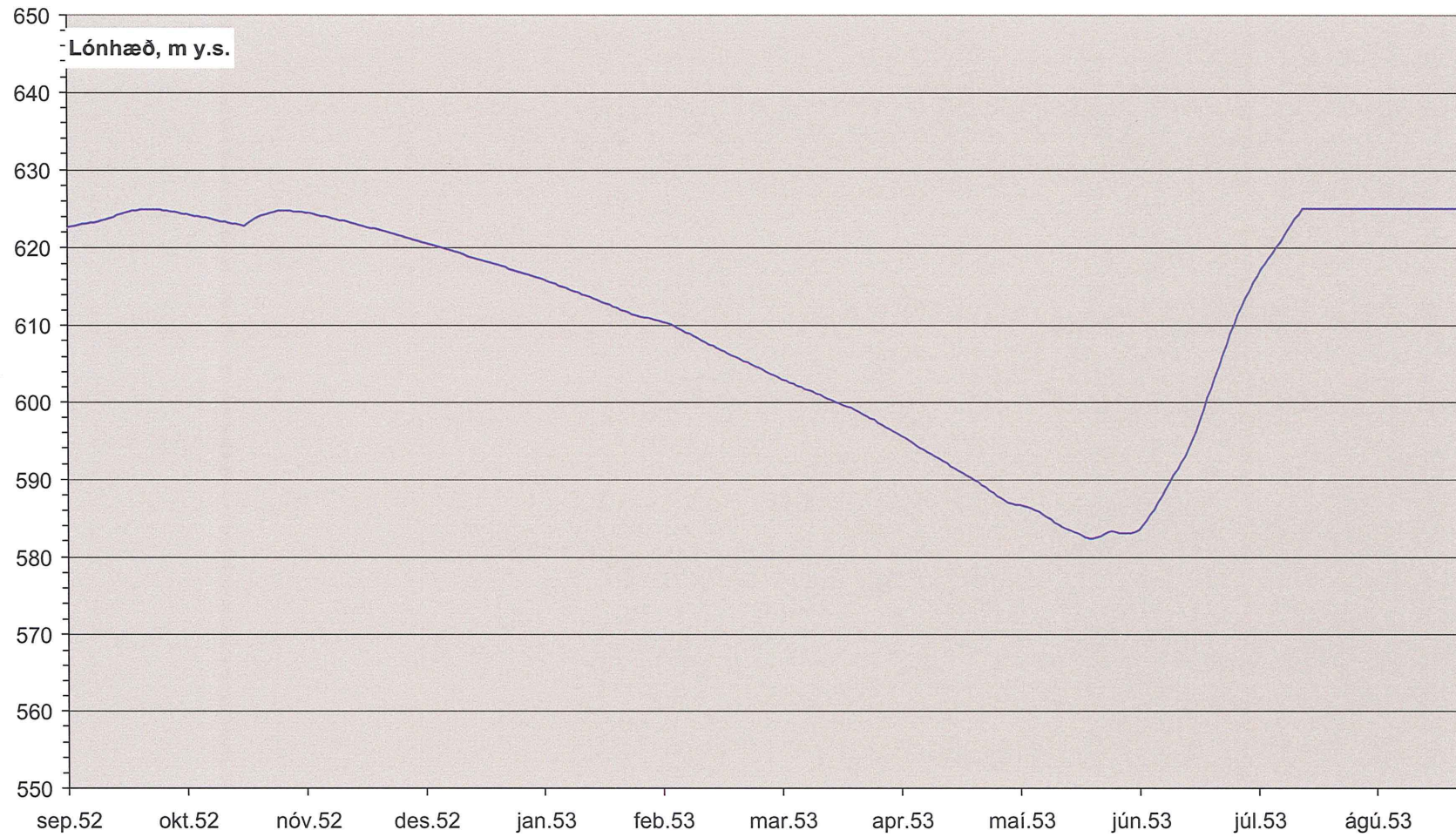
Innrennsli í Háslón 1952 - 1953



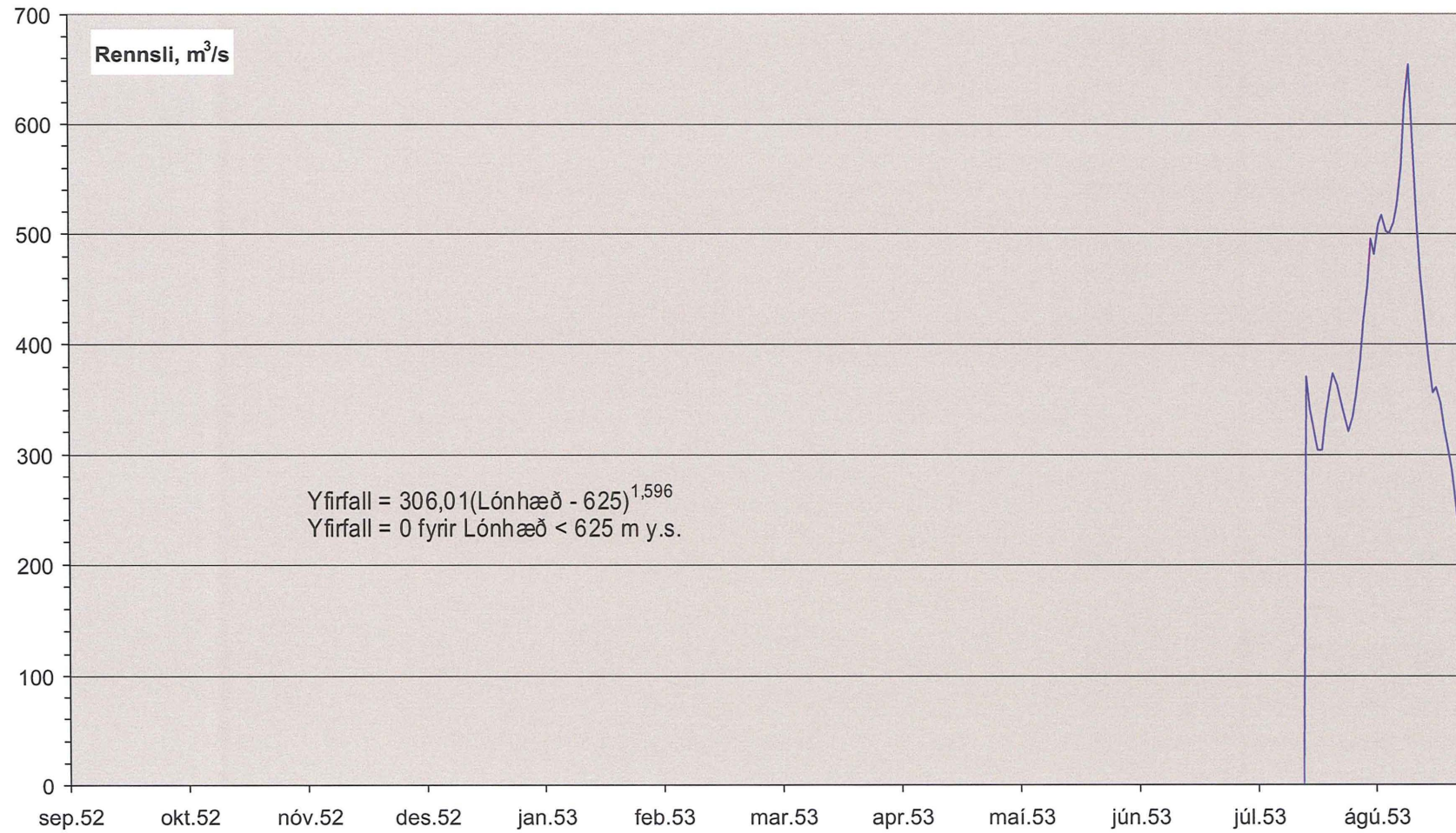
Rennsli til virkjunar 1952 - 1953



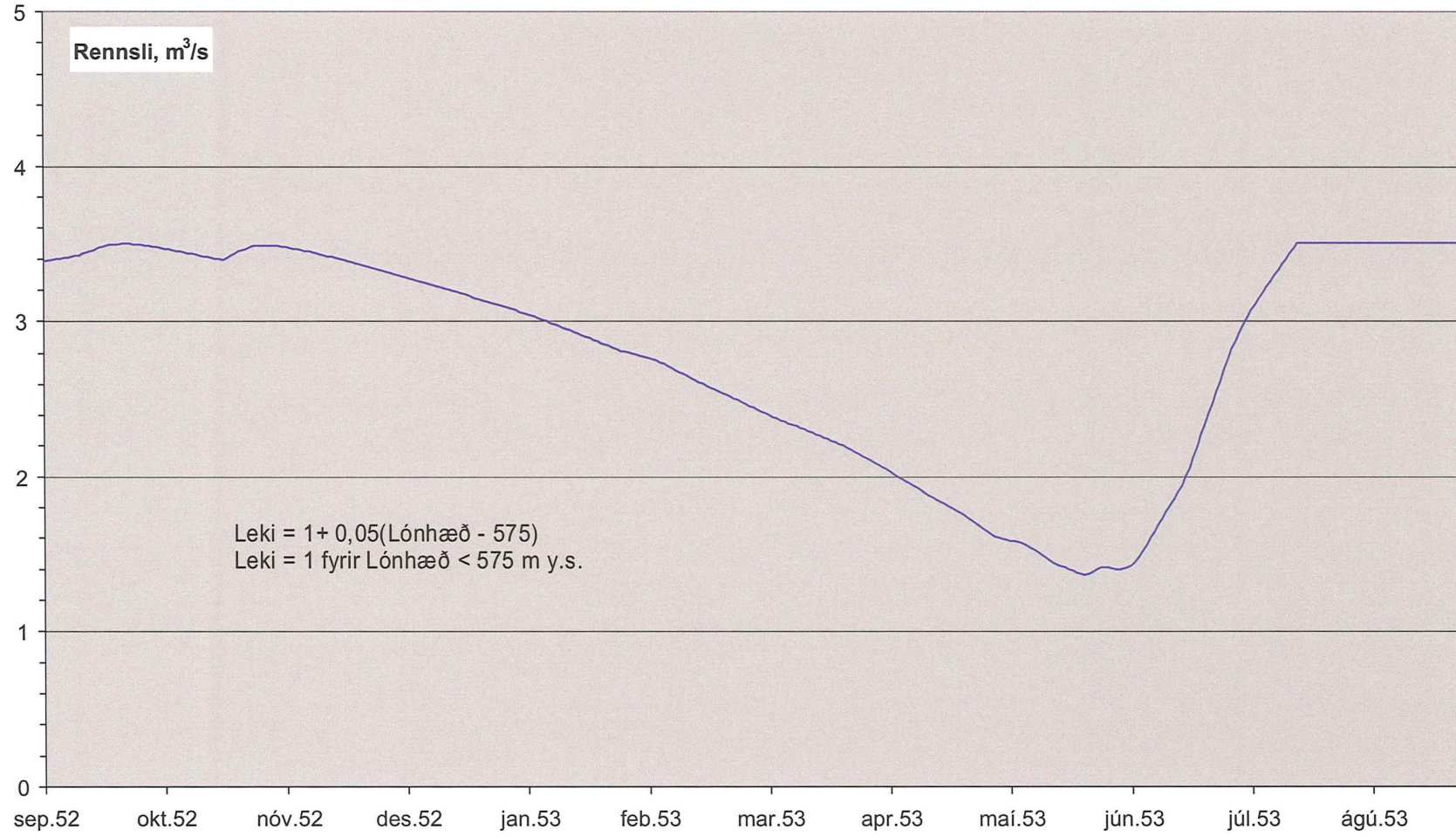
Lónhæð 1952 - 1953



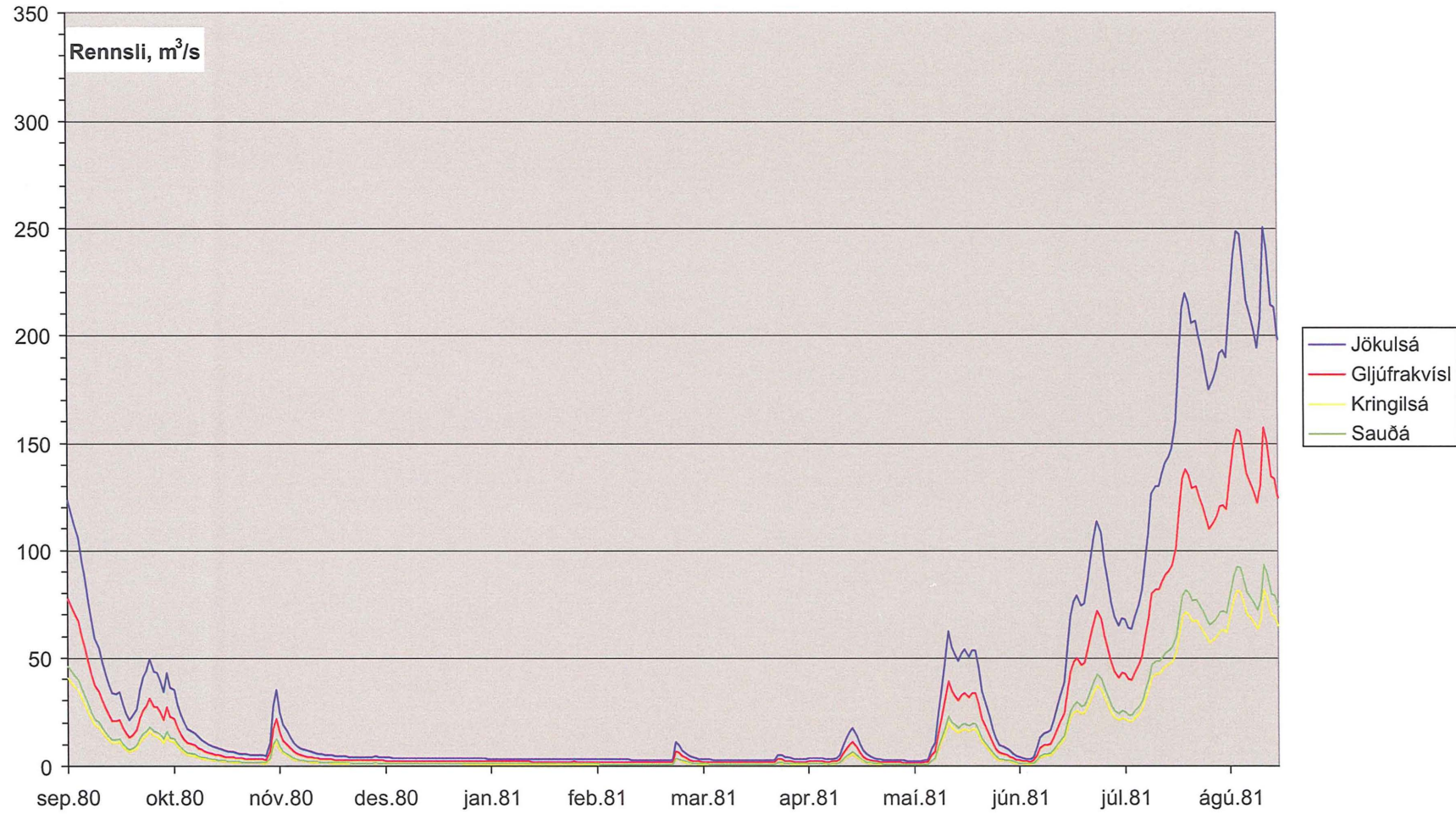
Rennsi á yfirfalli 1952 - 1953



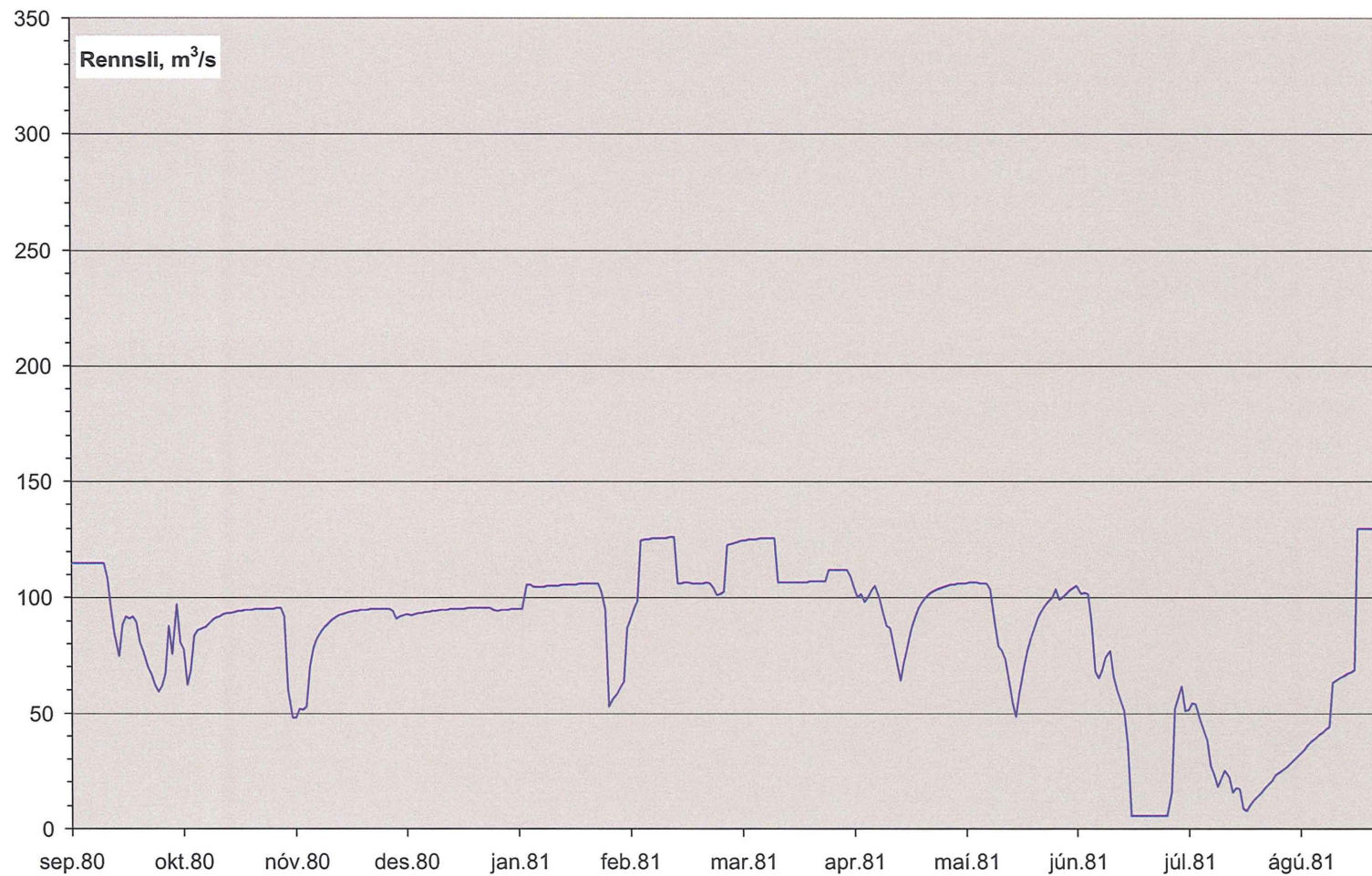
Leki úr lóni 1952 - 1953



Innrennsli í Háslón 1980 - 1981



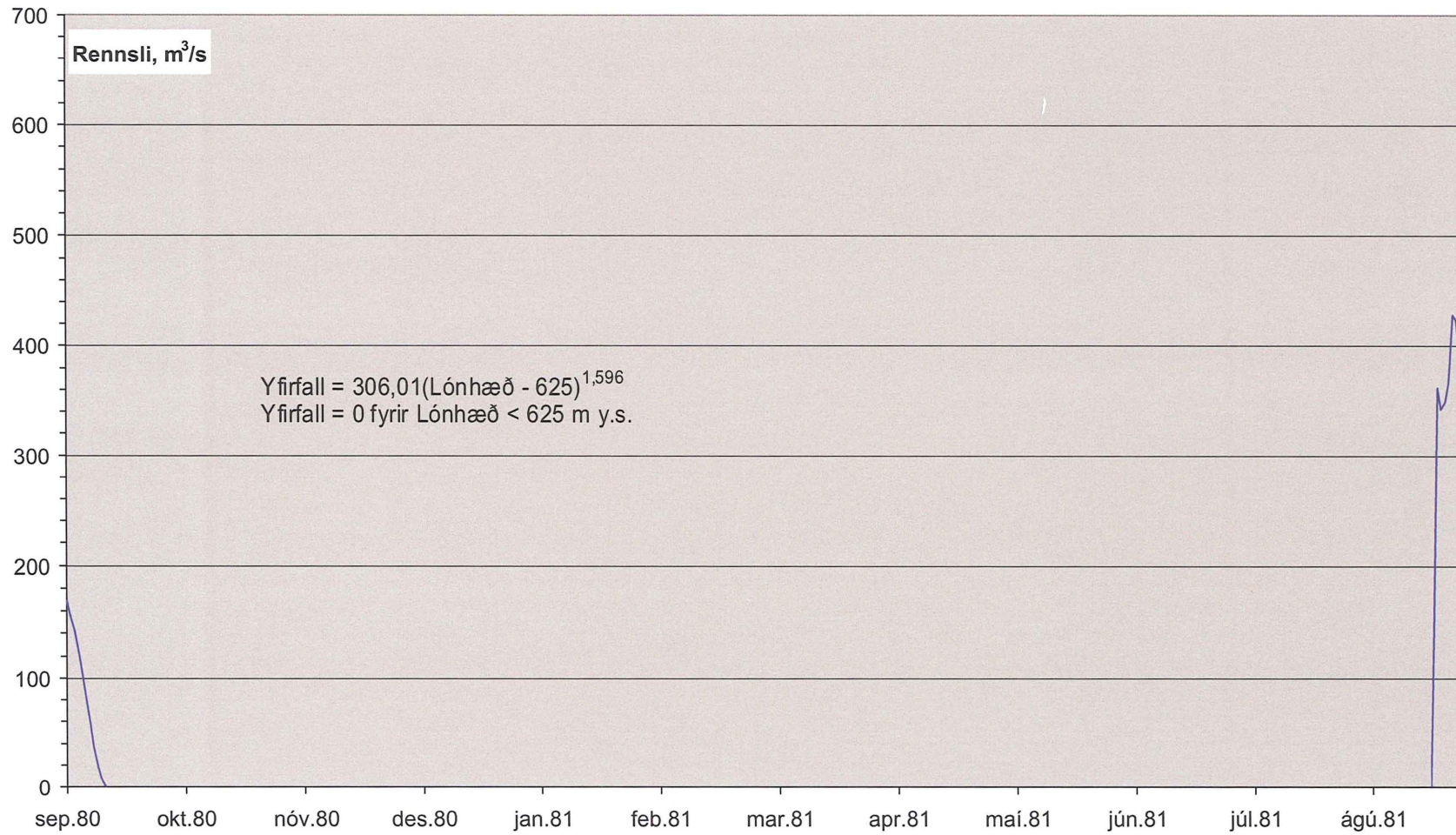
Rennsli til virkjunar 1980 - 1981



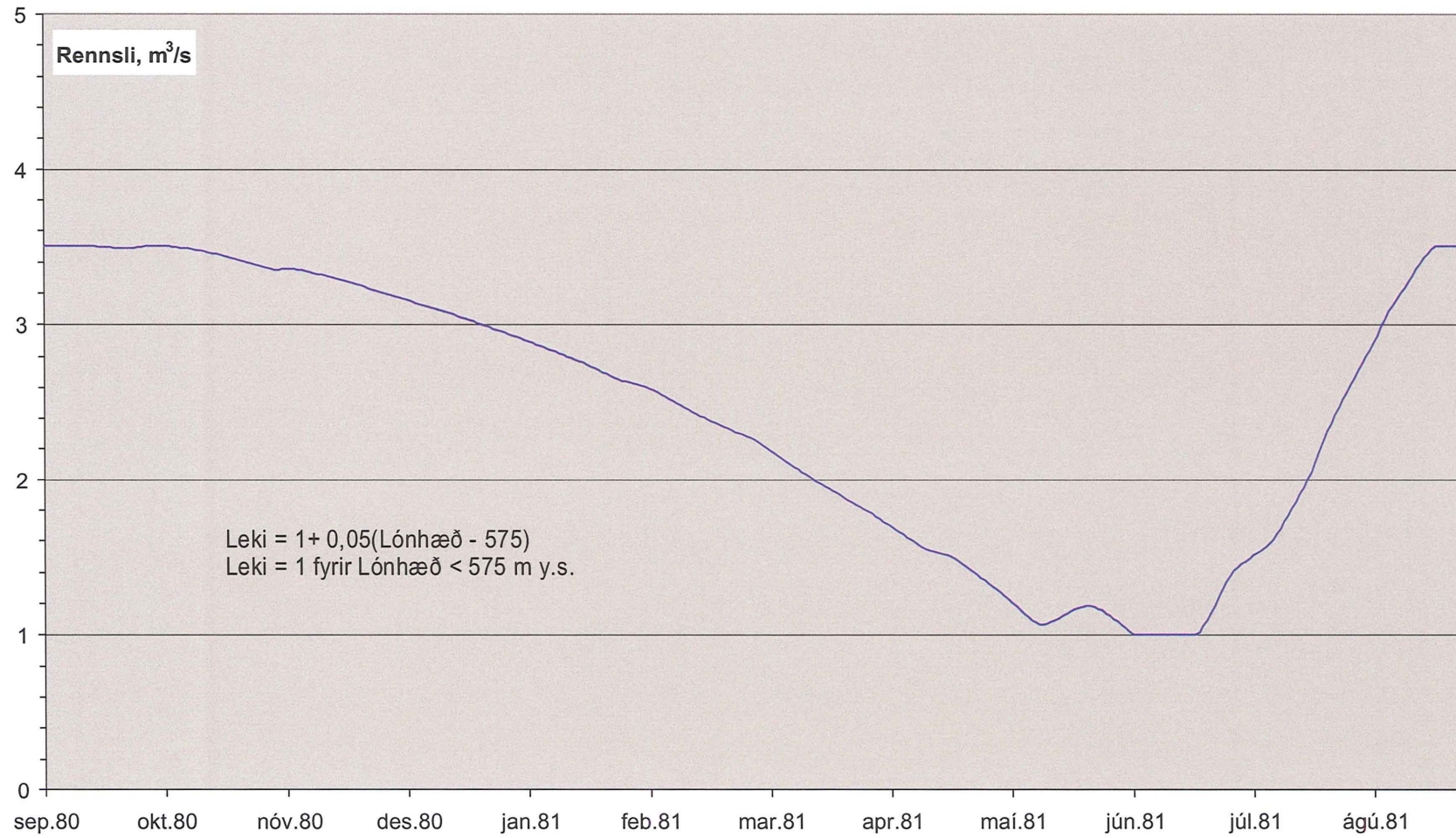
Lónhæð 1980 - 1981



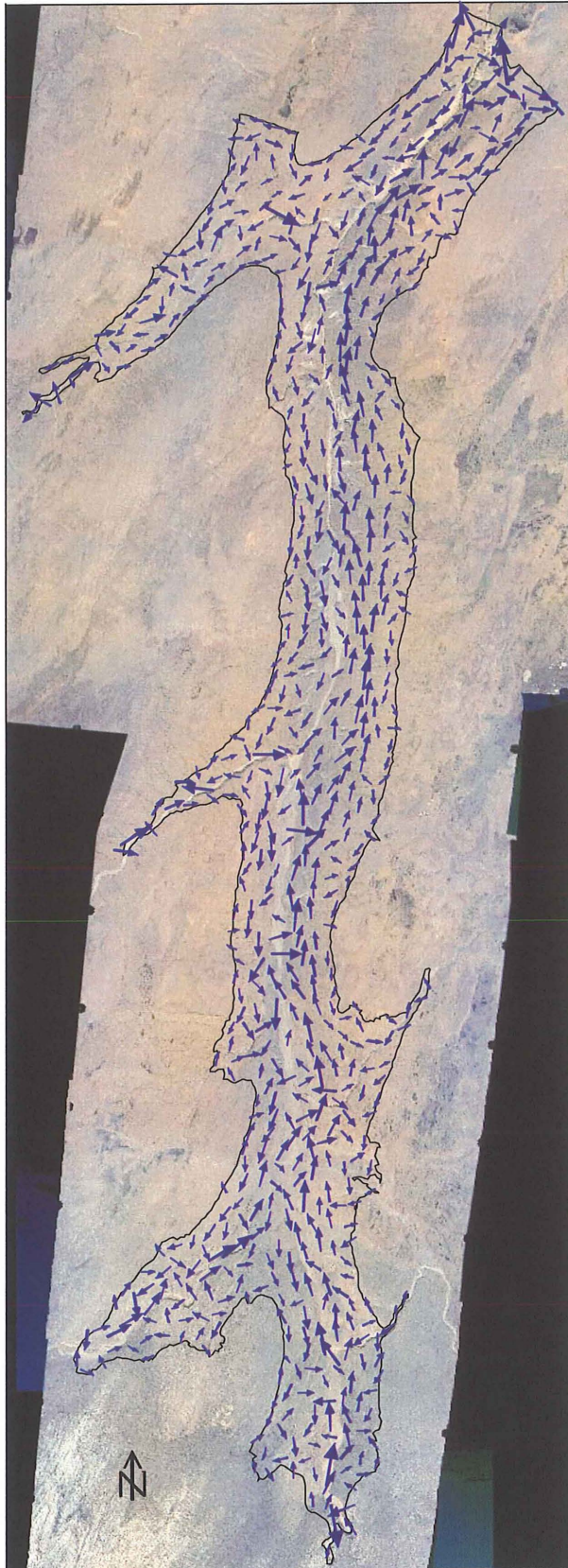
Rennsli á yfirfalli 1980 - 1981



Leki úr lóni 1980 - 1981



Reiknað rennsli 1. ágúst 1953 ($Q=454 \text{ m}^3/\text{s}$)

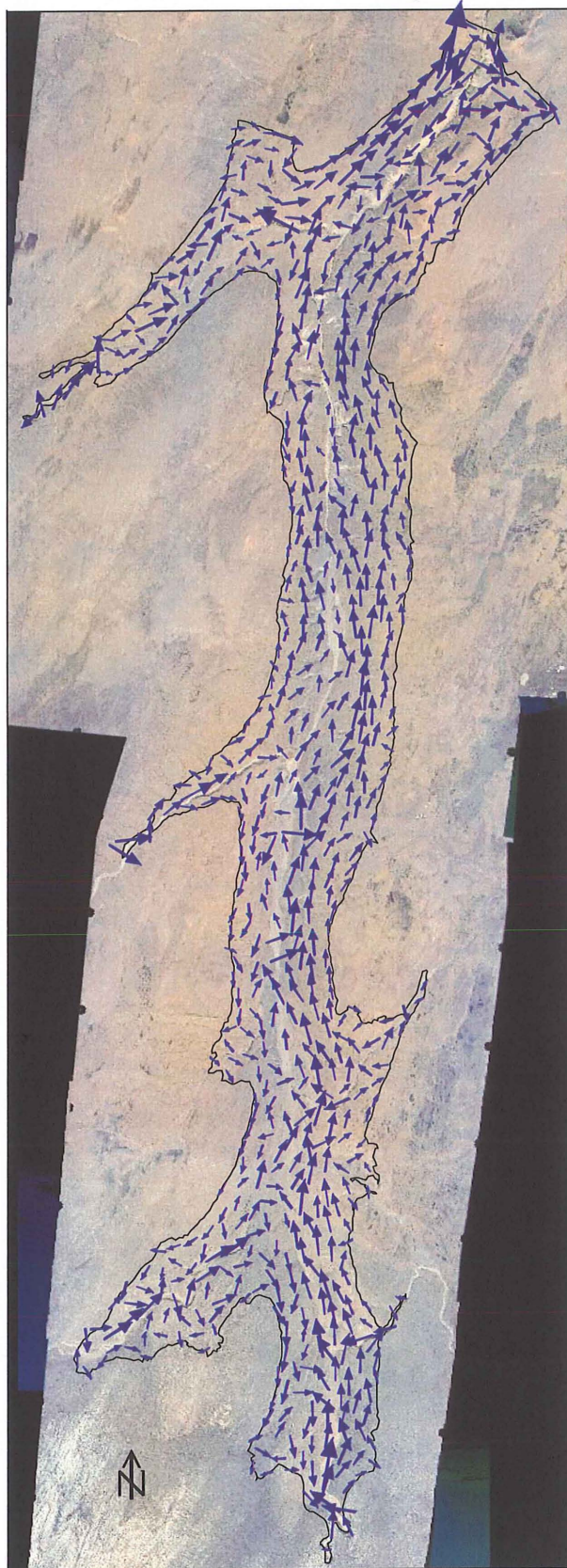



↗ $V = \text{hraði, m/s}$
 $L = \text{lengd örvanna, cm}$
 $V = 0.17(L-0,1)^2$


Mkv. 1:100.000
0 2 4 km

/ Líkansvæði

Reiknað rennsli 1. ágúst 1981 ($Q=425 \text{ m}^3/\text{s}$)

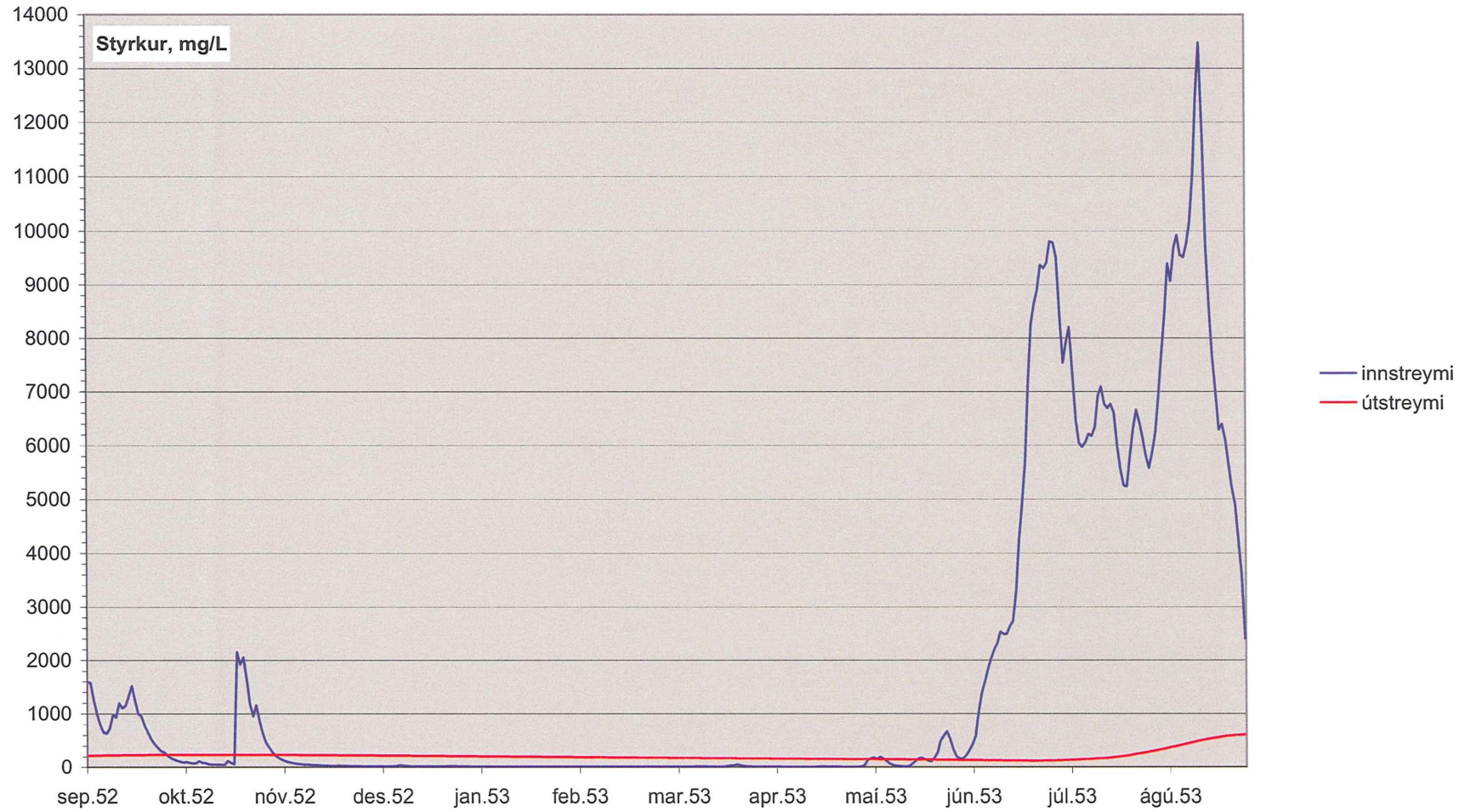


 $V = \text{hraði, m/s}$
 $L = \text{lengd örvanna, cm}$
 $V = 0.17(L-0,1)^2$

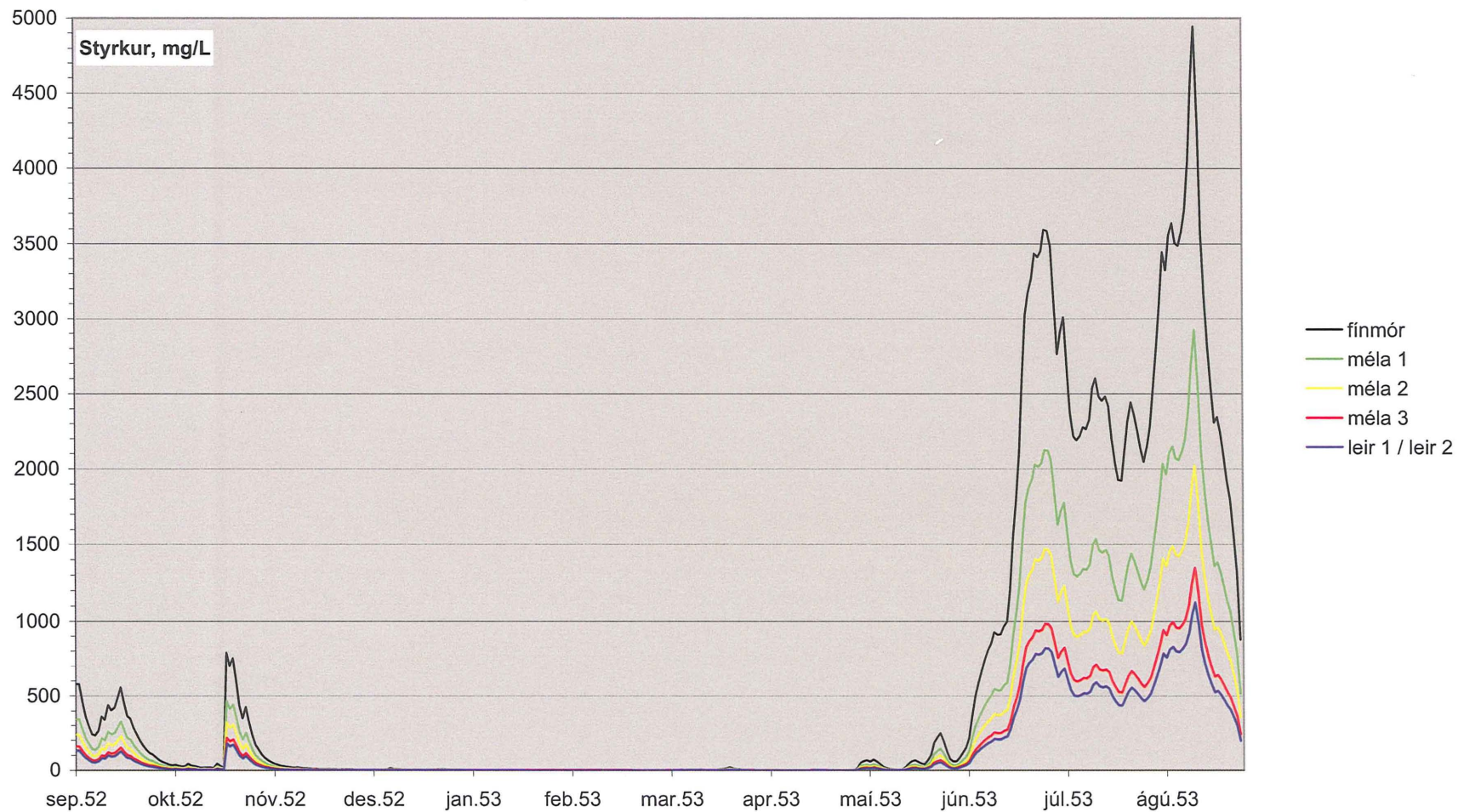
Mkv. 1:100.000
 0 2 4 km

 Líkansvæði

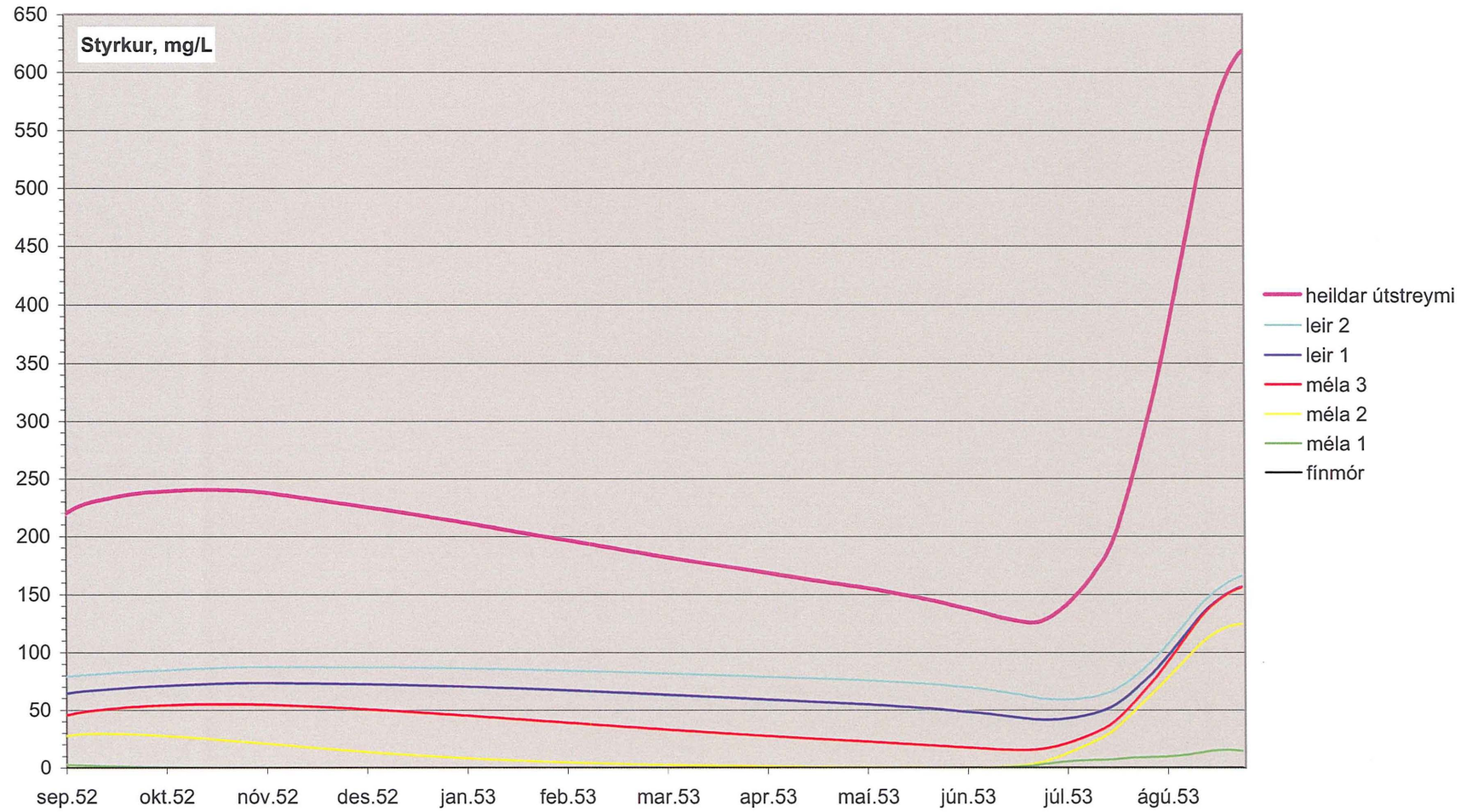
Reiknaður styrkur svifaurs
1952 - 1953



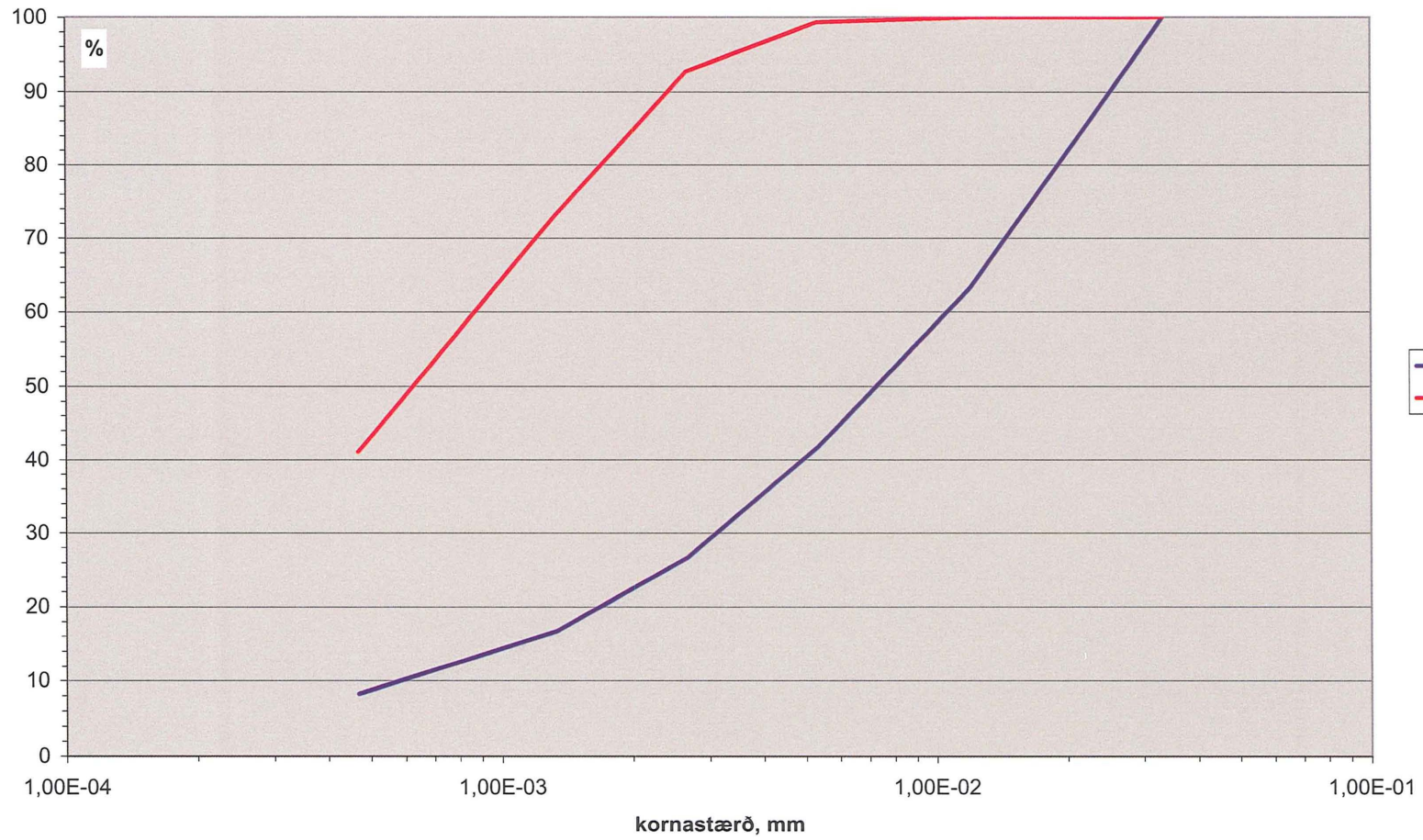
Reiknaður styrkur svifaurs í innstreymi
1952 - 1953



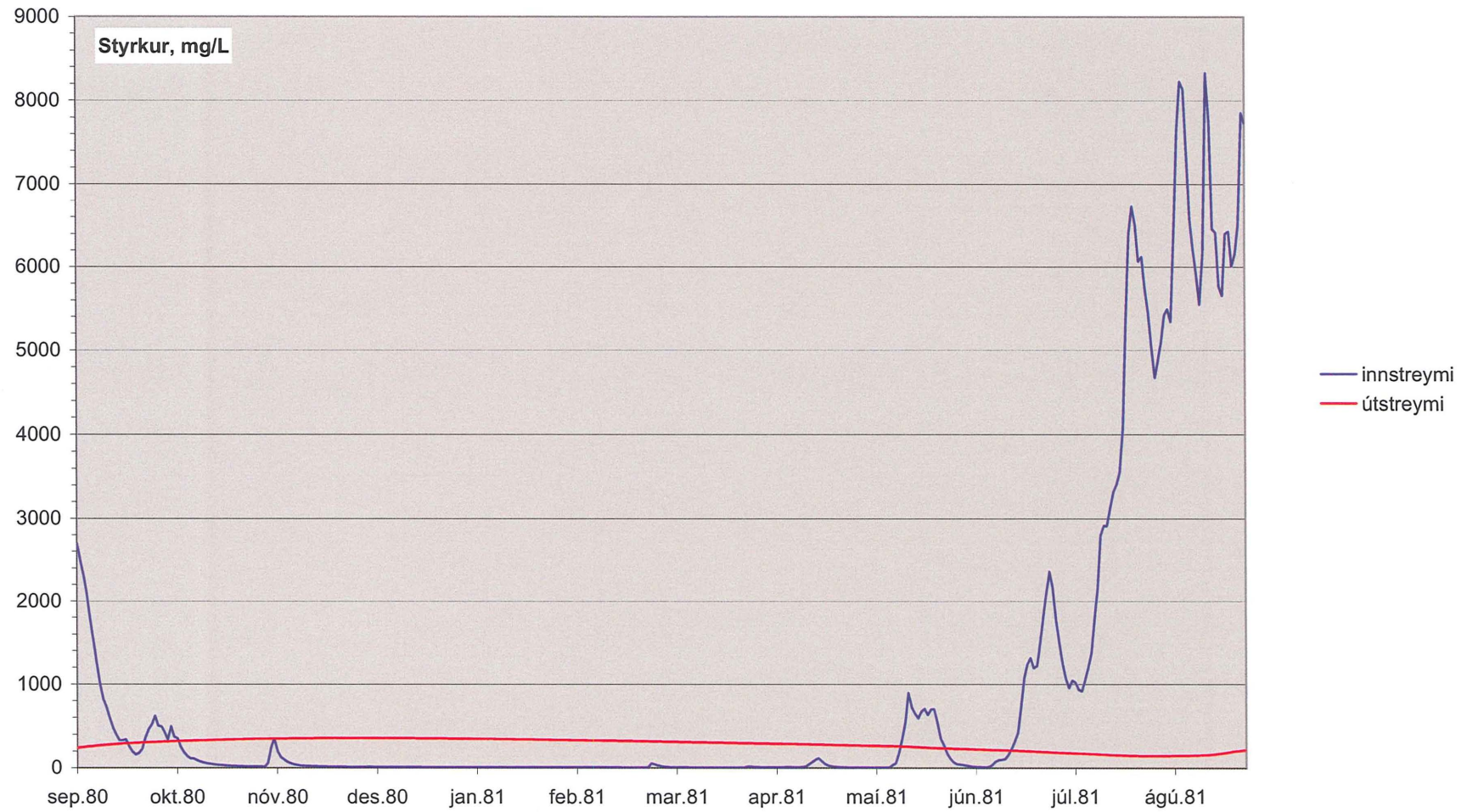
Reiknaður styrkur svífaurs í útstreymi
1952 - 1953



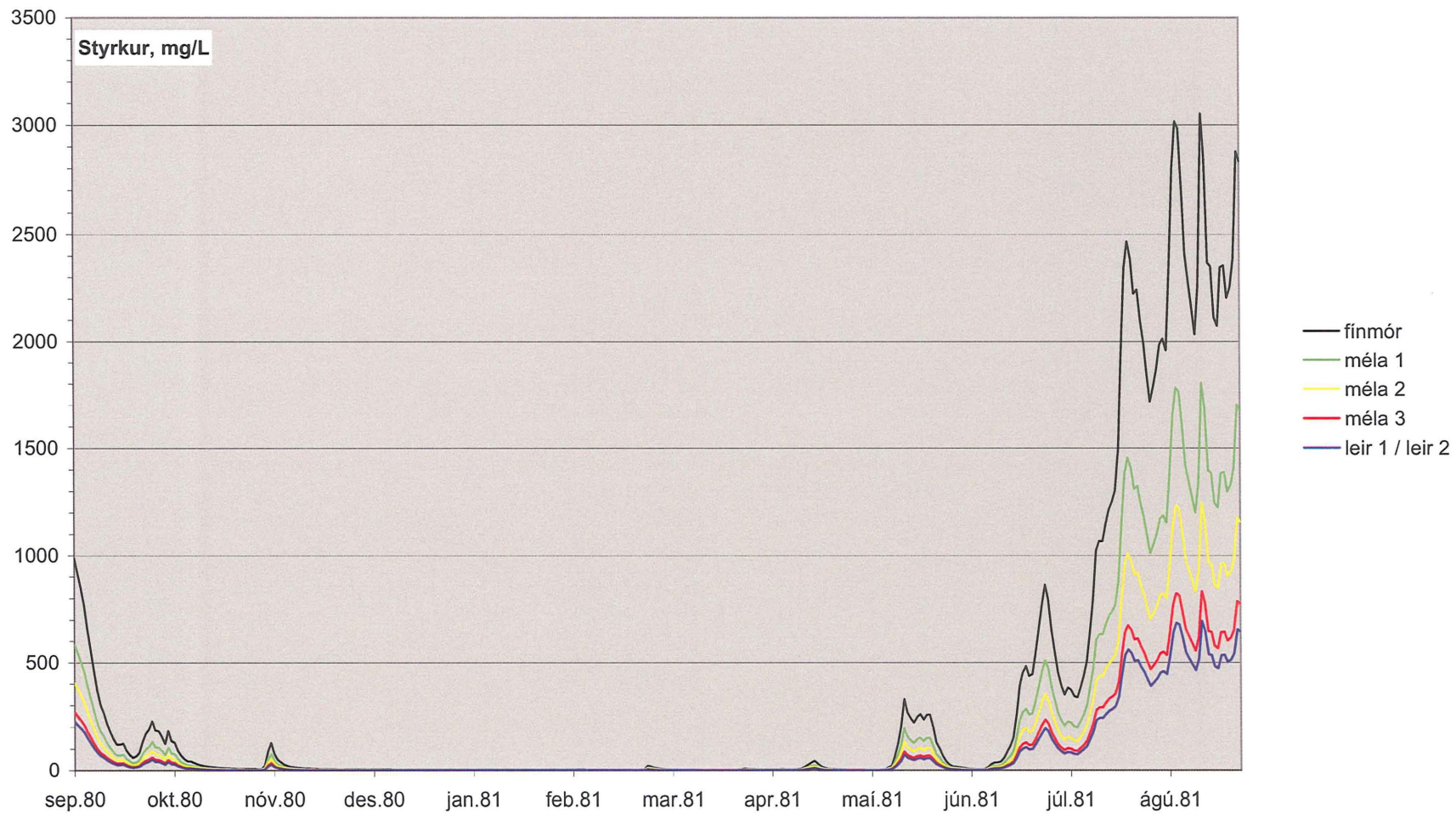
Kornastærðadreifing fyrir svifaur (leir 2 - fínmór)
1952 - 1953



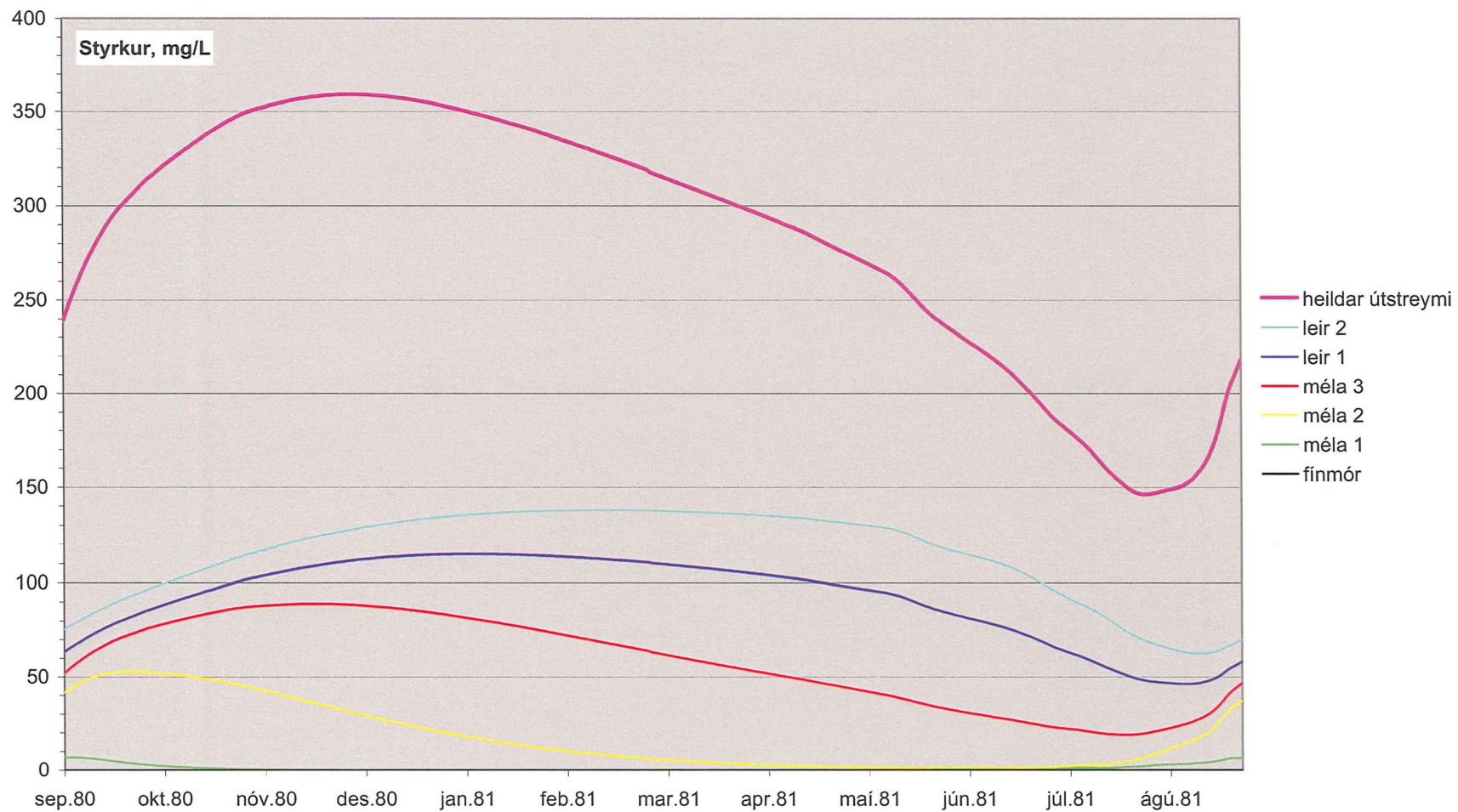
Reiknaður styrkur svifaurs
1980 - 1981



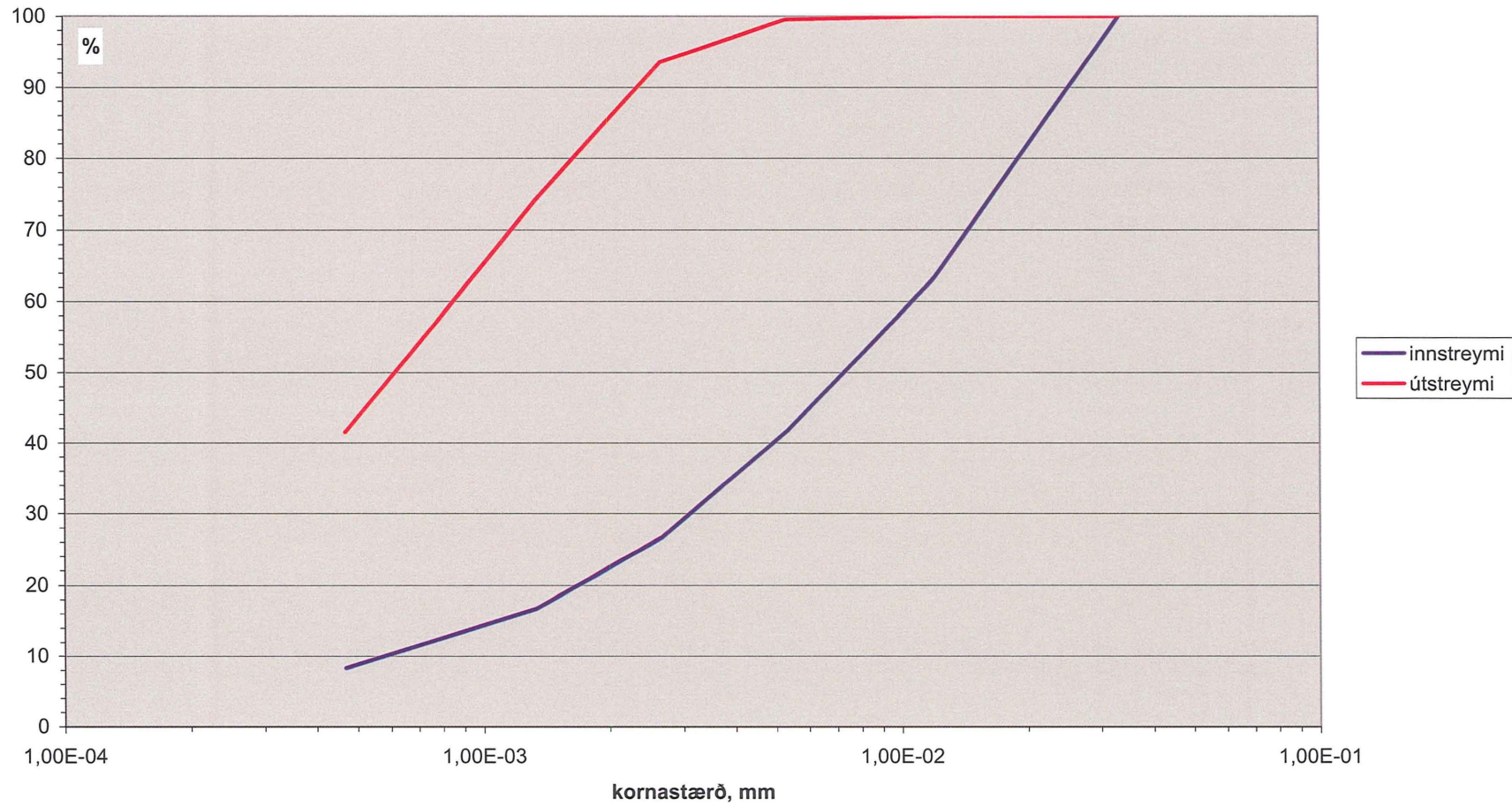
**Reiknaður styrkur svífaurs í innstreymi
1980 - 1981**



Reiknaður styrkur svifaurs í útstreymi
1980 - 1981



Kornastærðadreifing fyrir svifaur (leir 2 - fínmór)
1980 - 1981

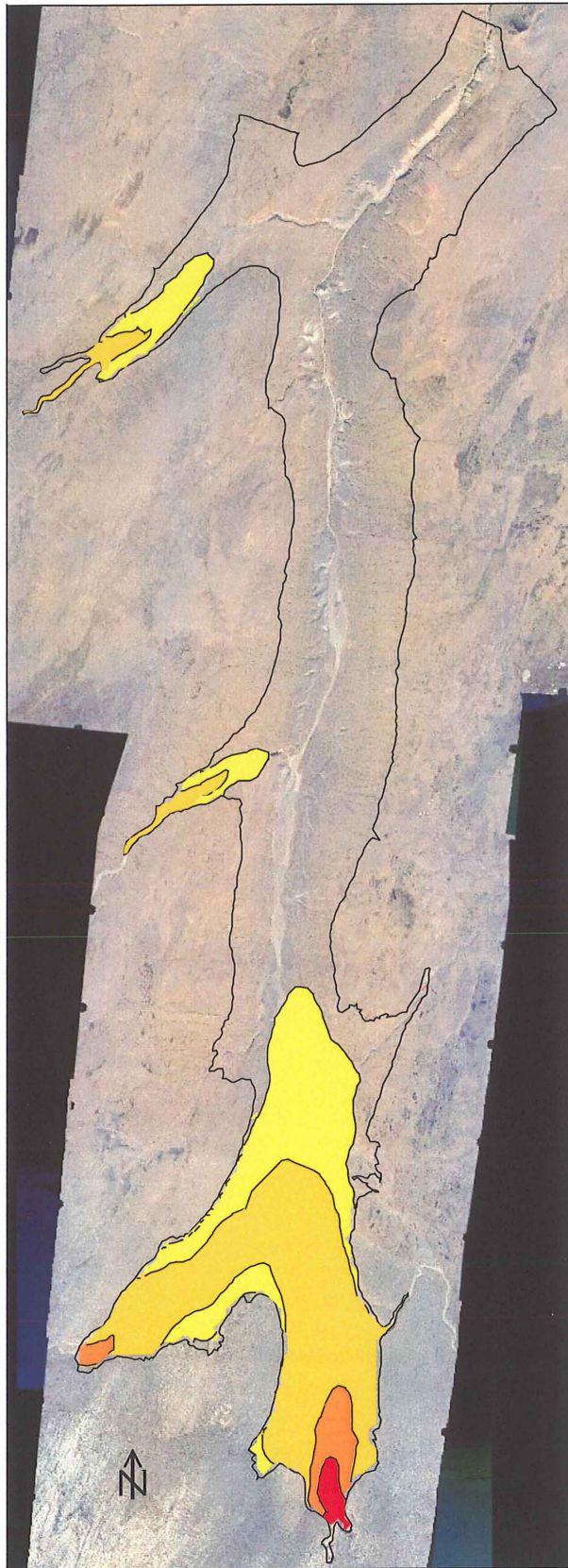


VATNASKIL

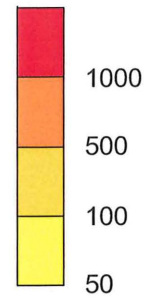
HÁLSLÓN

LANDSVIRKJUN

Botnset eftir 1 ár
1.9.1952 - 1.9.1953



Botnset, mm



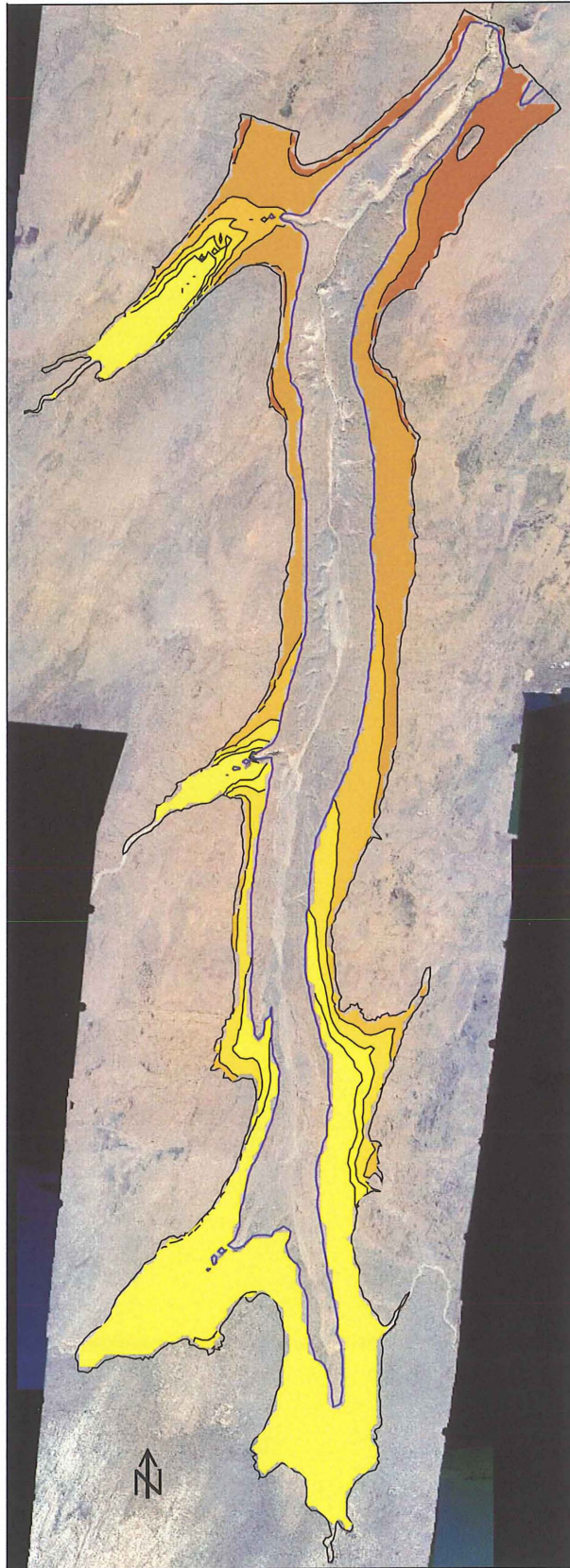
Mkv. 1:100.000



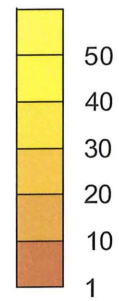
— / Líkansvæði

Mynd 25

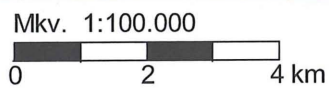
Botnset eftir 1 ár á lónbökkum
1.9.1952 - 1.9.1953



Botnset, mm

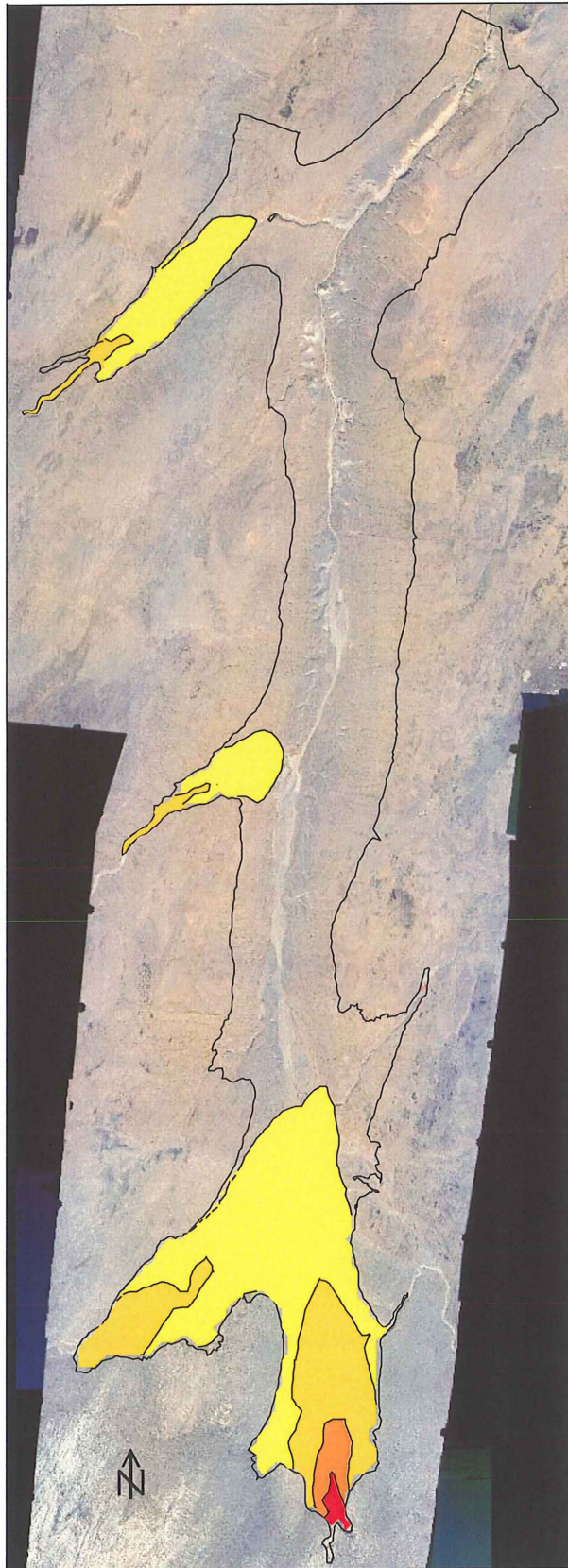


— Lægsta lónhæð,
580 m y.s.

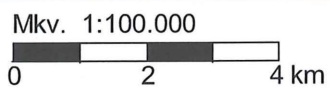
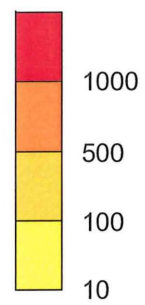


— Líkansvæði

Botnset eftir 1 ár - Fínmór
1.9.1952 - 1.9.1953

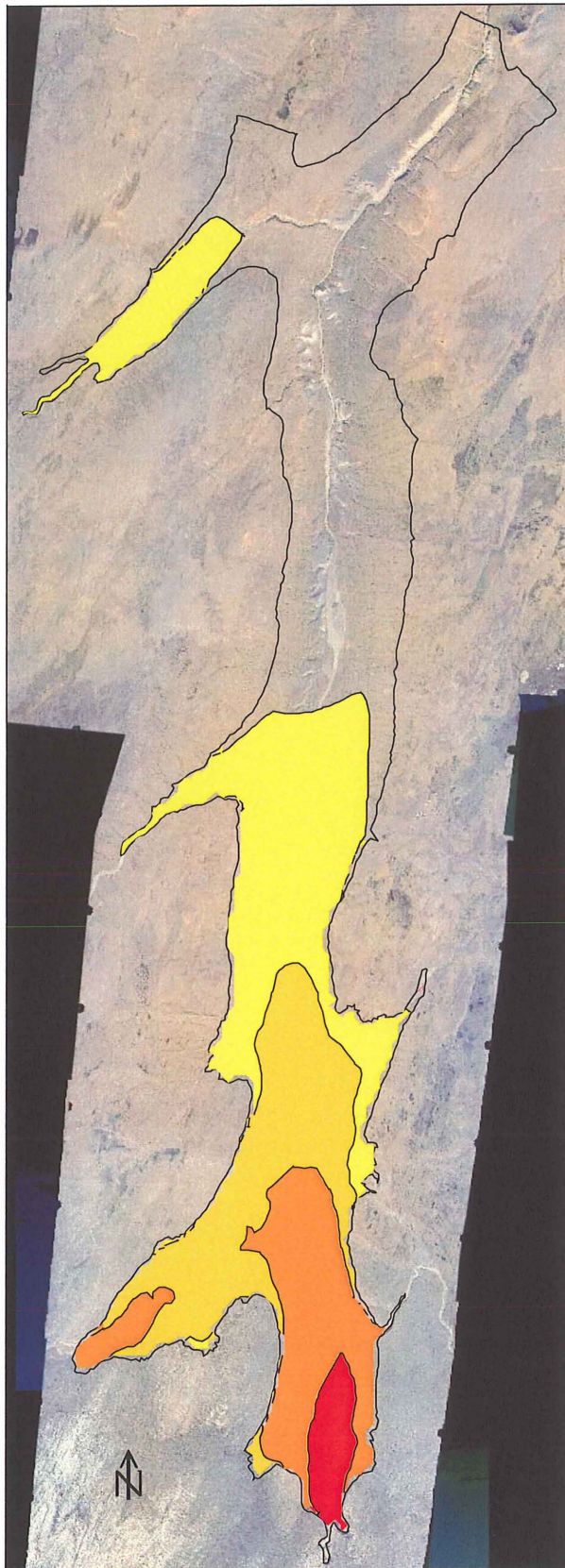


Botnset, mm

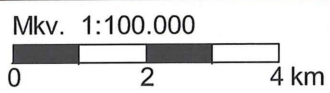
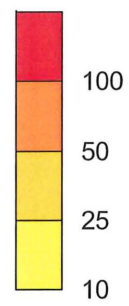


— Líkansvæði

Botnset eftir 1 ár - Méla 1
1.9.1952 - 1.9.1953

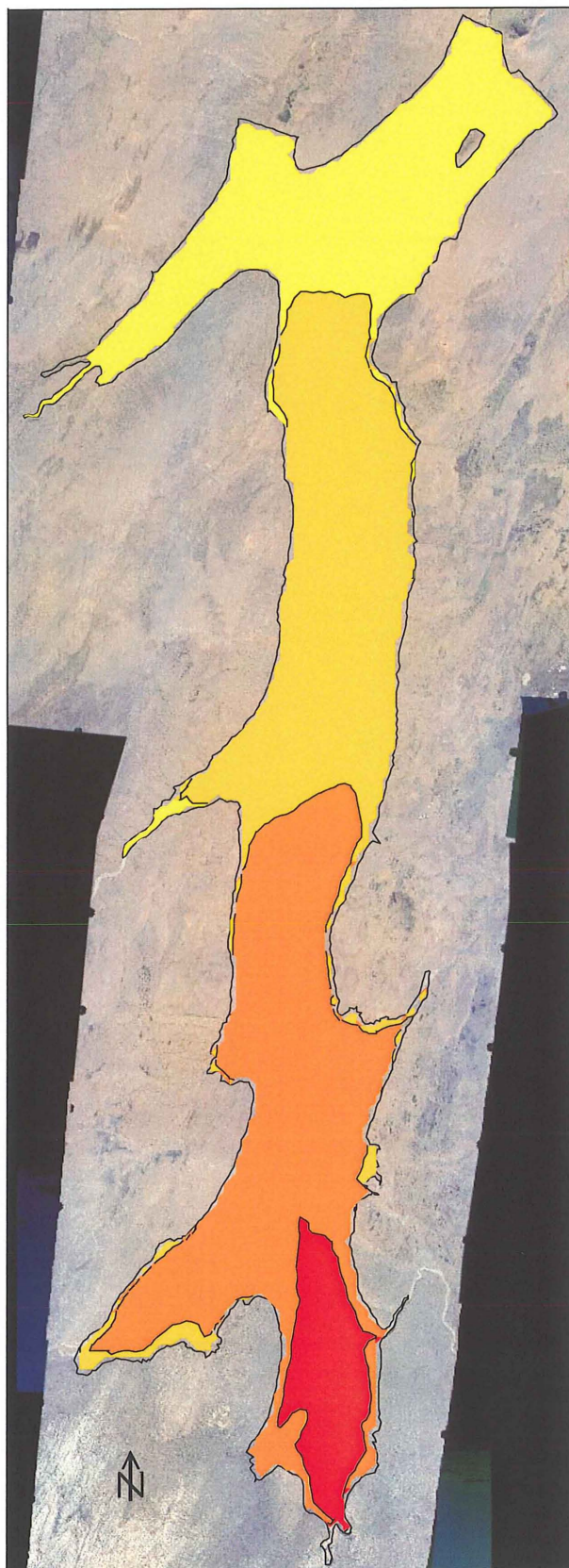


Botnset, mm

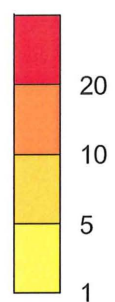


— / Líkansvæði

Botnset eftir 1 ár - Méla 2
1.9.1952 - 1.9.1953



Botnset, mm



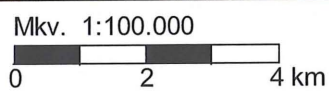
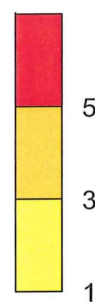
Mkv. 1:100.000
0 2 4 km

— / Líkansvæði

Botnset eftir 1 ár - Méla 3
1.9.1952 - 1.9.1953

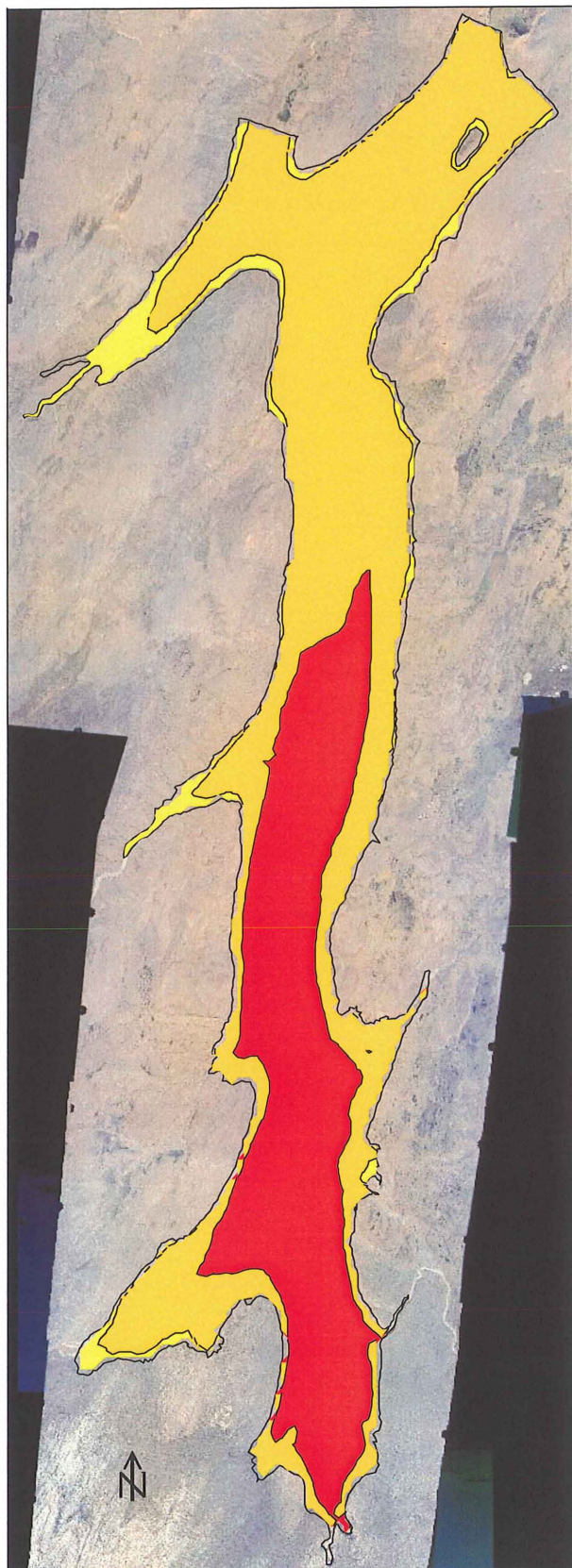


Botnset, mm

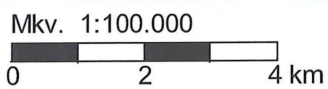
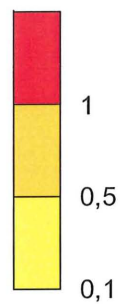


— / Líkansvæði

Botnset eftir 1 ár - Leir 1
1.9.1952 - 1.9.1953



Botnset, mm

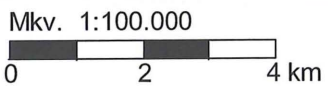
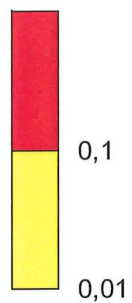


— / Líkansvæði

Botnset eftir 1 ár - Leir 2
1.9.1952 - 1.9.1953

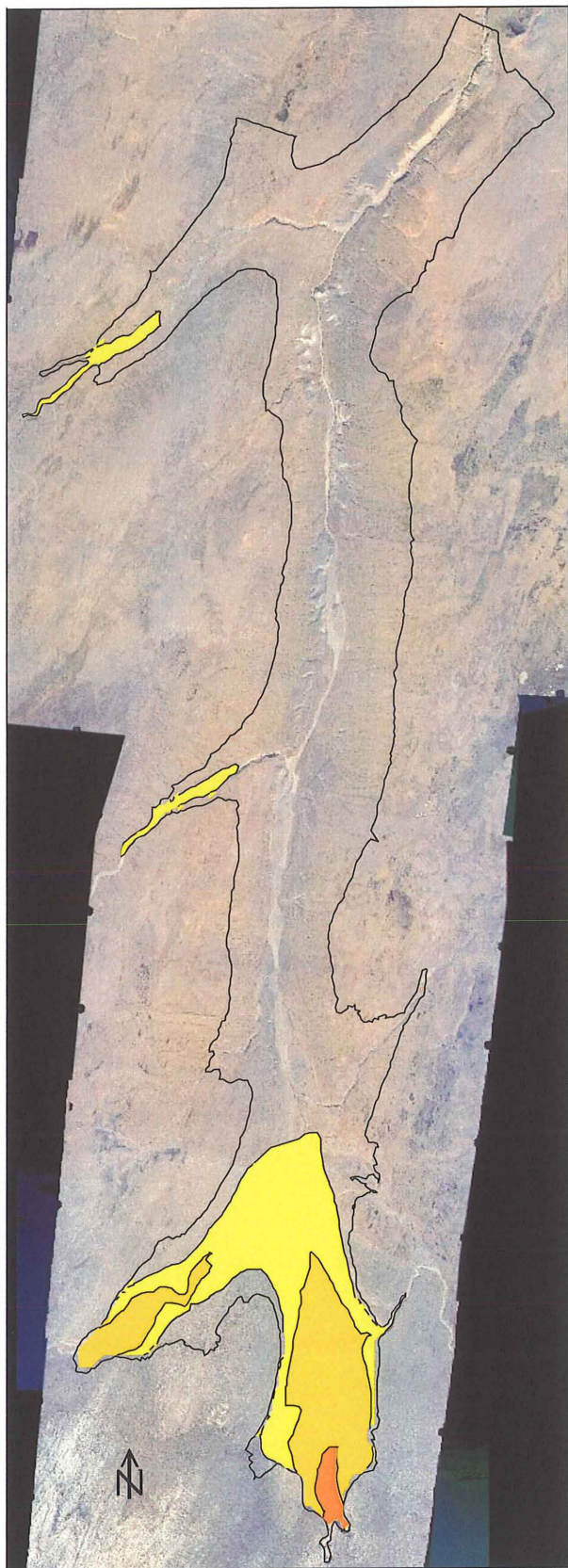


Botnset, mm

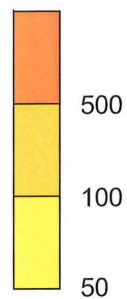


— / Líkansvæði

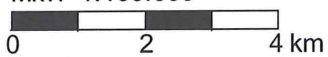
Botnset eftir 1 ár
1.9.1980 - 1.9.1981



Botnset, mm

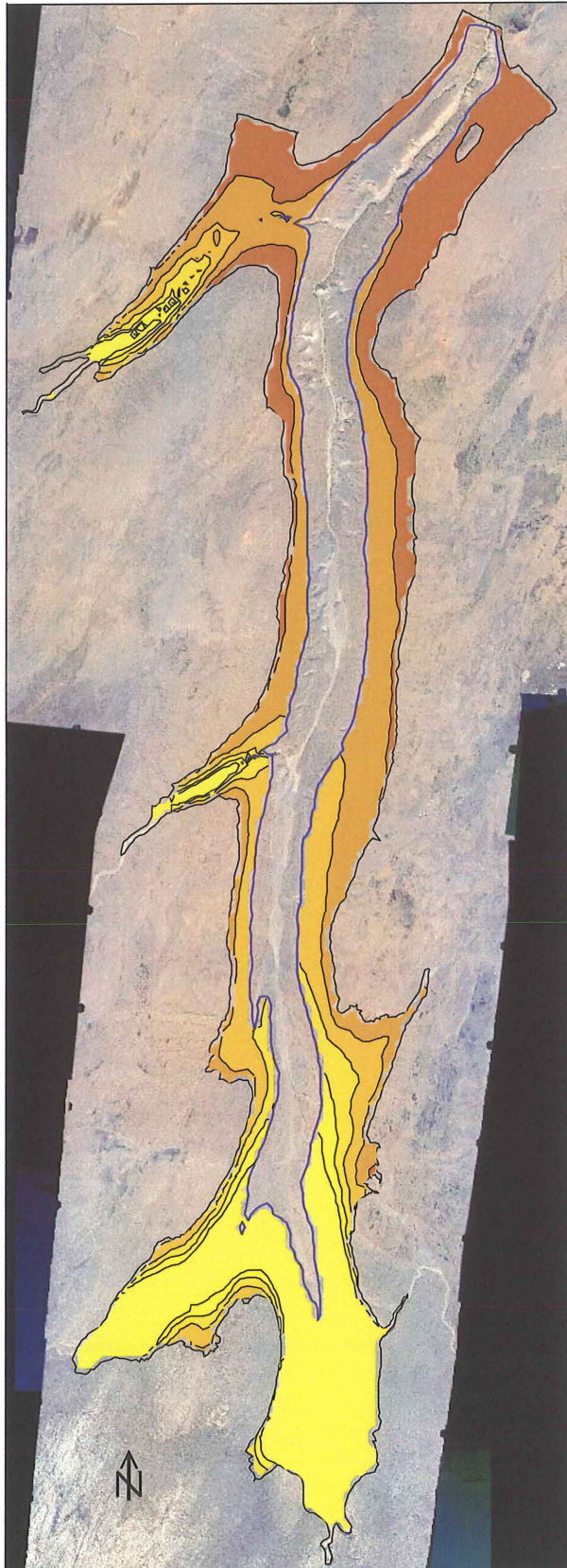


Mkv. 1:100.000

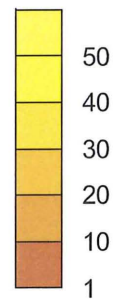


— / Líkansvæði

Botnset eftir 1 ár á lónbökkum
1.9.1980 - 1.9.1981

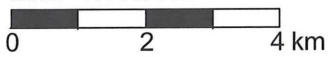


Botnset, mm



— Lægsta lónhæð,
570 m y.s.

Mkv. 1:100.000



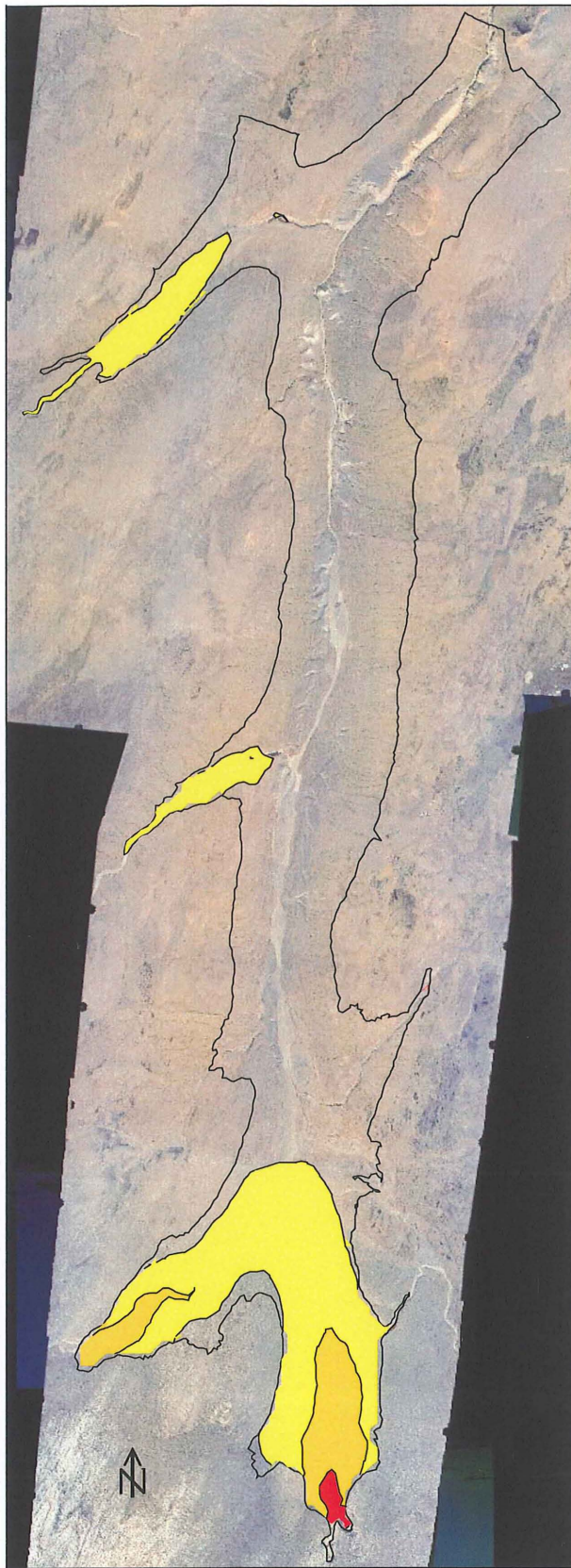
— Líkansvæði

VATNASKIL

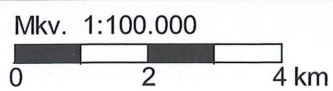
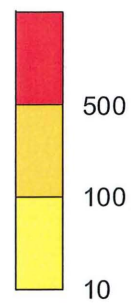
HÁLSLÓN

LANDSVIRKJUN

Botnset eftir 1 ár - Fínmór
1.9.1980 - 1.9.1981



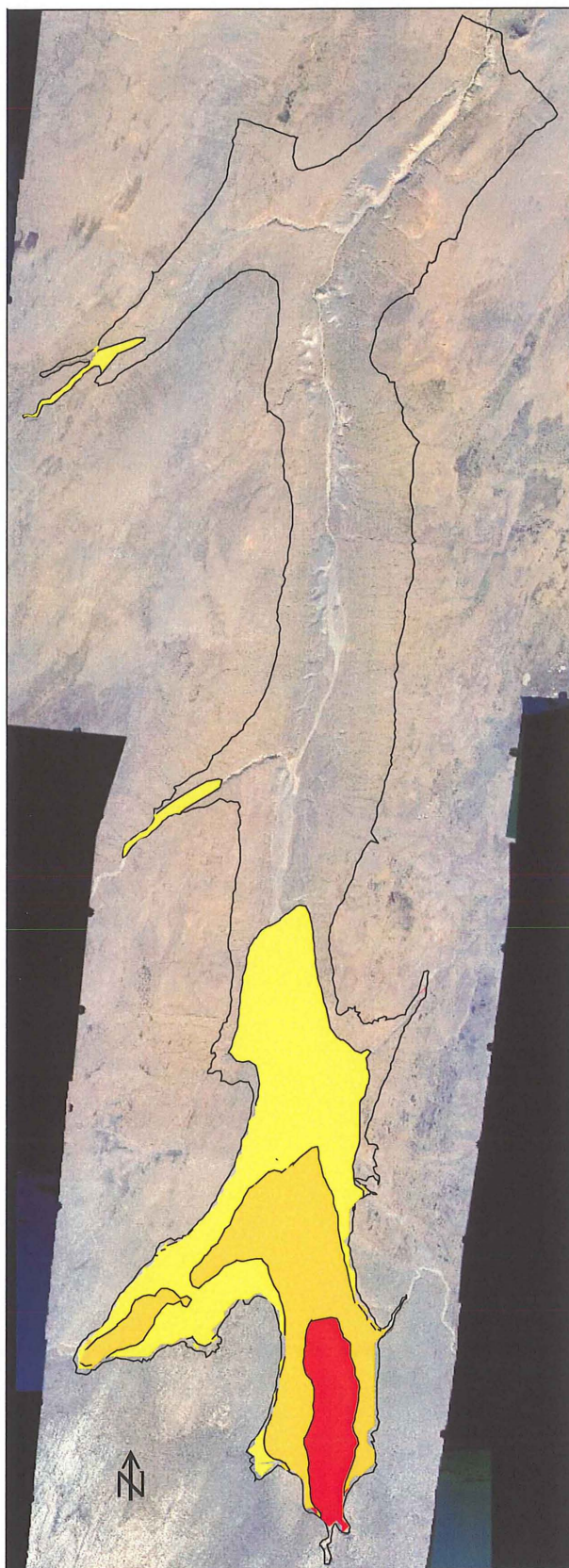
Botnset, mm



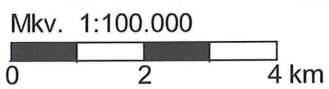
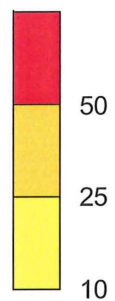
— Likansvæði

Mynd 35

Botnset eftir 1 ár - Méla 1
1.9.1980 - 1.9.1981

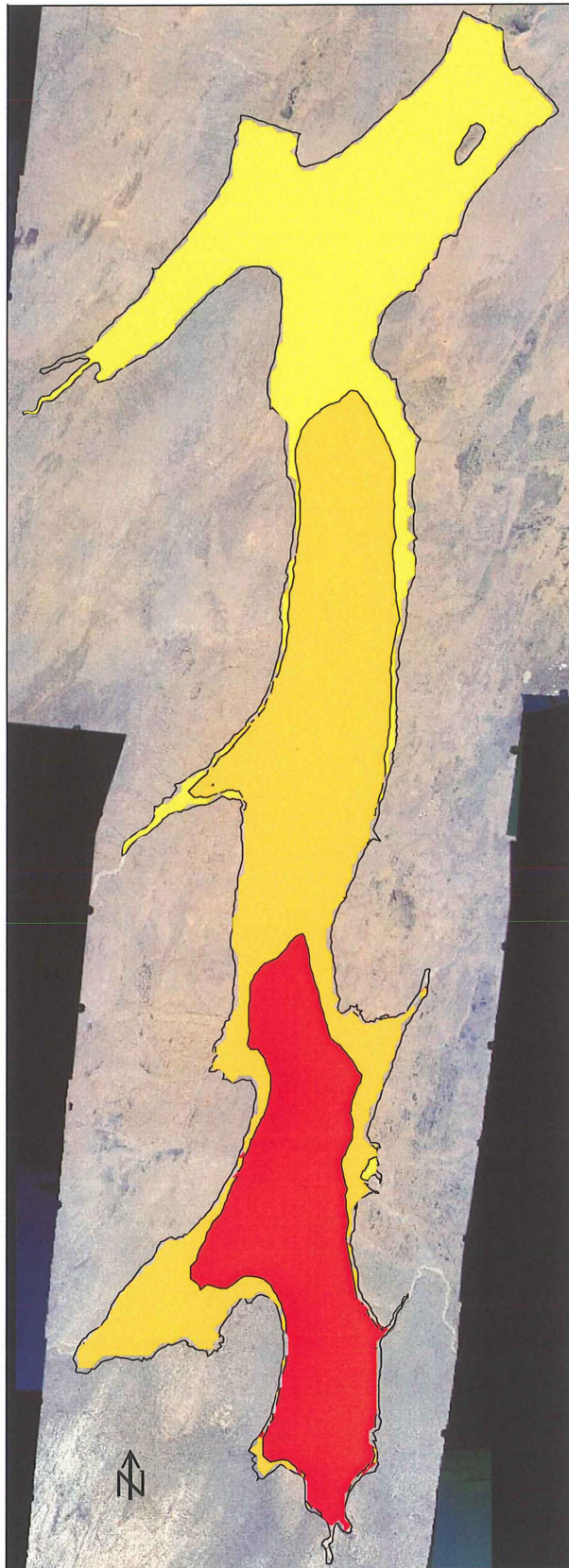


Botnset, mm

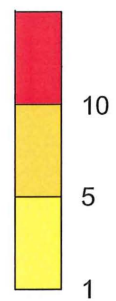


— / Líkansvæði

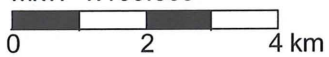
Botnset eftir 1 ár - Méla 2
1.9.1980 - 1.9.1981



Botnset, mm



Mkv. 1:100.000



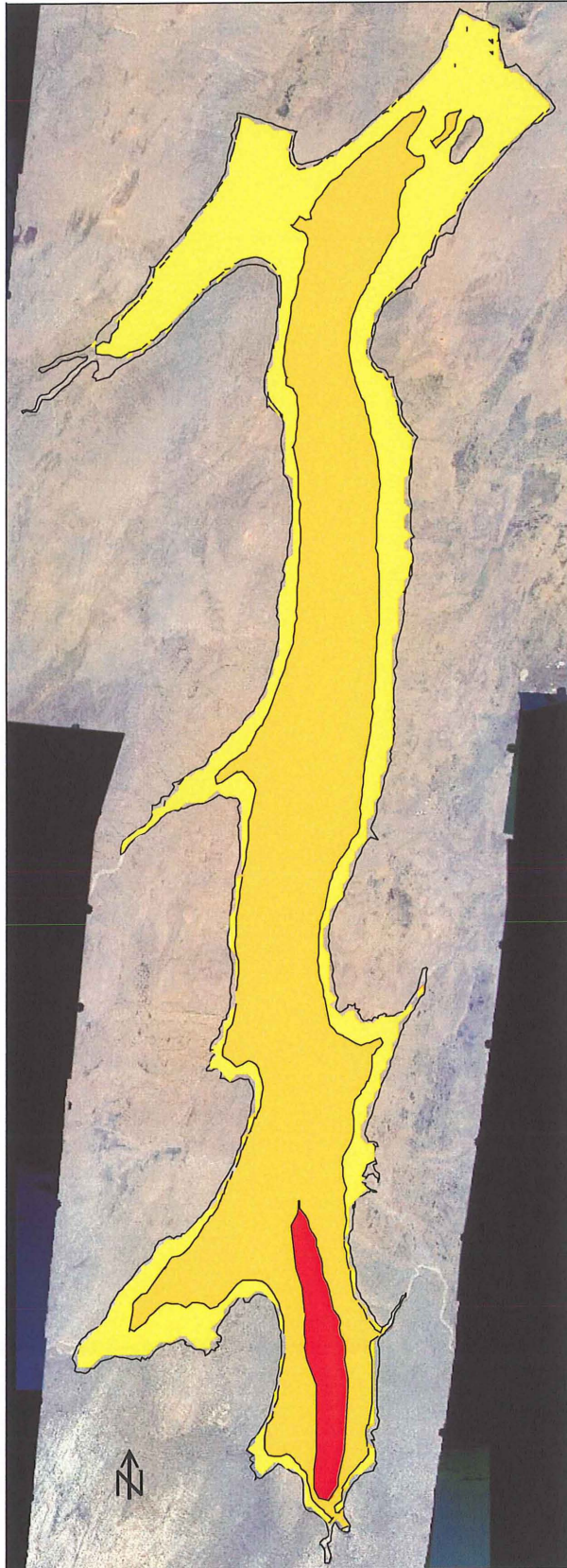
— Líkansvæði

VATNASKIL

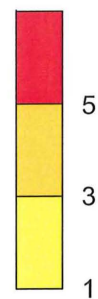
HÁLSLÓN

LANDSVIRKJUN

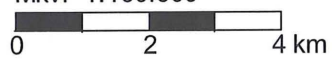
Botnset eftir 1 ár - Méla 3
1.9.1980 - 1.9.1981



Botnset, mm



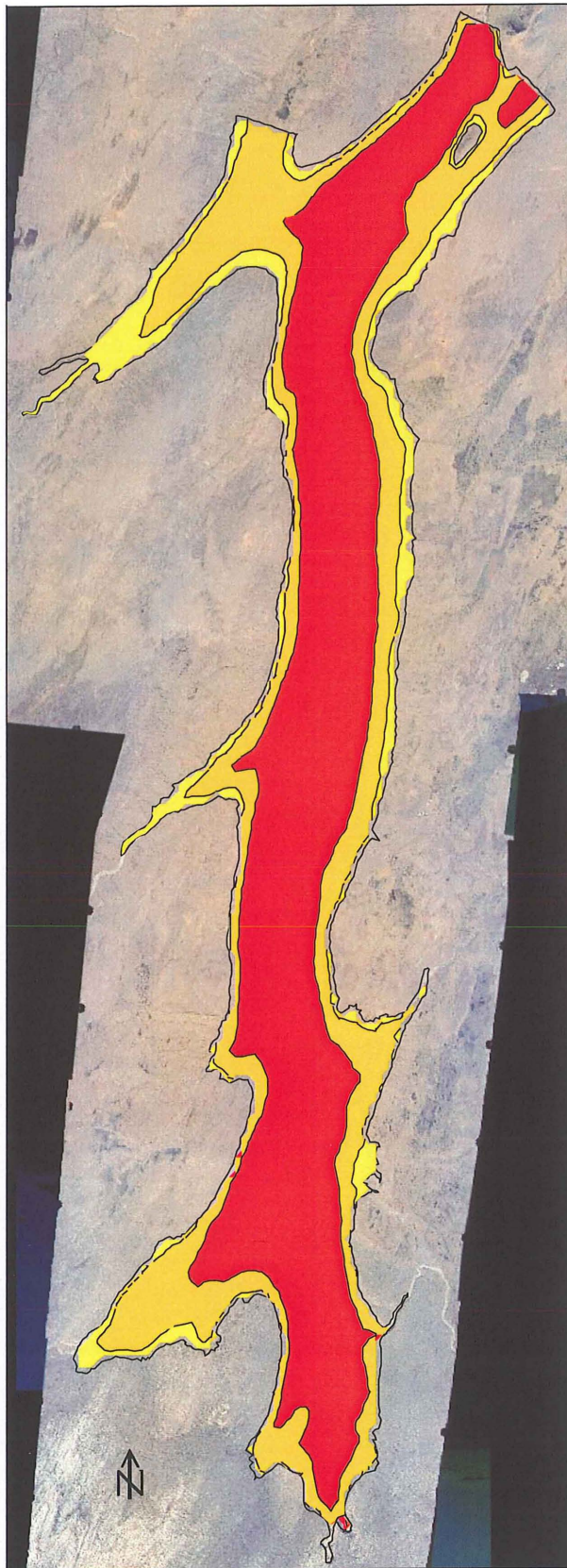
Mkv. 1:100.000



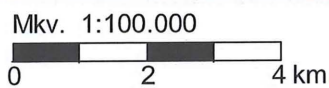
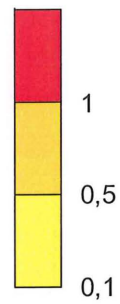
— Líkansvæði

Mynd 38

Botnset eftir 1 ár - Leir 1
1.9.1980 - 1.9.1981

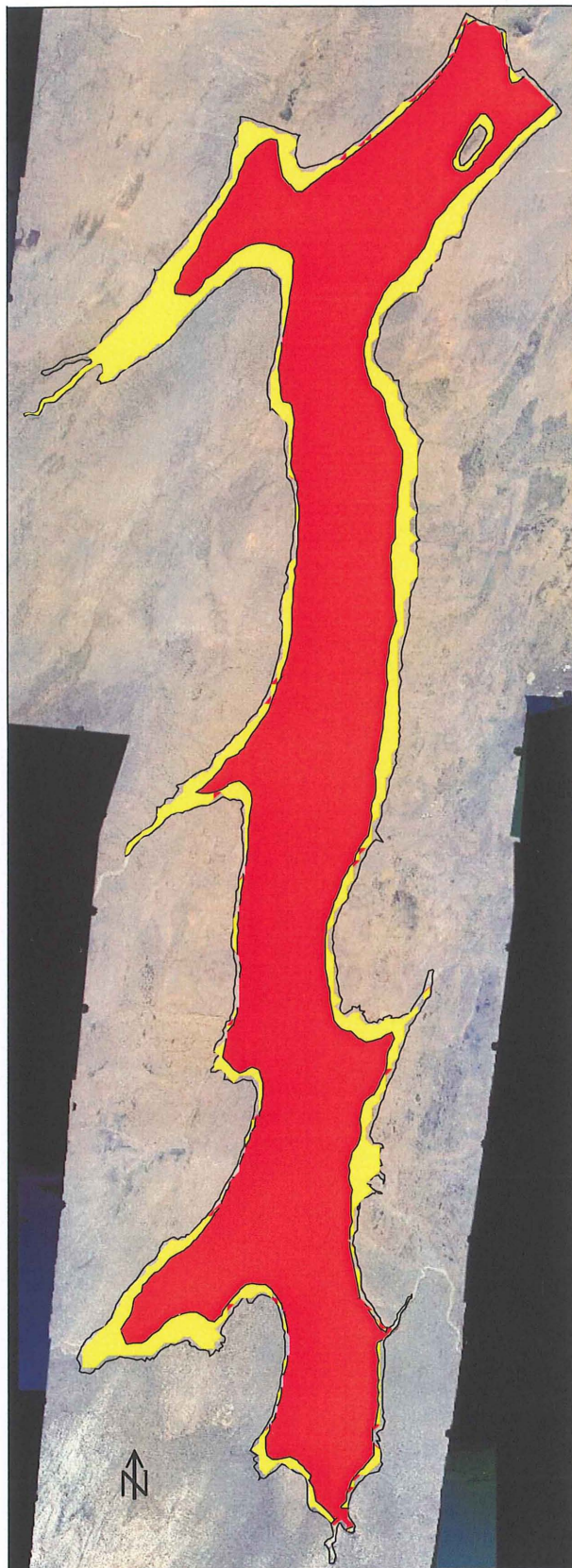


Botnset, mm

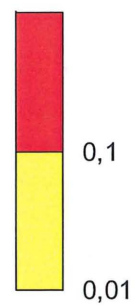


— Likansvæði

Botnset eftir 1 ár - Leir 2
1.9.1980 - 1.9.1981



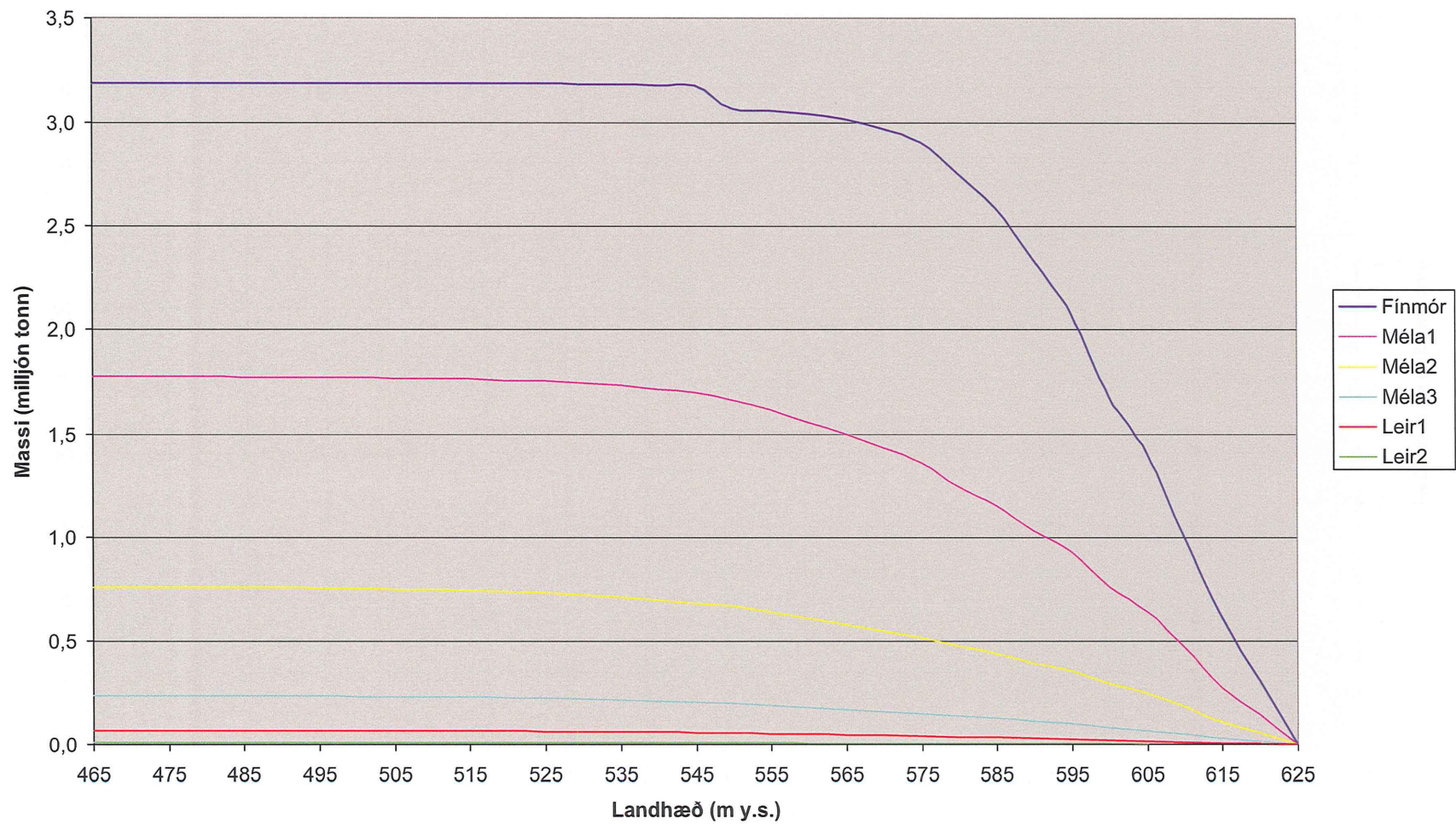
Botnset, mm



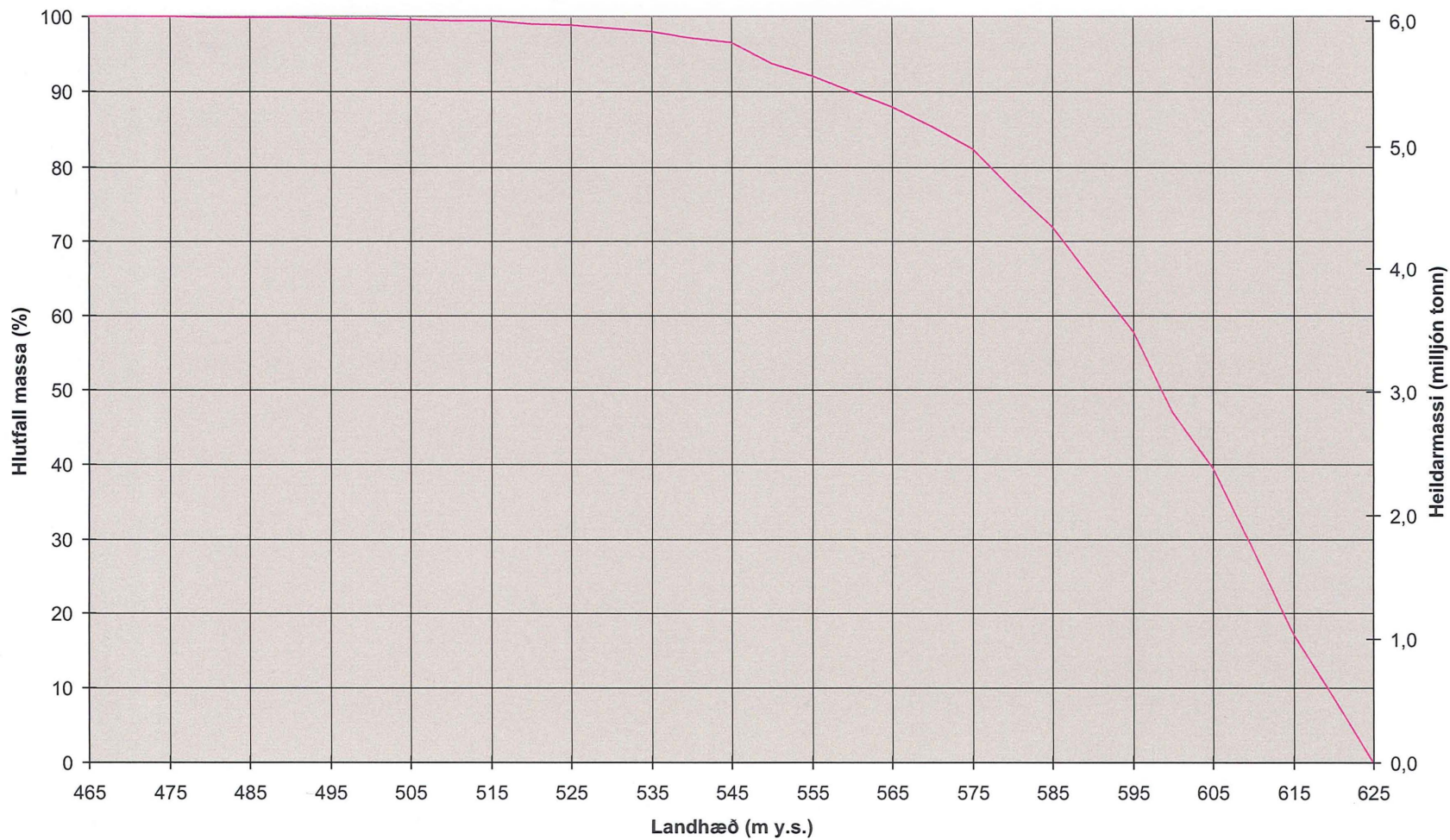
Mkv. 1:100.000
0 2 4 km

— / Líkansvæði

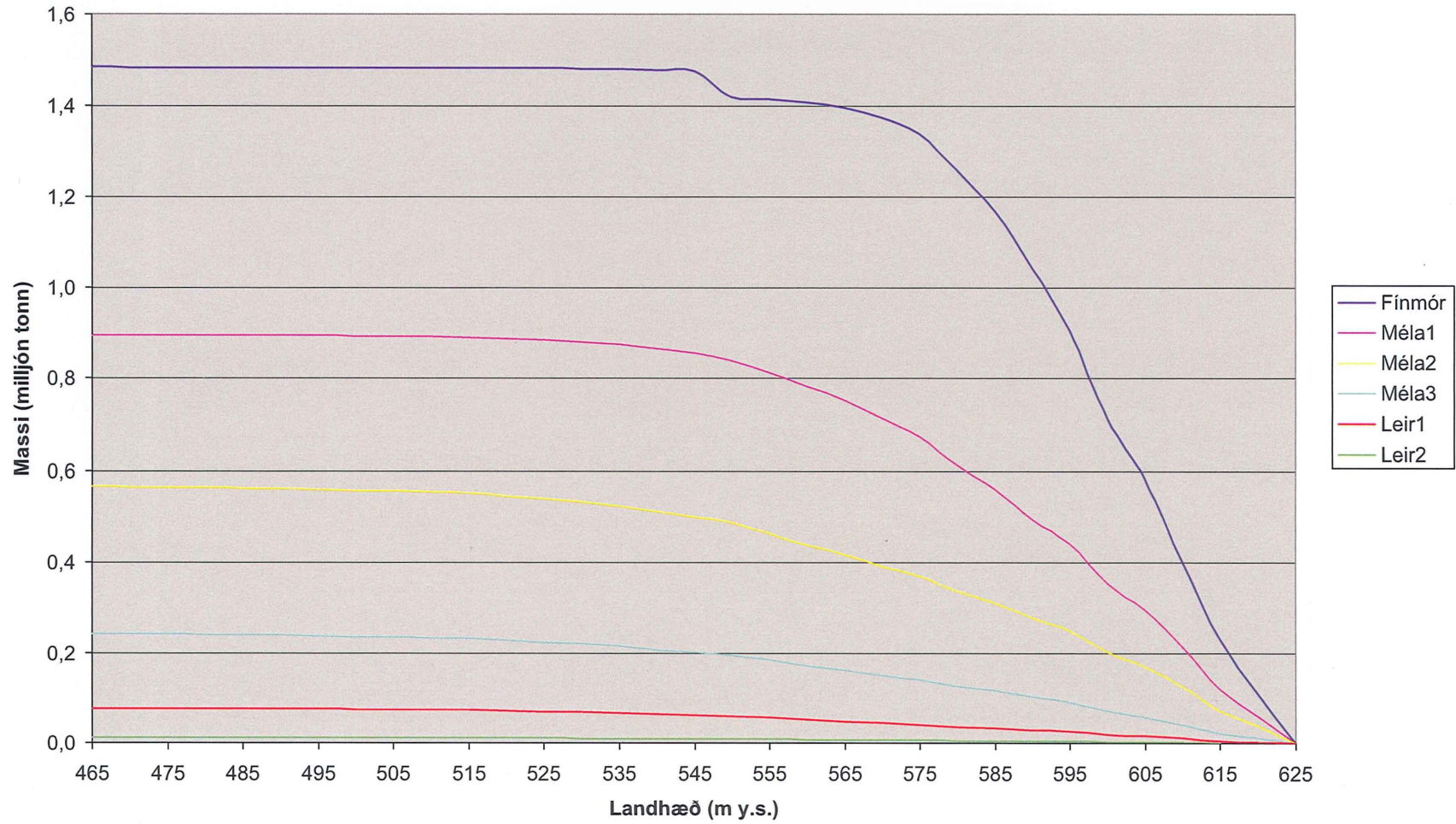
Uppsafnaður massi kornastærðarflokka eftir landhæð 31. ágúst 1953



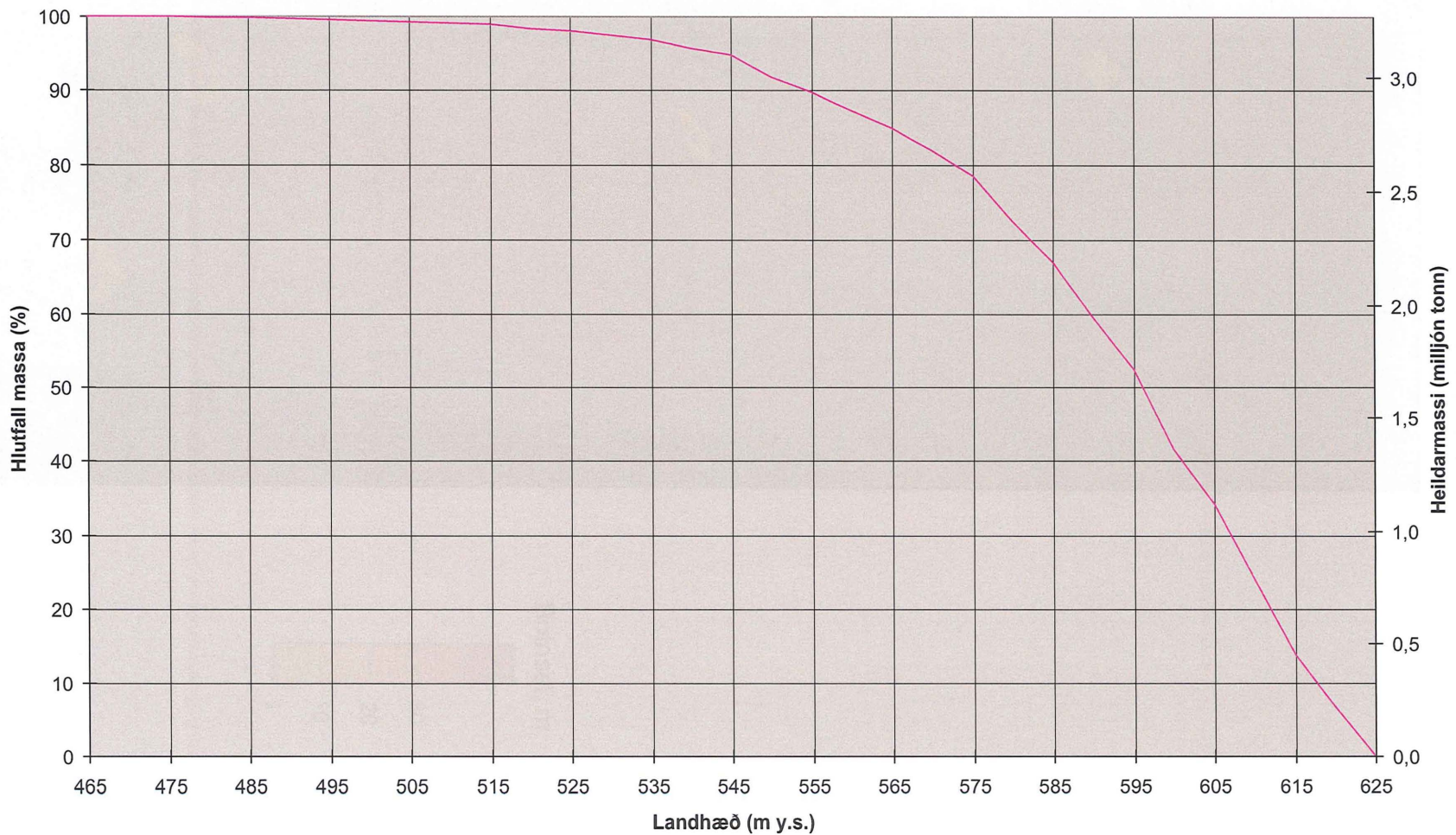
Uppsafnaður heildarmassi eftir landhæð 31. ágúst 1953



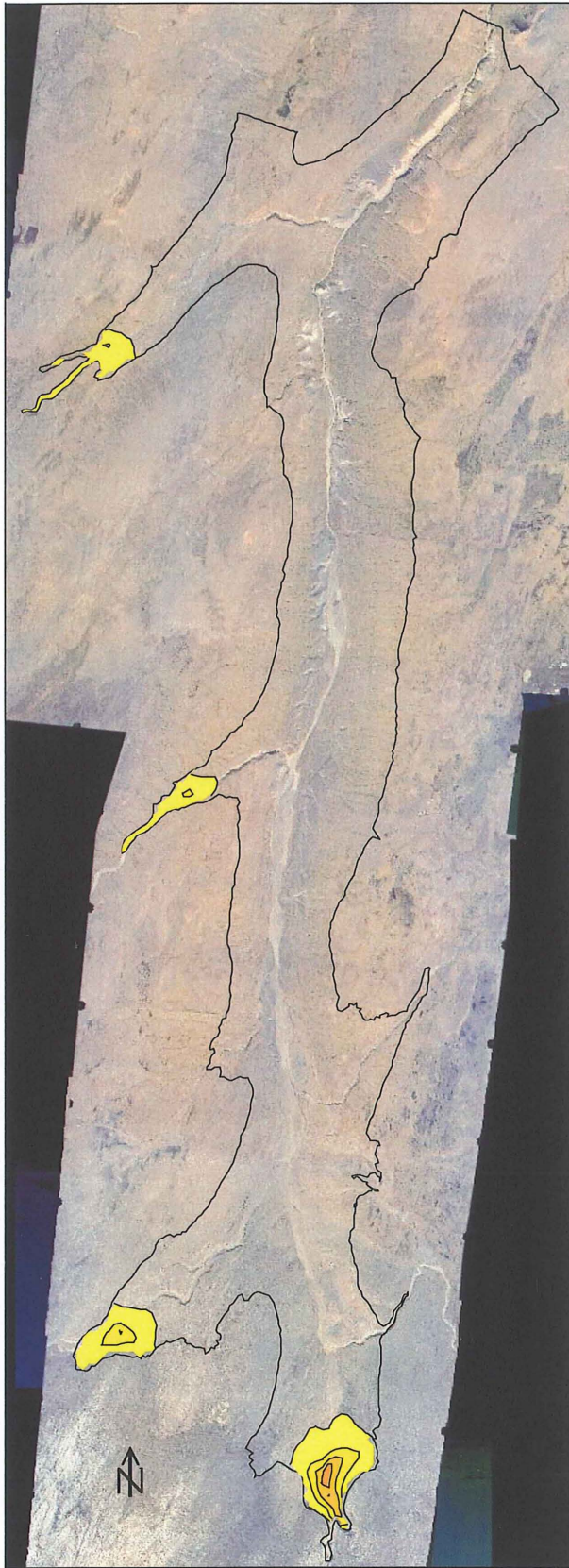
Uppsafnaður massi kornastærðarflokka eftir landhæð 31. ágúst 1981



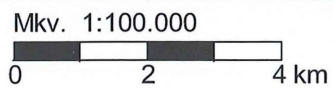
Uppsafnaður heildarmassi eftir landhæð 31. ágúst 1981



Grófefni - botnset eftir 5 ár

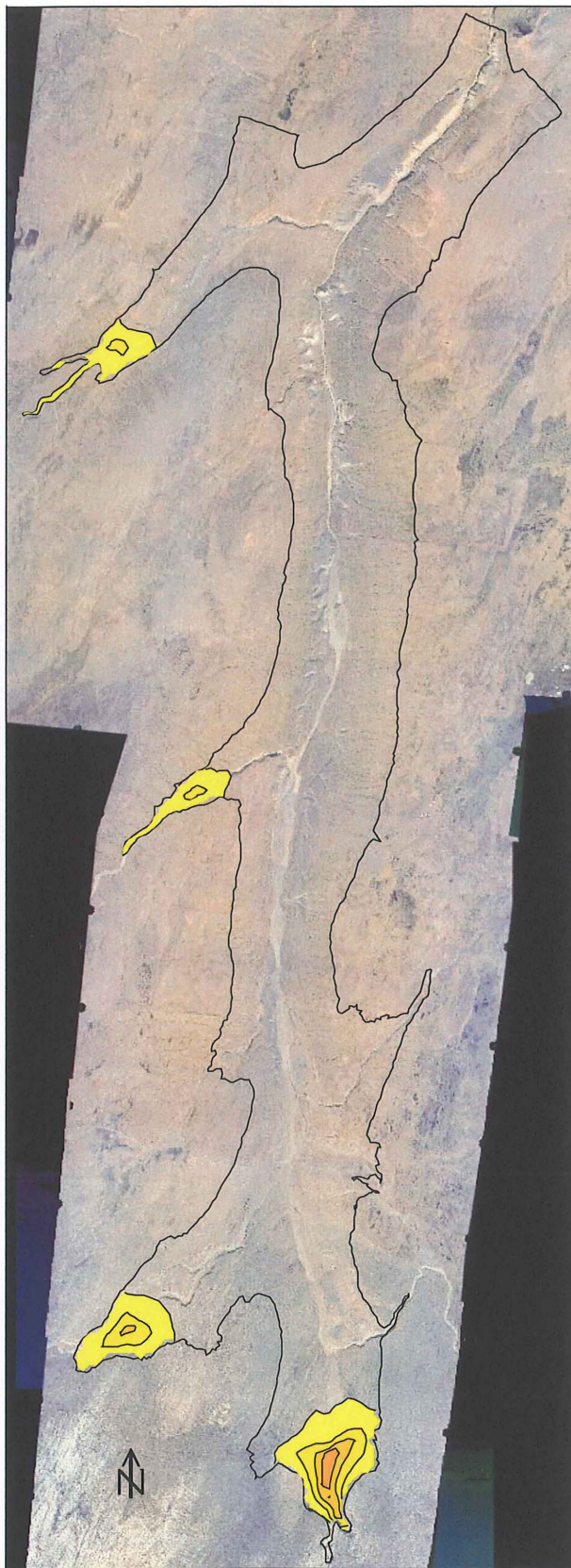


Botnset, m

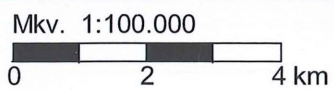
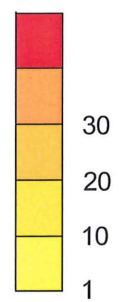


/ Líkansvæði

Grófefni - botnset eftir 10 ár

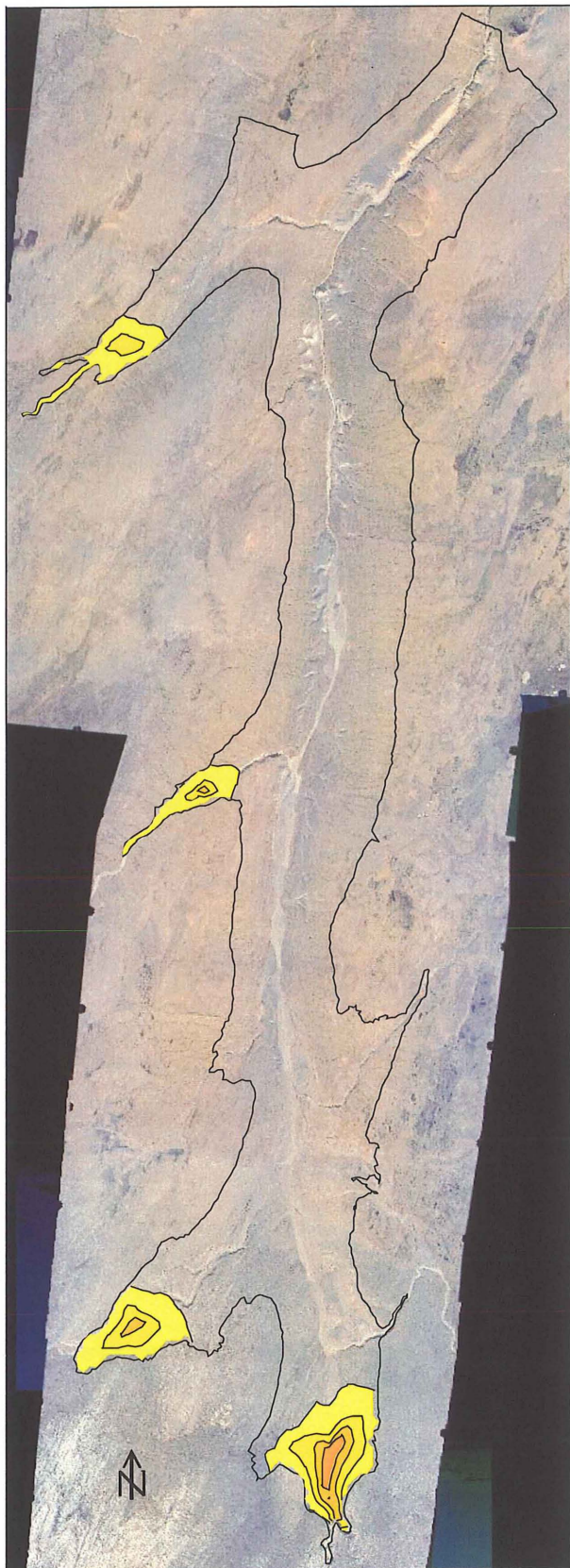


Botnset, m

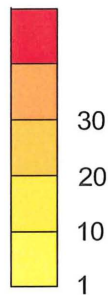


— Likansvæði

Grófefni - botnset eftir 15 ár



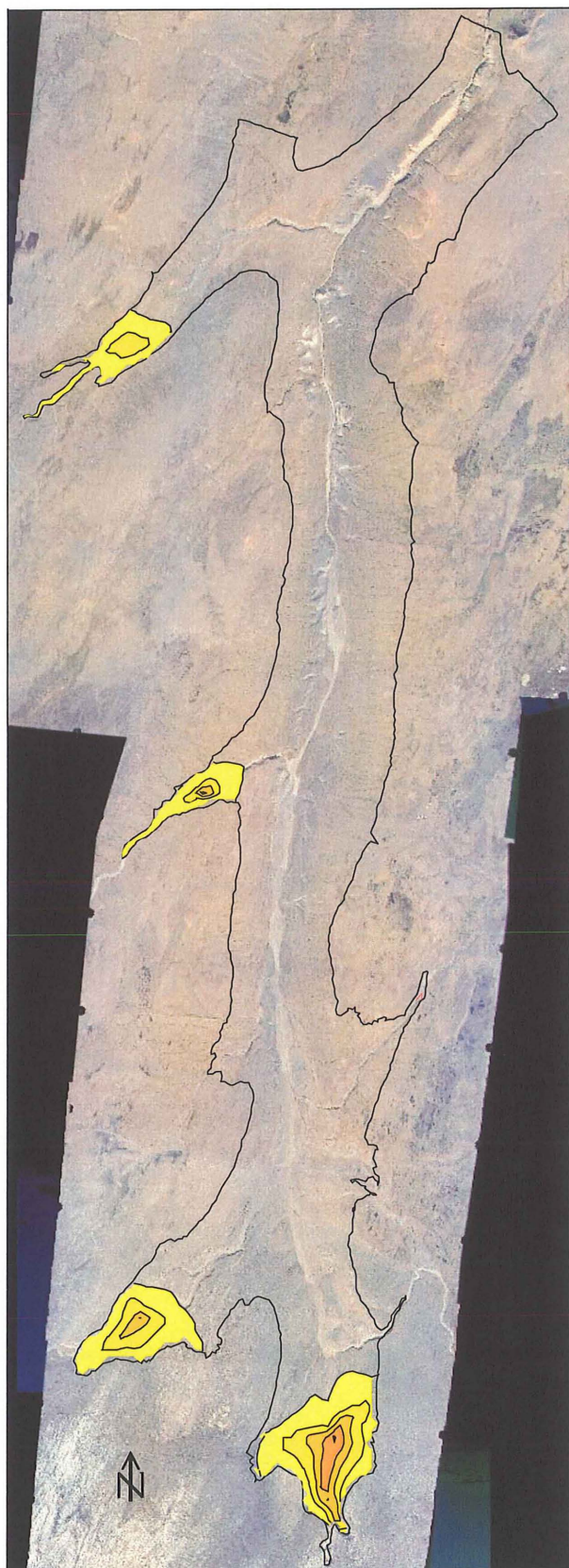
Botnset, m



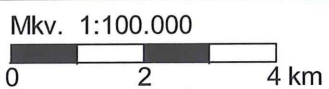
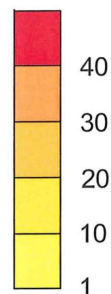
Mkv. 1:100.000
0 2 4 km

/ Líkansvæði

Grófefni - botnset eftir 20 ár

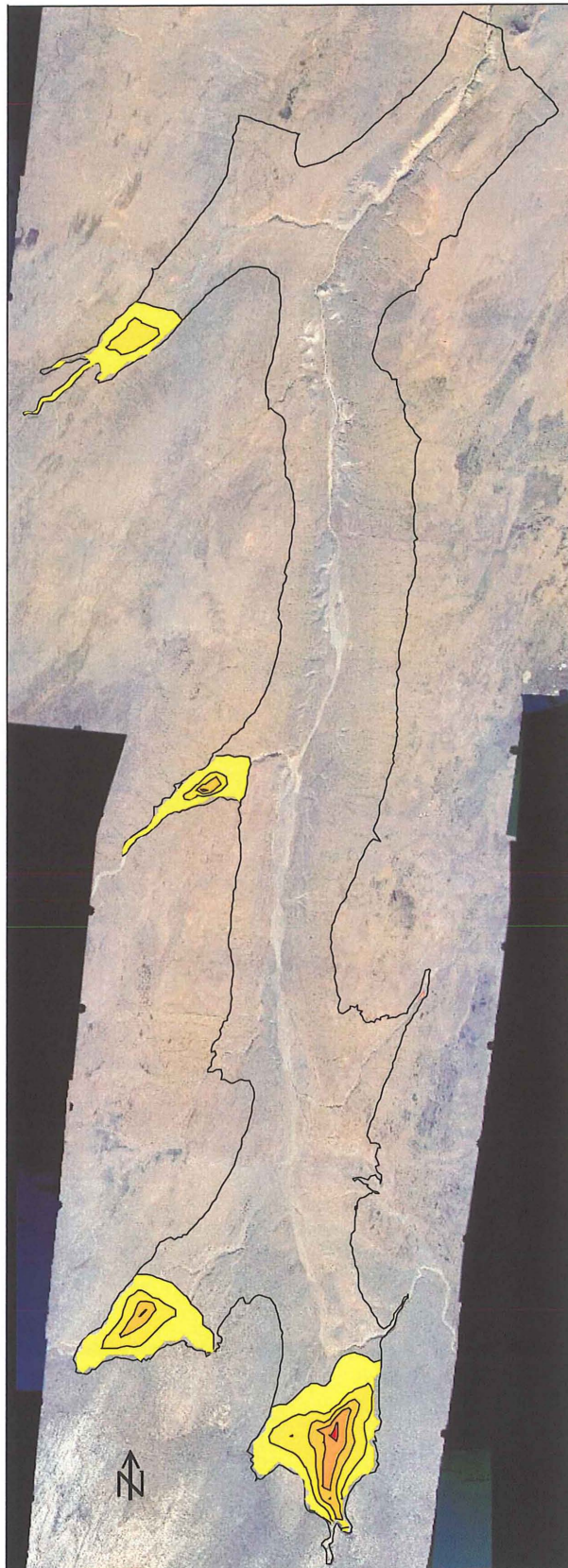


Botnset, m

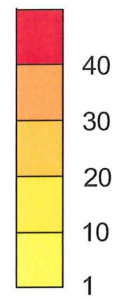


/ Líkansvæði

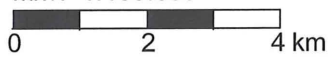
Grófefni - botnset eftir 25 ár



Botnset, m

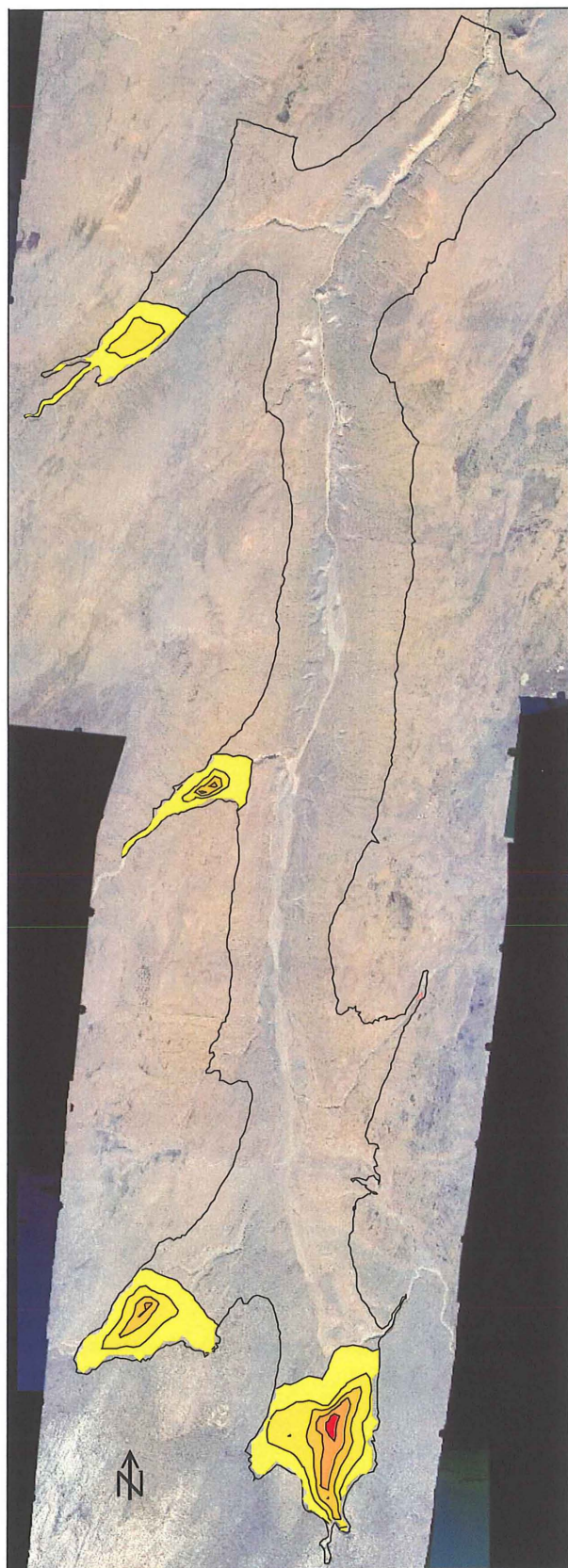


Mkv. 1:100.000

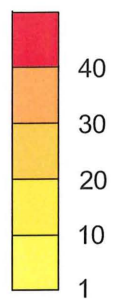


— / Líkansvæði

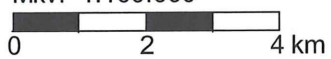
Grófefni - botnset eftir 30 ár



Botnset, m

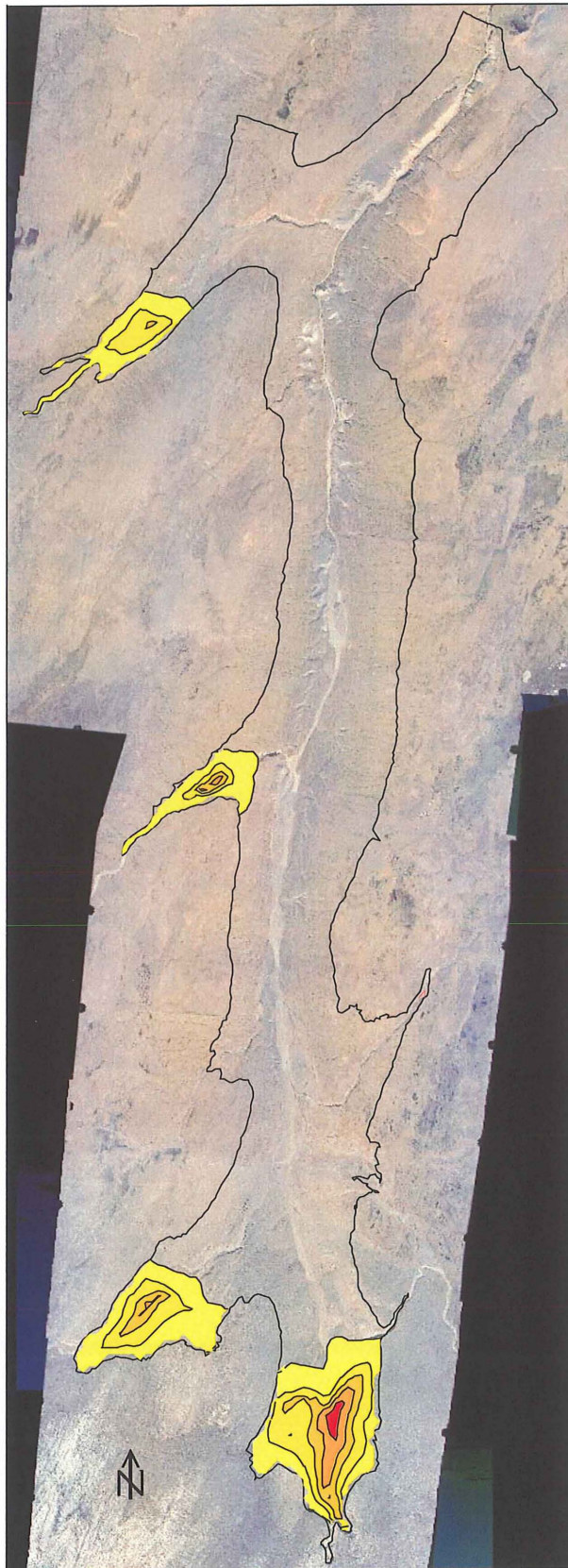


Mkv. 1:100.000

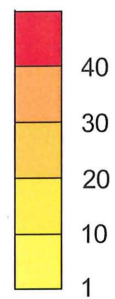


— / Líkansvæði

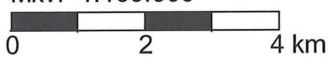
Grófefni - botnset eftir 35 ár



Botnset, m

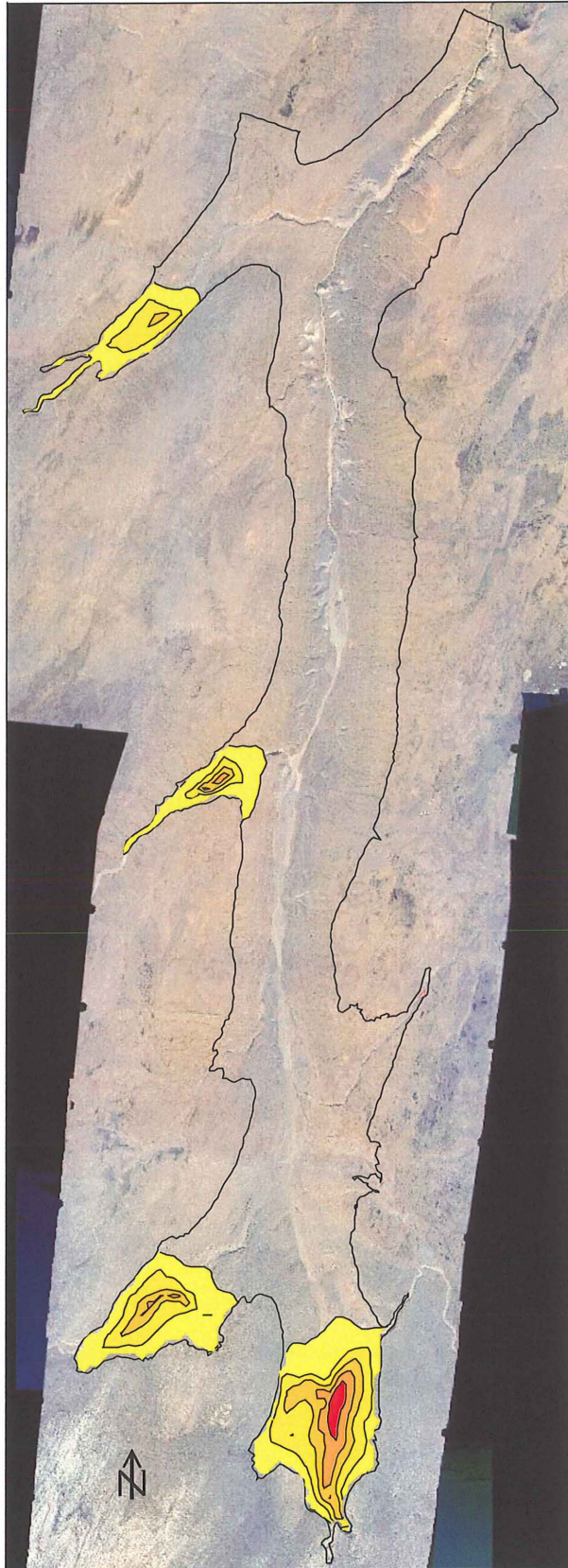


Mkv. 1:100.000



— / Líkansvæði

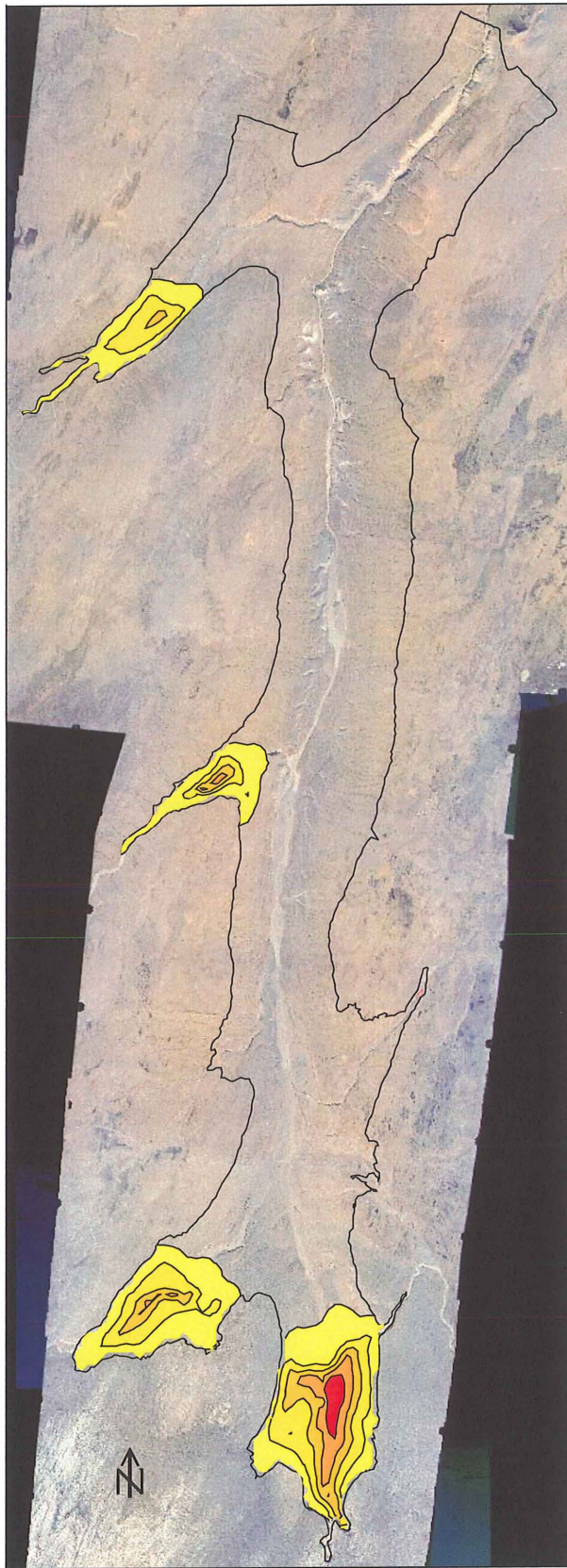
Grófefni - botnset eftir 40 ár



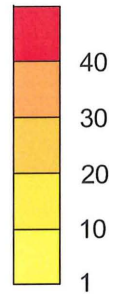
Mkv. 1:100.000
0 2 4 km

— / Líkansvæði

Grófefni - botnset eftir 45 ár



Botnset, m

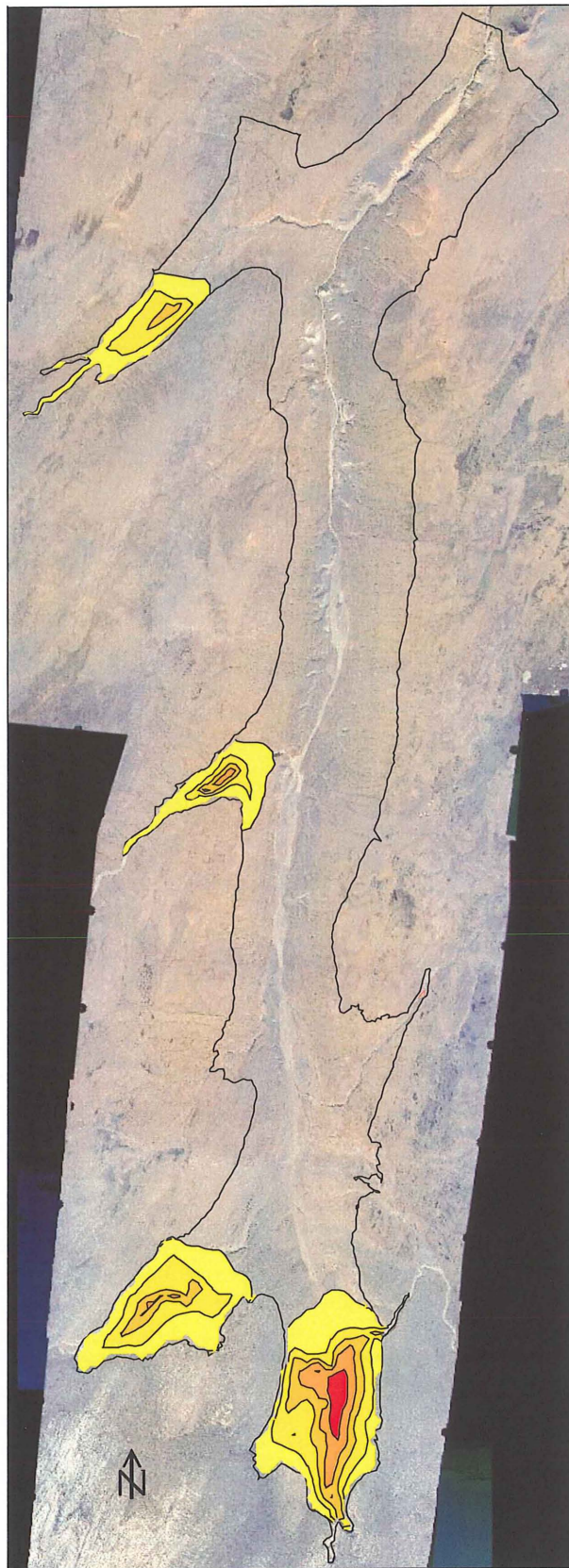


Mkv. 1:100.000

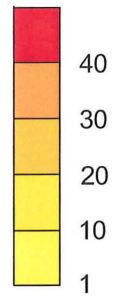


— / Líkansvæði

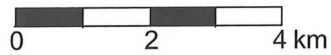
Grófefni - botnset eftir 50 ár



Botnset, m



Mkv. 1:100.000



— / Líkansvæði