

Básendaflóðið

Ákvörðun á flóðhæð í Básendaflóði, mesta sjávarflóði Íslandssögunnar

Verkefni styrkt af rannsóknafé Vegagerðarinnar

30. Nóvember 2015

Gísli Viggósson, strandverkfræðingur

Jónas Elíasson, rannsóknaprófessor

Sigurður Sigurðarson, strandverkfræðingur



Yfirlit

- Mestu tjón í Básendaflóðinu, byggt á annálum og heimildum
- Hækkun sjávarborðs, upprennslis og ágjöf
- Stutt lýsing á flóðinu í Reykjavík og nágrenni
- Sjávarfallamælingar í Reykjavík og úrvinnsla þeirra
- Samanburður við flóðaveðrið 9. janúar 1990
- Bráðbirgðamat á ákvörðun á flóðhæð í Básendaflóðinu:
 - Básendar
 - Lambastaði
 - Kvosin
- Niðurstaða

Mestu tjón í Básendaflóðinu 9. janúar 1799

Eyrarbakka, hús brotnuðu
Stokkseyri
Grindavík
Básendum, hús brotnuðu
Vatnleysuströnd
Seltjarnarnesi
Örfirisey, hús brotnuðu
Akranesi, hús brotnaði
Borgarfirði
Mýrum
Staðarsveit
Búðum, hús brotnaði
Ólafsvík hús, brotnuðu
Skógarströnd



Hækkun sjávarborðs vegna lágs loftþrýstings, vindáhlaðanda og ölduáhlaðanda

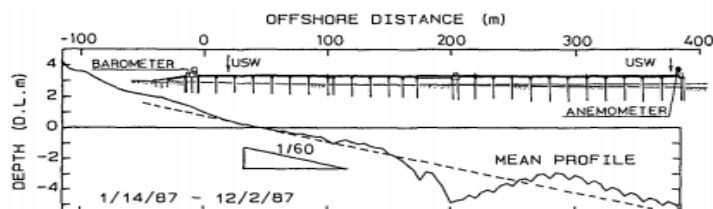


Figure 2 Locations of instruments

Afstöðumynd af rannsóknabryggju í Japan.
Yanagishima og Katoh 1990

Hækkun sjávarborðs er samspil þriggja þátta, öldu, loftþrýstings og vinds:

$$\eta = a (Ho^2/Lo^{1/2})^{0,4} + b\Delta P + c U^2 \cos\theta + C$$

Hér er

Ho : ölduhæð

Lo : öldulengd

ΔP : þrýstingsmunur

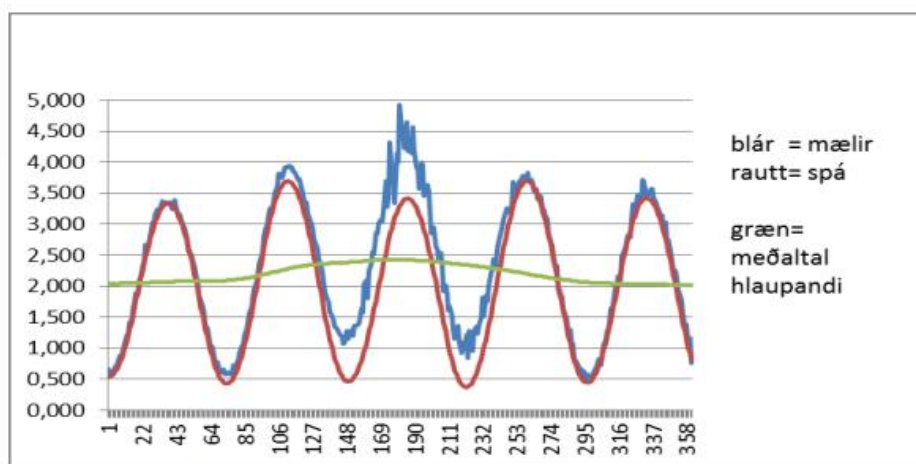
U : vindhraði

θ : hornið milli normal strandar og vindstefnu

a,b,c,C : fastar, fundnir með línulegri athvarfsgreiningu

a = 5,20 (cm/m), b = 0,84 (cm/hPa), C = 0,023 (cm/m²/s²), C = - 4,85 (cm)

Dæmi um hækkun sjávarstöðu vegna grunnbrota - Grindavíkurhöfn



Mynd 2.4.4 Sjávarflóð í Grindavíkurhöfn, hæst kl 18 þ. 1. febrúar 1999. Dæmi um áhlaðanda.

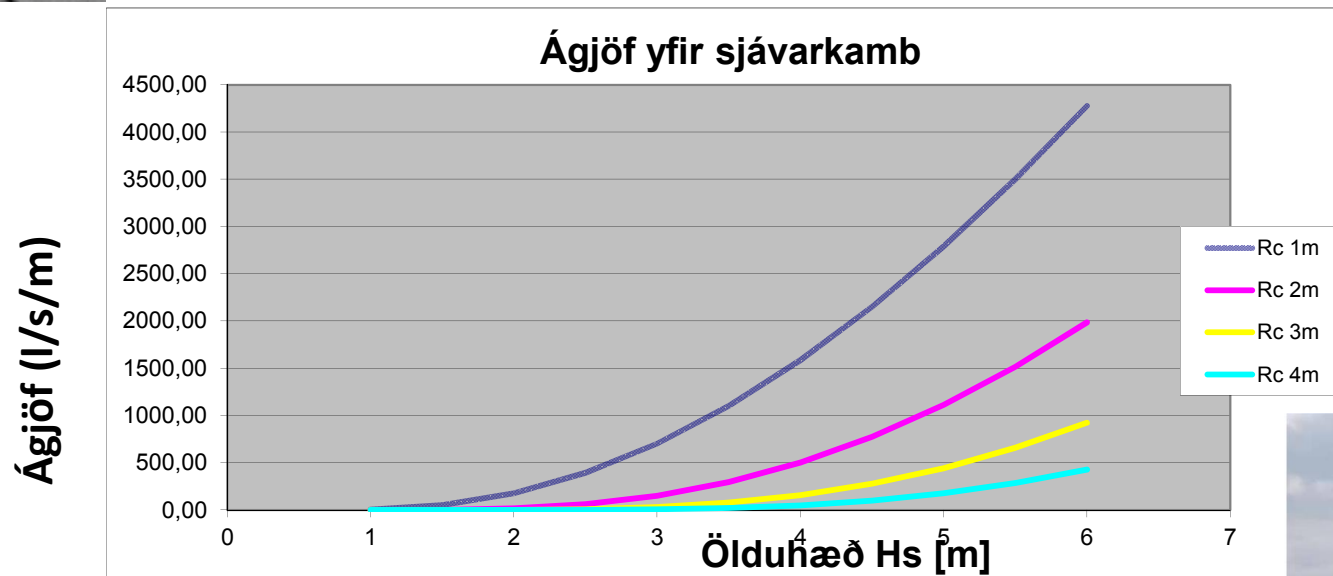


Með tilkomu ytri brimvarnargarðanna 2002-03
lækkaði ölduhæðin í hafnarmynninu það mikið
að ekki hefur orðið vart við sjávarflóð innan
Grindavíkurhafnar síðan



Sjór gengur á land – áhrif öldu

Ágjöfin yfir sjávarkamb er einkum háð hæðamun milli kams og flóðhæðar (R_c) og ölduhæðar



Upprennsli og ágjöf er háð:
ölduhæð og sveiflutíma
fláa sjávarkambsins, hrjúfleika hans og holrými
ásamt öldustefnu og botnhalla utan sjávarkambsins

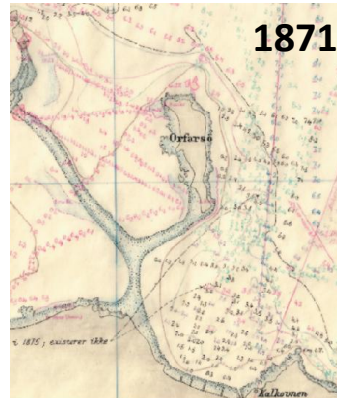


Lýsing á Básendaflóðinu í Reykjavík og nágrenni

Fyrir innan **Lambastaði** á Seltjarnarnesi gekk sjórinn þvert yfir nesið milli Skerjafjarðar og Eiðsvíkur á um 500 m breiðu belti svo að Seltjarnarnes varð að eyju og var álitid að flóðhæðin hefði náð **3 m yfir stórstraumsflóð** eða milli **6 – 7 m í hæðakerfi Sjósmælinga**



Í **Örfirisey** gekk sjór yfir alla eyjuna og spilltist land svo af sand- og malarburði, að eyjan mátti lítt byggileg teljast, enda **lögðust býli úti þar í eyði**

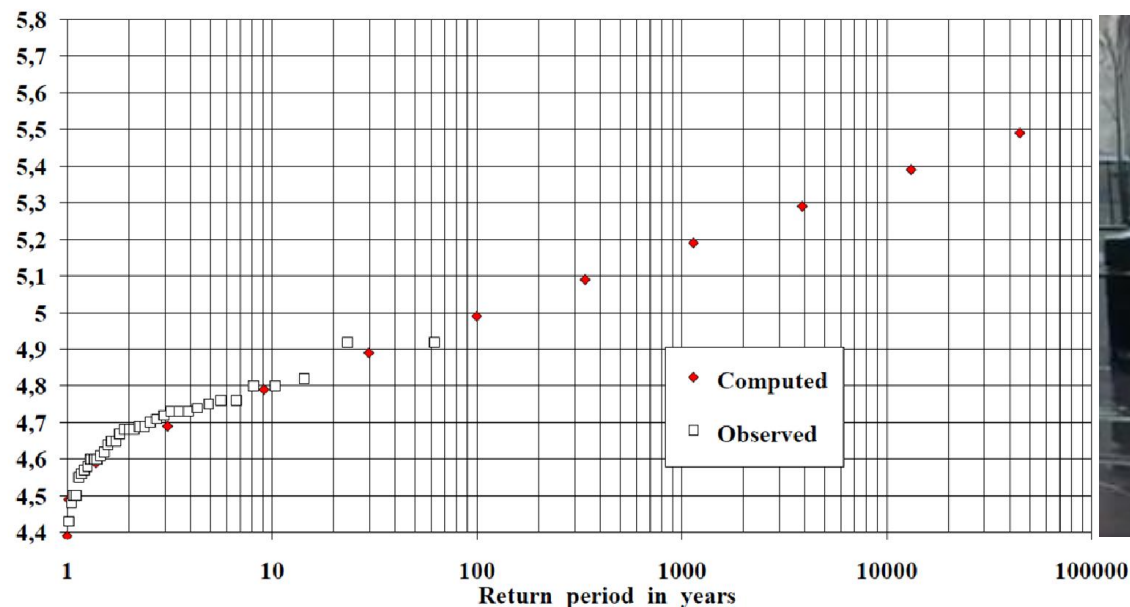


Í **Kvosinni** í Reykjavík geta heimildir ekki um spjöll af völdum flóðsins enda hefur hafnarsvæðið gamla verið í nokkru vari. Öðru máli gegnir um ofviðrið. Vitað er að rúður í tugthúsinu á Arnarhóli brotnuðu og það svipti burt obbanum af þakskífum á suðurhlið dómkirkjunnar

Flóðhæðir í Reykjavík

Úrvinnsla Jónasar Elíassonar frá 1996

Meters above zero datum



Sjávarfallamælir Sjómælinga Íslands í Reykjavíkurhöfn frá 1956

- *Mælir sjávarföll og hækkun vegna áhrifa lágs loftþrýstings og vindáhlaðanda*
- *Hækkun vegna grunnbrota gætir ekki innan hafnar*
- *Hæsta mældu flóðhæð er 5,09 m þann 10. febrúar 1997*

Þróun byggðar í Kvosinni frá 1778 - 1800

Eftir afnám einokunarverslunarinnar árið 1778 fluttist fjöldi kaupmanna til Reykjavíkur þegar ókeypis lóðir stóðu til boða meðfram sjávarkambinum, rétt ofan við flæðarmálið sem myndaði smám saman hina svonefndu Strandgade, er seinna varð Hafnarstræti, en hún var orðin nær fullbyggð sunnan Hafnarstrætis fyrir aldmótin 1800

*Árin 1779-80 voru fjögur verslunarhús Hólmskaupstaðar flutt úr Örfirisey til Reykjavíkur
Árið 1787 voru 4 bæir og 2 timburhús eftir í Örfirisey*

Norðan Hafnarstrætis, sjávarmegin, voru uppsátur, bryggjur og athafnasvæði kaupmanna.

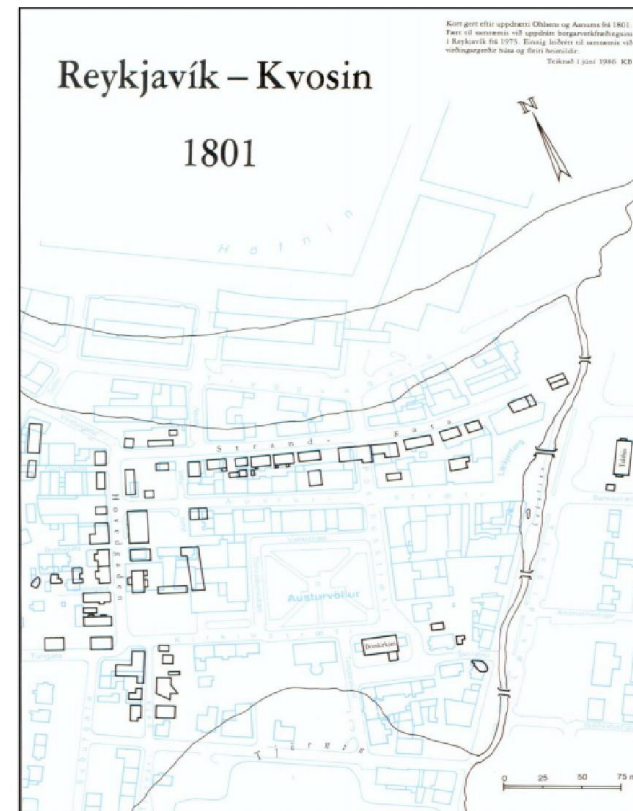
Í dag liggur malbikið nánast beint ofan á sjávarkambinum við vesturenda Hafnarstrætis

Ekki er getið um neinar skemmdir við Hafnarstræti eða í Kvosinni í Básendaflóðinu

Kort gerð eftir uppdráttum 1787 og 1801 og fært til samræmis við uppdrátt af Reykjavík 1973 og virðingargerðra húsa og annarra heimilda



Mynd 3. Kort gert eftir uppdrætti Rasmúsar Lívogs frá 1787.²



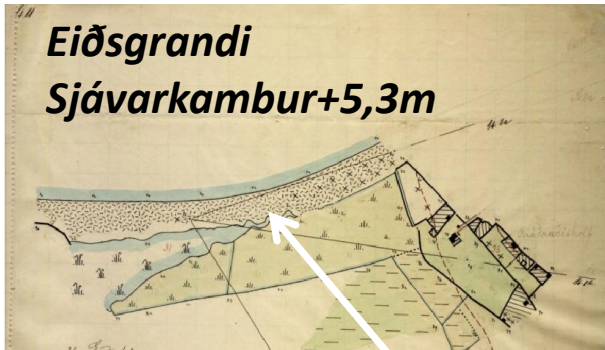
Mynd 4. Kort gert eftir uppdrætti Ohlsens og Aanums frá 1801.⁴

¹ Guðný Gerður Gunnarsdóttir og Hjörleifur Stefánsson. *Kvosin. Byggingarsaga miðbæjar Reykjavíkur.*

² Guðný Gerður Gunnarsdóttir og Hjörleifur Stefánsson. *Kvosin. Byggingarsaga miðbæjar Reykjavíkur.*

³ Guðný Gerður Gunnarsdóttir og Hjörleifur Stefánsson. *Kvosin. Byggingarsaga miðbæjar Reykjavíkur.*

⁴ Guðný Gerður Gunnarsdóttir og Hjörleifur Stefánsson. *Kvosin. Byggingarsaga miðbæjar Reykjavíkur.*



Eiðsgrandi
Sjávarkambur +5,3m



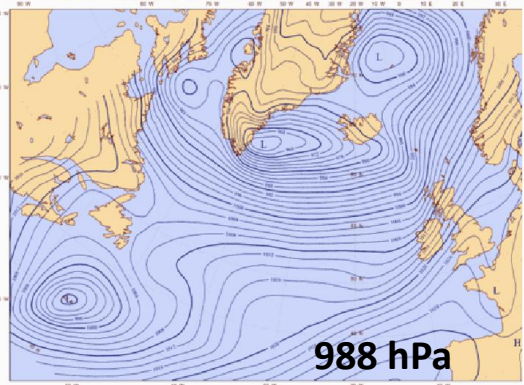
Kvosin
Sjávarkambur +5,3m



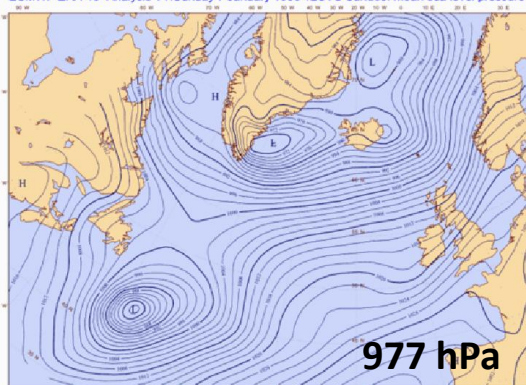
Innan við Lambastaði
Sjávarkambur +4,4m

Samkvæmt mælingum danska herforingjaráðsins frá árinu 1902 var sjávarkambinum við Skerjafjörð innan við Lambastaði um +4,4m og + 5,3m við Eiðsgranda og Kvosina í hæðakerfi Sjómælinga

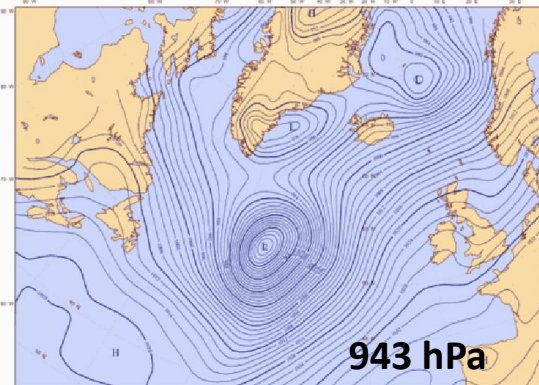
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Sunday 7 January 1990 06UTC Surface: mean sea level pressure



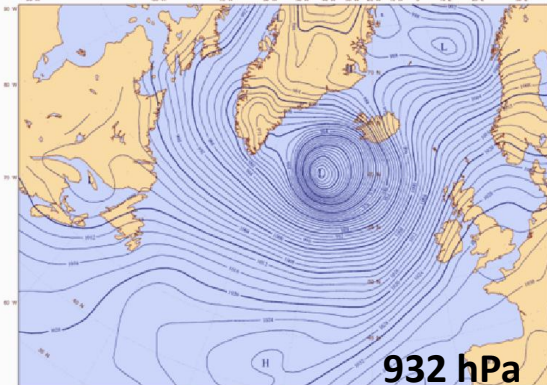
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Sunday 7 January 1990 12UTC Surface: mean sea level pressure



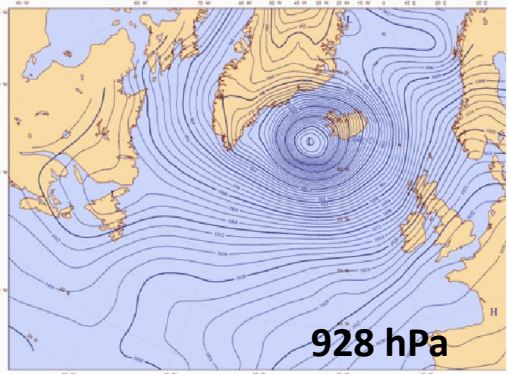
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Monday 8 January 1990 00UTC Surface: mean sea level pressure



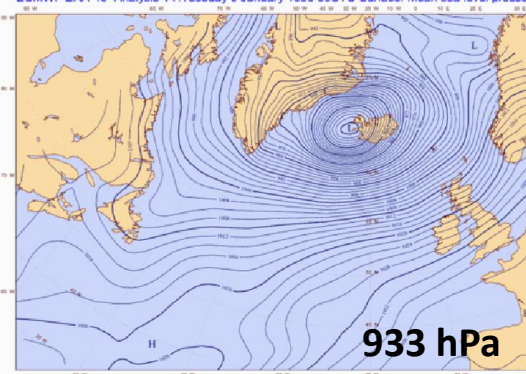
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Monday 8 January 1990 12UTC Surface: mean sea level pressure



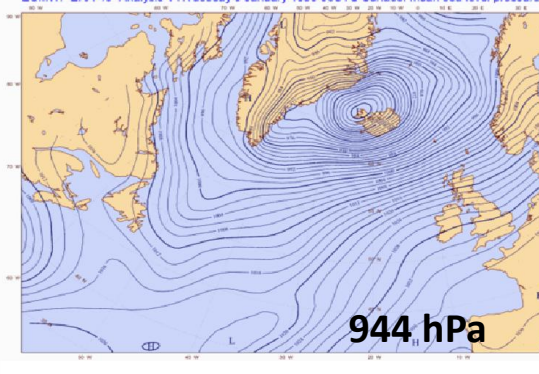
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Monday 8 January 1990 18UTC Surface: mean sea level pressure



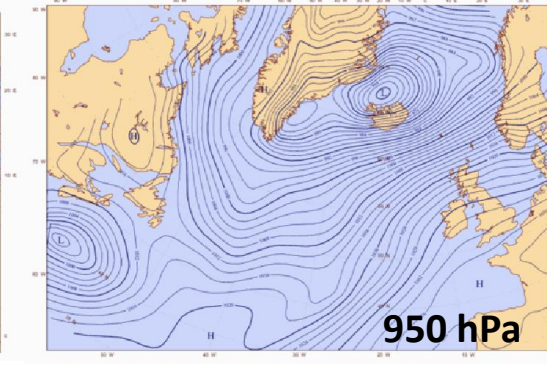
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Tuesday 9 January 1990 00UTC Surface: mean sea level pressure



ECMWF ERA-40 Analysis VT: Tuesday 9 January 1990 06UTC Surface: mean sea level pressure

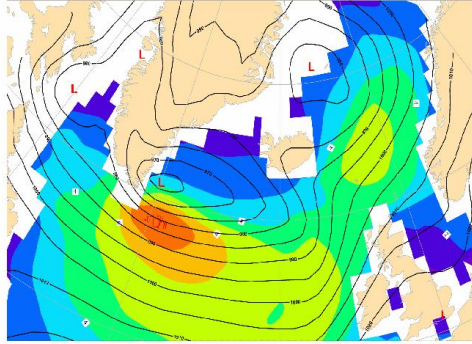


ECMWF ERA-40 Analysis VT: Tuesday 9 January 1990 12UTC Surface: mean sea level pressure

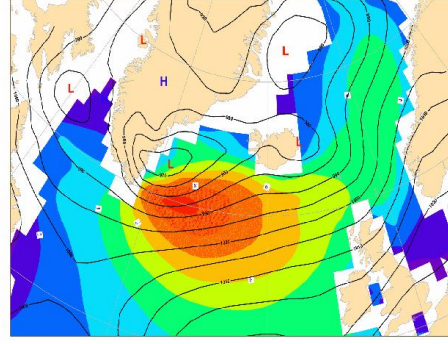


Flóðaveðrið 9. janúar 1990. Veðurkort evrópsku veðurmiðstöðvarinnar 7. janúar kl. 06 til 9. janúar kl. 12

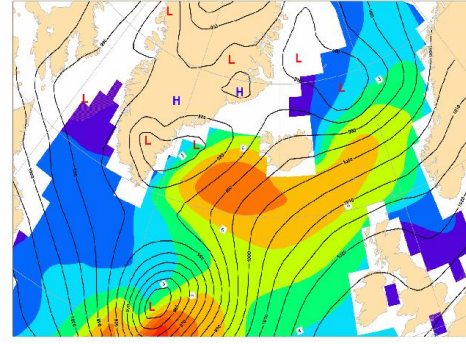
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Sunday 7 January 1990 00UTC Surface: mean sea level pressure
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Sunday 7 January 1990 00UTC Surface: significant wave height



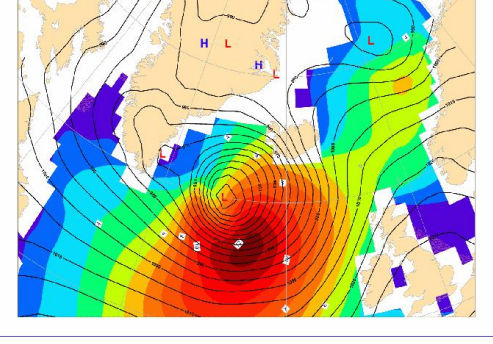
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Sunday 7 January 1990 12UTC Surface: mean sea level pressure
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Sunday 7 January 1990 12UTC Surface: significant wave height



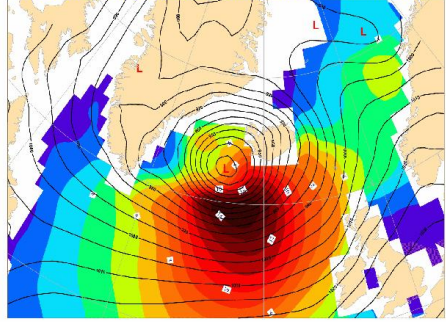
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Monday 8 January 1990 00UTC Surface: mean sea level pressure
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Monday 8 January 1990 00UTC Surface: significant wave height



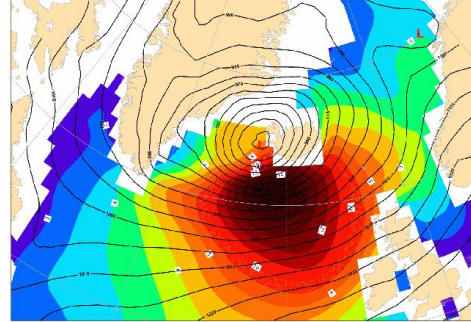
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Monday 8 January 1990 12UTC Surface: mean sea level pressure
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Monday 8 January 1990 12UTC Surface: significant wave height



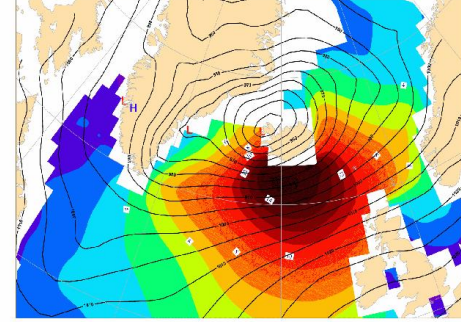
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Monday 8 January 1990 18UTC Surface: mean sea level pressure
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Monday 8 January 1990 18UTC Surface: significant wave height



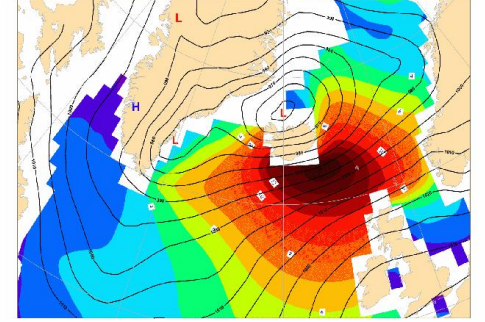
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Tuesday 9 January 1990 00UTC Surface: mean sea level pressure
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Tuesday 9 January 1990 00UTC Surface: significant wave height



ECMWF ERA-40 Analysis VT: Tuesday 9 January 1990 06UTC Surface: mean sea level pressure
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Tuesday 9 January 1990 06UTC Surface: significant wave height

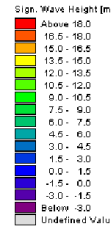
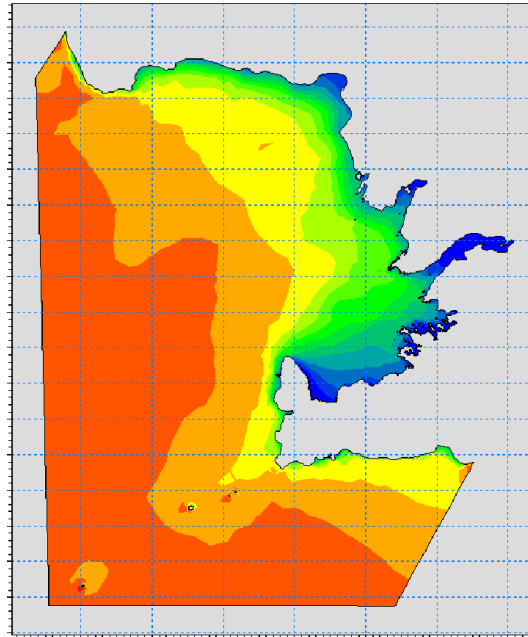


ECMWF ERA-40 Analysis VT: Tuesday 9 January 1990 12UTC Surface: mean sea level pressure
ECMWF ERA-40 Analysis VT: Tuesday 9 January 1990 12UTC Surface: significant wave height

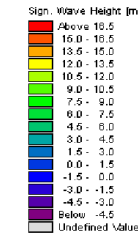
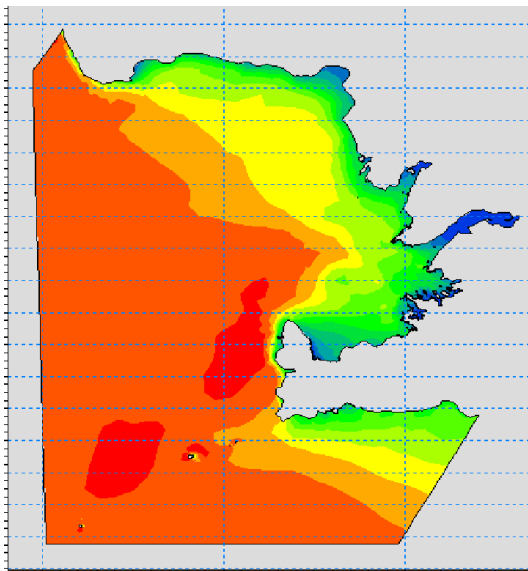


Flóðaveðrið 9. janúar 1990. Ölduspákort evrópsku veðurmiðstöðvarinnar 7. janúar kl. 00 til 9. janúar kl. 12

9. janúar 1990
Suðvestan ölduátt
Ölduhæð um 16 m



Básendaflóðið
Vestan ölduátt
Ölduhæð um 16 m

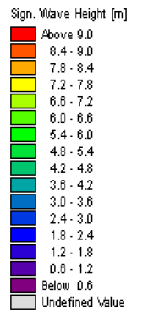
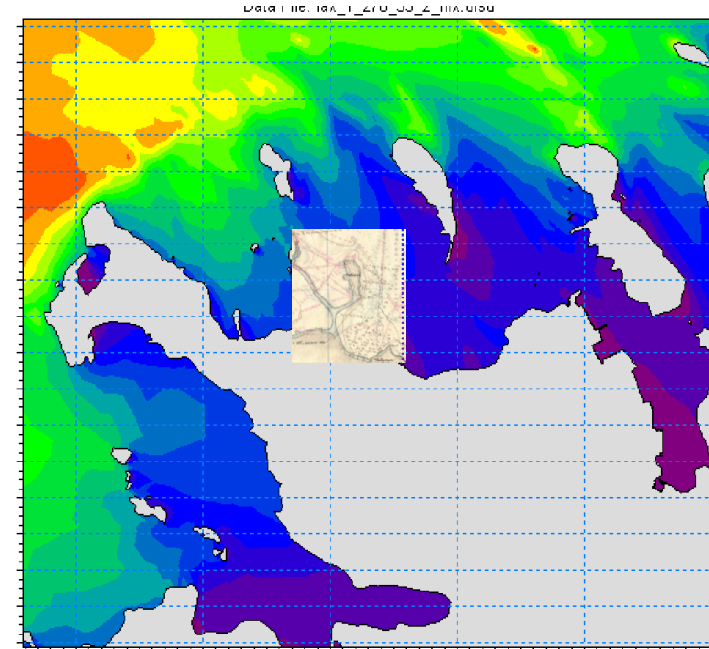
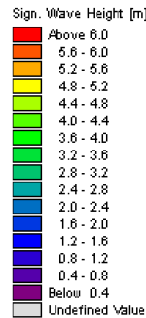
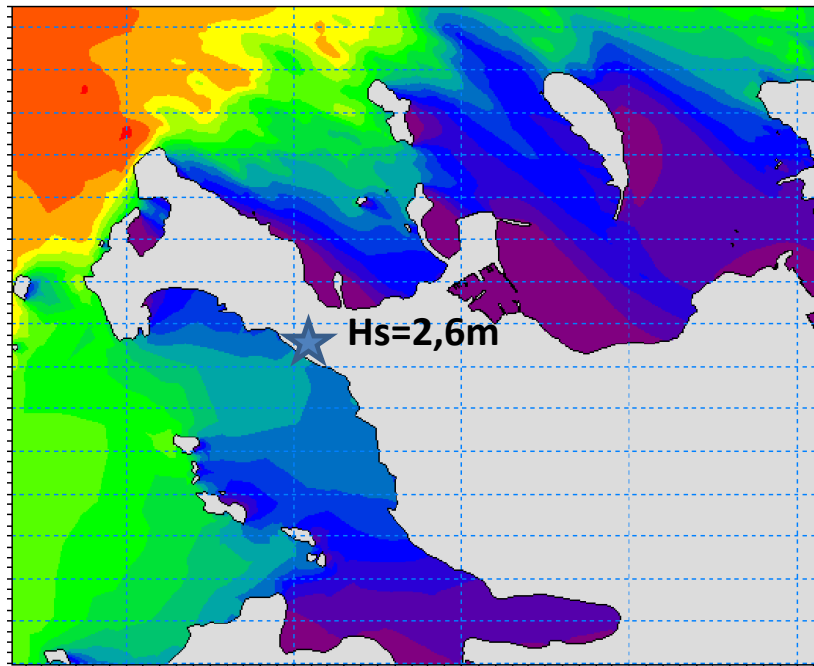


Mestu tjón í flóðaveðrinu
9. janúar 1990



Mestu tjón í Básendaveðrinu
9. janúar 1799

Öldufar við Reykjavík og Seltjarnarnes



Öldufar við Reykjavík og Seltjarnarnes á stórstraumsflóði í suðvestan- og vestan ölduátt þegar kennialdan á hafi er 16,0 m og sveiflutími orkutopps er 20s með endurkomutíma 100 ár. $H_{s500\text{ár}} = 18\text{m}$, $H_{s100\text{ár}} = 16\text{m}$

Flóðhæð í Reykjavík 09.01.1990

Hluti loftþrýstings og áhlaðanda

Tími	0:00	03:00	06:00	09:00
HS Garðskagadufli(m)	7,1	10,7	16,3	13,9
Sjávarfallaspá (m)	1,60	3,50	3,50	1,38
Mæld sjávarföll (m)	2,26	4,02	3,98	1,83
Loftþrýstingur (hPa)	945	954	962	970
Leiðrétting loftþrýstings (m)	0,51	0,44	0,37	0,30
Áætlaður áhlaðandi (m)	0,15	0,08	0,11	0,15

Bærinn



Nyrðri vik



Hæðakerfi SI
Stórstraumflóð í 3,8m



Ytri sker



Túnið ofan kaupmannshússins



Bráðbirgðaniðurstaða á ákvörðun á flóðhæð í Básendaflóðinu

- **Básendar**

- $H_{S_{\text{Básendar}}}=14$ til 16 m => $\eta=2,4$ til $2,6$ m, flóðhæð $+6,2$ til $+6,4$ m
- „Sjór gekk að minnsta kosti fjórum álnum (um $2,5$ m) hærra á Básendum í flóðinu en í mestu stórstraumsflóðum“.

- **Lambastaðir**

- $H_{S_{\text{Lambastaðir}}}=3.2$ m => $\eta=1,3$ m, flóðhæð $+5,3$ um $1,1$ m yfir sjávarkambi
- Brjótandi öldur samfara upprennsli og ágjöf olli bæði stað- og tímabundnum hækkunum á sjávarstöðunni þannig að flóðhæðin var líklega metin hærri en hún var í reynd eins og oft vill verða.

- **Kvosin**

- $H_{S_{\text{Kvosin}}}=1,5$ m => $\eta=1,1$ m, flóðhæð $+5,1$ en sjávarkambur í um $+5,3$ m
- Hvergi er getið um tjón né sjávarflóð við verslunarhúsin og pakkhúsin sunnan við Hafnarstræti. Flóðhæðin náði nærri sömu hæð og hæð sjávarkambsins. Ölduáhlaðanda gætir vart á Víkinni framan við Kvosina.

Niðurstaða

Meginniðurstaða þessa verkefnis er, að tjón af völdum Básendaflóðsins 1799 má rekja til mjög hárrar sjávarstöðu samfara djúpri krappri lægð sunnan úr hafi, sem veldur aftaka brimi og mikilli ölduhæð á svæðum fyrir opnu hafi sunnan og vestanlands.

Takmörkuð hættu er af aftakasjávarflóðum af völdum aftakabrima, þar sem öldu gætir lítið eins og í Kvosinni í Reykjavík.

Takk fyrir