

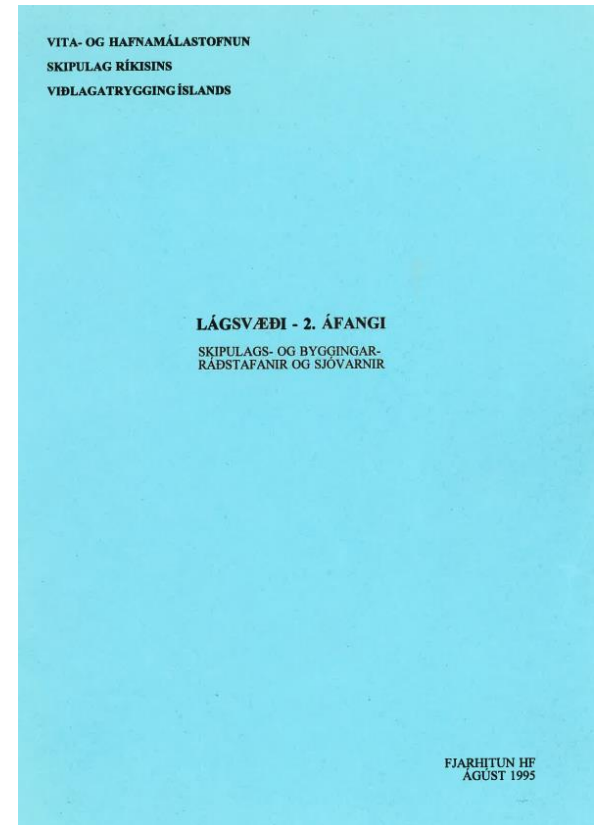


Lágsvæði – viðmiðunarreglur fyrir landhæð

- Sigurður Sigurðarson, strandverkfræðingur
- Kjartan Elíasson, verkfræðingur

Yfirlit

- Þættir sem hafa áhrif á sjávarhæð
 - Stjarnfræðilegi þátturinn
 - Loftþrýstingur
 - Vindáhlaðandi
 - Ölduáhlaðandi
- Afstöðubreyting lands og sjávar
 - Jarðskorpuhreyfingar
 - Hnattræn hlýnun
- Hætta af sjávarflóðum og rofi
- Sjávarborðsmælingar og líkindafræðileg úrvinnsla
- Tilgangur verkefnisins er endurskoðun á leiðbeinandi reglum fyrir landhæð á lágsvæðum
- Vegagerðin er umsagnaraðili fyrir skipulag lágsvæða þar sem hætta er á sjávarflóðum



Hæðarkerfi

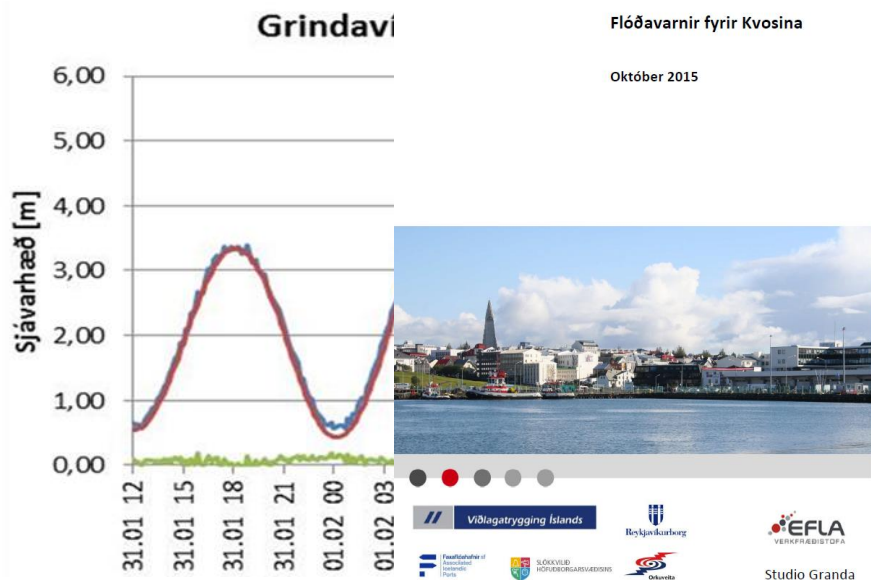
- Tvö hæðarkerfi notuð í gegnum tíðina
 - Bæjarkerfi – oft miðuð við meðalsjárhæð
 - Hafnarkerfi – hæðarkerfi Sjósmælinga – miðast við sjókortanúll
 - Þessi kerfi eru staðbundin
- Landshæðakerfi Íslands ISH2004
 - Miðast við meðalsjárborð í ágúst 2004
 - Eitt sameiginlegt hæðarkerfi fyrir landið
 - Ákvarðað af Landmælingum
- Dæmi um landhæð á Reykjavíkursvæðinu
 - +6,3 m í hafnarkerfi / hæðarkerfi Sjósmælinga
 - +4,5 m í Reykjavíkurkerfinu
 - +4,0 m í ISH2004

Þættir sem hafa áhrif á sjávarhæð

- Stjarnfræðilegi þátturinn víðast stærstur
 - Stórstreymi um 4 m við Faxaflóa og Breiðafjörð
 - Rétt rúmur 1 m á norðausturlandi
- Áhlaðandi vegna loftþrýstings
 - Sjávarborð hækkar um 0,84 cm fyrir lækkun um 1 hPa
 - Loftþrýstingsáhlaðandi oft metinn 0,5 til 0,7 m í hönnunarsjávarstöðu
- Áhlaðandi vegna vinds
 - Mjög breytilegur, óverulegur þar sem er aðdjúpt
 - Meiri ef grynningar ná langt út
 - Hluti vindáhlaðanda oft metinn 0,1 til 0,3 m
- Ölduáhlaðandi vegna grunnbrota
 - Mjög breytilegur, jafnvel innan bæjarfélags
 - Hár þar sem brimar fyrir utan
 - Getur orðið allt að 2 m á útsettum stöðum

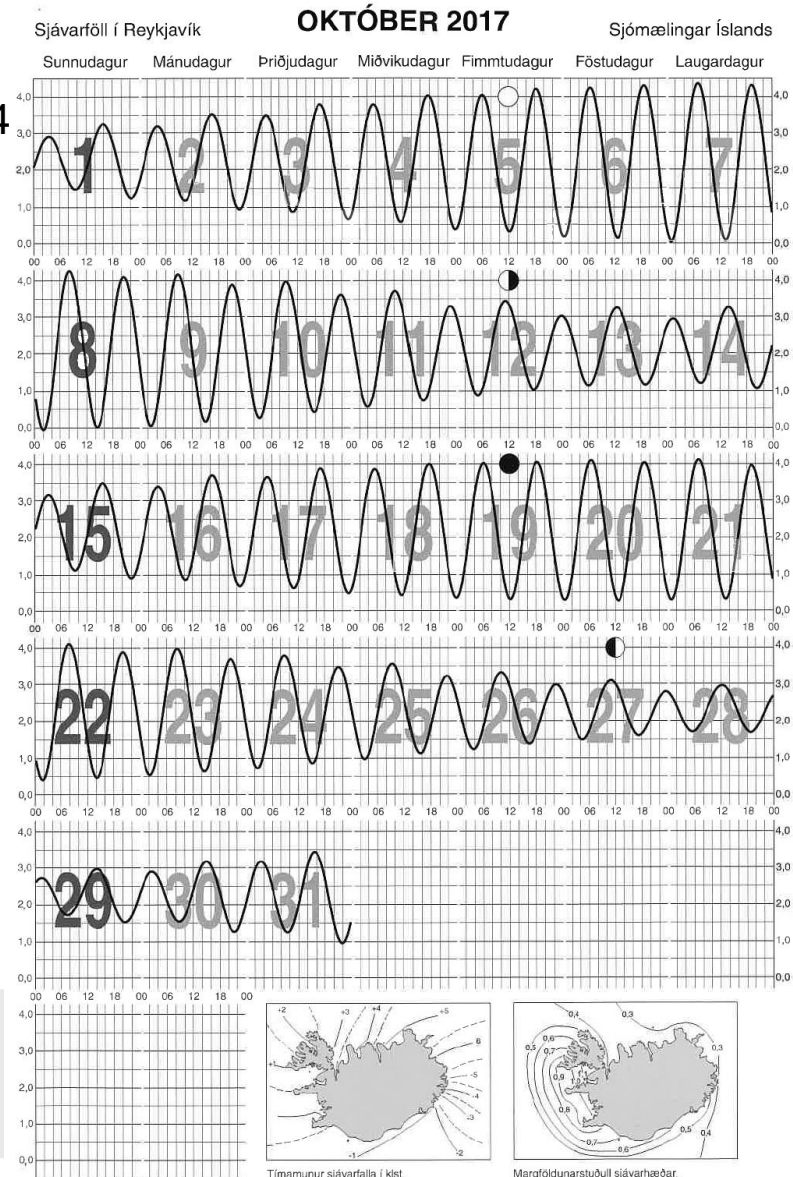
Básendaflóðið í janúar 1799

- Gott dæmi um ölduáhlaðanda
- Heimildir um mjög háa sjávarstöðu
- Fellur ekki að líkindadreifingu mældrar sjávarhæðar í Reykjavíkurböfn
- Skoðað með aðferðafræði strandverkfræðinnar
- Háar sjávarstöður sem heimildir geta um eru vegna ölduáhlaðanda
 - Ölduáhlaðanda gætir á útsettum stöðum
 - Ekki í Reykjavíkurböfn og Kvosinni



Stjarnfræðileg sjávarföll

- Sjómælingar Íslands – sjávarfallatöflur síðan 1954
- Sjávarföll í Reykjavík
 - Meðalstórstraumsflóð +4,0 m (+2,2 m RK)
 - Meðalsmástraumsflóð +3,0 m (+1,2 m RK)
 - Meðalsmástraumsfjara +1,3 m (-0,5 m RK)
 - Meðalstórstraumsfjara +0,2 m (-1,6 m RK)
- Hæsta stjarnfræðilega flóð +4,62 m (+2,8 m RK)
- Sjávarföllin mest við Faxaflóða og Breiðafjörð
- Lægst á norðausturlandi
- Sjávarborðsmælingar hringinn í kringum landið á seinni hluta áttunda áratugarins og byrjun þess níunda til ákvörðunar á sjávarföllum og hæðarkerfum hafna

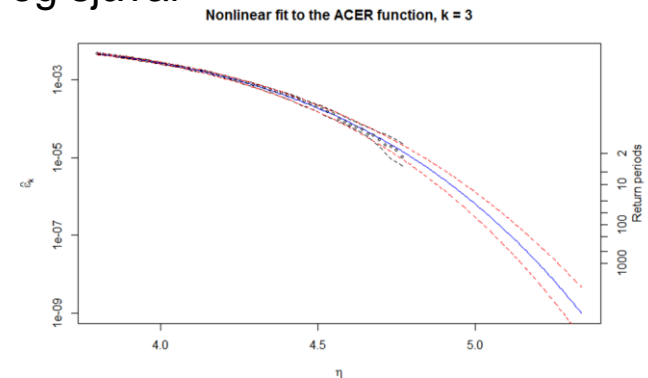


Sjávarborðsmælingar

- Ein löng tímaröð mælinga – Reykjavík frá 1956
- Stuttar tímaraðir úr nokkrum höfnum – kostaðar af höfnunum
- Danmörk 68 mælistöðvar – meðaltímaröð um 50 ár
- Hvað er sjávarborð
 - „Still water level“ á ensku – hæð sjávar þar sem öldu gætir ekki
 - Alltaf öldur á mælistað, sog, undiröldur, vindöldur, öldugjálfur
 - Mælt á 1 sekúndu fresti og miðlað yfir 1 til 10 mínútur
- Tilgangur sjávarborðsmælinga
 - Hafnir landsins – tímasetning á flóði og fjöru – stórstreymi / smástreymi
 - Hafa litla þörf fyrir nákvæmar upplýsingar
 - Skortir kvarðanir og almennt viðhald
 - Aukinn áhugi á að fylgjast með afstöðubreytingum lands og sjávar
- Engin opinber stofnun sem ber ábyrgð á sjávarborðsmælingum
- Vegagerðin stefnir að uppsetningu kerfis sjávarborðsmæla

Líkindafræðileg úrvinnsla sjávarfallamælinga

- Tímaröðin frá Reykjavík – um 60 ára löng
- Margar úrvinnslur gerðar á mismunandi tímum
- Flóðhæð í Reykjavík miðað við núverandi afstöðu lands og sjávar
 - +4,6 m (+2,8 m RK) tvisvar á ári
 - +4,7 m (+2,9 m RK) einu sinni á 2 árum
 - +5,10 til +5,20 m (+3,3 til +3,4 m RK) með 100 ára endurkomutíma

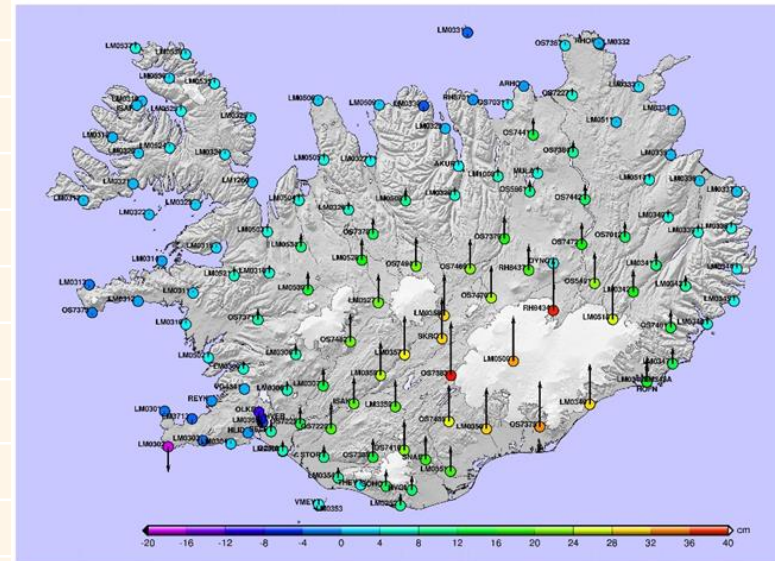


- Aðrar tímaraðir eru ekki nógu langar eða nógu „góðar“ fyrir líkindafræðilega úrvinnslu:
 - Mælar ókvarðaðir til lengri tíma.
 - Rek í mælingum.
 - Óútskýrð stökk í mælingum.

Hæðarbreytingar vegna jarðskorpuhreyfinga

- GPS mælingar og úrvinnsla Veðurstofunnar og Landmælinga

Staður	Tímabil	Landhæðarbreyting(mm/ári)
Reykjavík	1996–2015	-1.49 [-1.56 – -1.42]
Ísafjarðarðarbær	2009–2015	-1.82 [-2.08 – -1.56]
Siglufjörður	2008–2012	-2.32 [-2.65 – -2.00]
Grimsey	2008–2014	-4.72 [-4.97 – -4.48]
Akureyri	2001–2015	3.39 [3.31 – 3.47]
Flatey á Skjálfanda	2007–2014	-1.47 [-1.65 – -1.30]
Árholt á Tjörnesi	2002–2015	0.15 [0.07 – 0.23]
Kópasker	2007–2014	0.05 [-0.14 – 0.24]
Raufarhöfn	2001–2015	0.27 [0.22 – 0.33]
Heiðarsel á Fljótsdalshéraði	2009–2015	1.64 [1.39 – 1.88]
Höfn í Hornafirði	1997–2015	12.03 [11.96 – 12.11]
Vestmannaeyjar	2000–2012	3.18 [3.12 – 3.24]
Vogsósar í Selvogi	2000–2007	-1.04 [-1.18 – -0.91]
Nýlenda á Reykjanesi	2006–2014	-4.62 [-4.71 – -4.53]



Líklegustu sjávarstöðubreytingar við Ísland

- Afstöðubreyting vegna hnattrænnar hlýnunar
- Minni hér en á heimsvísu – u.þ.b. þriðjungur
- Líklegustu sjávarstöðubreytingar við Ísland á 21. öldinni, úr drögum að skýrslu vísindanefndar frá maí 2017

Landshluti	Landhæðar- breyting (cm)	Hækkun sem hlutfall af hnattrænni	Hnattræn hækkun 50 cm	Hnattræn hækkun 75 cm	Hnattræn hækkun 100 cm
			Staðbundin hækkun sjávarstöðu (cm)		
Suðvesturland að Norðvesturlandi	–20 til –10	30 til 34 %	25 til 37	33 til 45	40 til 54
Norðvestanlands / innarlega í fjörðum Norðanlands	10 til 30	28 til 30 %	–16 til 5	–9 til 13	–2 til 20
Austanverður Tröllaskagi að Flateyjarskaga	–30 til –10	28 til 30%	24 til 45	31 til 53	38 til 60
Sjálfaflói og Öxarfjörður	0 til 20	30% til 32%	–5 til 16	3 til 24	10 til 32
Melrakkaslétta að Langanesi	0 til 10	32 til 38%	6 til 19	14 til 29	22 til 38
Austurland	0 til 20	38 til 40%	–1 til 20	9 til 30	18 til 40
Suðausturland	100 til 200	20 til 28%	–190 til –86	–185 til –79	–180 til –72
Suðurland	20 til 40	30 til 32%	–25 til –4	–18 til 4	–10 til 12
Sunnan- og vestanverður Reykjaneskagi	–30 til –10	32 til 34%	26 til 47	34 til 56	42 til 64

Áhlaðandi vegna vinds og loftþrýstings

- Reiknilíkan Verkfræðistofnunar HÍ hefur verið notað til að skoða sjávarflóð
- Janúar 1990 lægðin var með dýpri lægðum og því hættuleg mtt. sjávarflóða
- Þegar hún gekk yfir var hins vegar ekki stórstreymt og nálægt háfjöru
- Kannað hvaða sjávarstaða hefði orðið ef sjávarhæð +4,6 m (+2,8 m RK)
- Mesta sjávarhæð hefði orðið +5,24 m (+3,4 m RK)
- Mesti munur við stjarnfræðilegt flóð 0,82 m – áhlaðandi vinds of loftþrýstings
- Ekki áhlaðandi öldu
- Áhlaðandi vinds og loftþrýstings í hönnunaraðstæðum 0,7 til 1,0 m
- Reiknislegur endurkomutími janúar 1990 lægðar á +4,6 m er um 1000 ár
- Mjög svipuð niðurstaða fékkst úr líkindafræðilegu úrvinnslunni

Hætta af sjóvarflóðum og sjávarrofi

- Hætta af sjávarflóðum er hluti af sjóvarnaráætlun – hluti samgönguáætlunar
- Framkvæmdum forgangsraðað byggt á mati á hættu
- Hætta af sjávarflóðum breytileg bæði í tíma og rúmi
 - Í tíma vegna breytinga á afstöðu lands og sjávar
 - Í tíma og rúmi vegna landbrots og byggingu sjóvarna
 - Strandsvæði sem er í „mestri hættu“ dettur niður listann þegar sjóvörn er byggð
 - Upp listann þegar verður rof á kambí eða sjóvörn
- Flóðatjón Viðlagatryggingar v. janúar 1990 flóðsins var um 600 Mkr
- Eftir flóðin hafa verið byggðir miklir sjóvarnargarðar
- Ekki búist við viðlíka tjóni í samskonar veðri í dag
- Með hækkandi sjávarstöðu eykst tíðni og umfang flóða
- **Sjávarstaða sem í dag hefur endurkomutíma 100 til 200 ár**
- **hefur einungis 2 ára endurkomutíma eftir 30 cm afstöðubreytingu**
- Því er mikilvægt að hækka sjóvarnir í takt við hækkandi sjávarstöðu

Nýjar viðmiðanir fyrir landhæð á lágsvæðum

- Landhæð jöfn eða hærri en sjávarstaða með 100 ára endurkomutíma á líftíma mannvirkis / skipulags
- Lágmarksgólfhæð 0,3 m ofar
- Sjávarstaða(still water) – meðalsjávarstaða yfir eina mínútu
- Þar sem öldu gætir þurfa að koma til flóðavarnir – hindra ágjöf sjávar á land
- Á Reykjavíkursvæðinu skal byggt á líkindafræðilegri úrvinnslu mælinga
- Annars staðar skal byggt á meðalstórstraumsflóði og áhlaðanda
- Hækkun vegna hnattrænnar hlýnunar og jarðskorpuhreyfinga skv vísindanefnd 2017
- Niðurstaða þessa er að fyrri viðmiðanir um hækkun sjávarborðs á 21. öldinni standist vel
- Sveitarfélög þurfa að vera vakandi yfir því að sjóvarnir verði hækkaðar í takt við hækkandi sjávarstöðu
- Viðmiðunarreglurnar hafa verið kynntar fulltrúum Skipulagsstofnunar, Viðlagatryggingar og Veðurstofunnar.