

Vík í Mýrdal – Sjávarflóð

Mat á sjóvörnum og hættu á sjávarflóðum

Bryndís Tryggvadóttir, Vegagerðin, bryndis.tryggvadottir@vegagerdin.is

Sigurður Sigurðarson, Vegagerðin, sigurdur.sigurdarson@vegagerdin.is

Fannar Gíslason, Vegagerðin, fannar.gislason@vegagerdin.is

Suðurströnd Íslands er eitt útsettasta strandsvæði heims. Í aftökum ná grunnbrot öldu út á meira en 20 m dýpi. Upp við ströndina eru öldur dýpisháðar og því spila allir þættir, sem hafa áhrif á sjávarhæð, mikilvægt hlutverk fyrir það hve há alda nær upp að ströndinni. Því hærri sem sjávarstaðan er, því hærri alda kemur upp að ströndinni og því meiri er hættan á sjávarflóðum. Auk stjarnfræðilegra sjávarfalla hafa ýmsir veðurfarslegir þættir áhrif. Þar er átt við áhlaðanda vegna lægri loftþrýstings, vindáhlaðandi þegar vindur blæs upp að strönd og að lokum ölduáhlaðandi innan brimgarðs. Samspil og samlíkur þessara þátta, sem að hluta til eru háðir og að hluta til óháðir, er nokkuð flókið að meta. Hér verður beitt nýlegum líkindafræðilegum aðferðum við mat á flóðahættu.



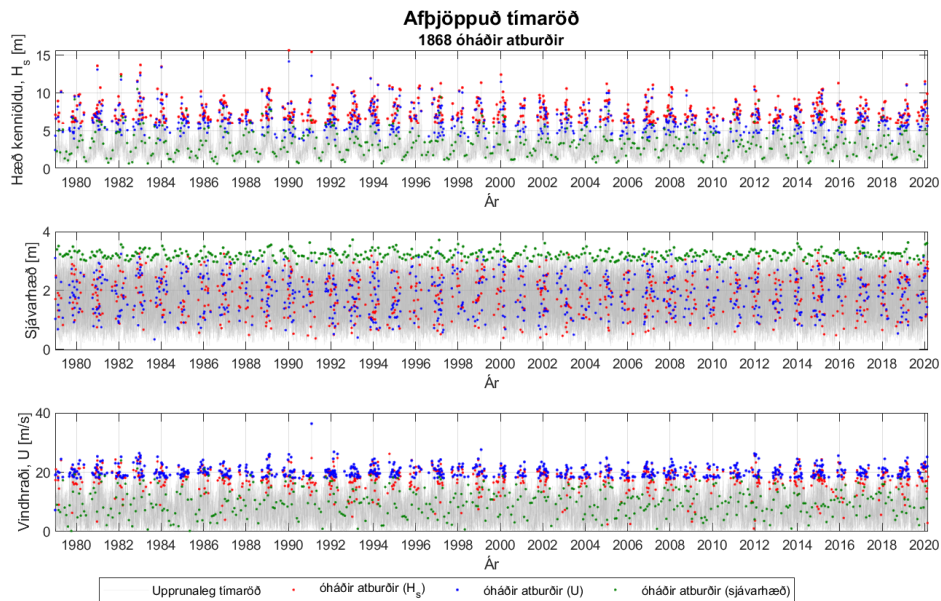
Mynd 1 Horft til vesturs yfir fjöruna í Vík, sandfangarana tvo og Reynisfjall í baksýn.

Sandströndin framan við Vík er langt frá því að vera stöðugt fyrirbæri, enda á hún sér ekki langa sögu. Talið er að hún hafi byrjað að myndast í Kötluhlaupum á 17. öld. Við upphaf 20. aldar var ströndin mjög rýr en í framhaldi af Kötlugosinu 1918 gekk ströndin fram í um 50 ár, að meðaltali um 10 m á ári. Eftir 1970 byrjar ströndin að hopa og er rofið af sömu stærðargráðu og uppbyggingin áður eða um 8 til 10 m á ári. Árið 1994 var skilgreind varnarlína fyrir byggðina í Vík, rof strandarinnar skildi ekki ná inn fyrir þá línu, og byggður á henni flóðvarnargarður. Upp úr aldamótum þegar rof strandarinnar fór að nálgast varnarlínuna var hafinn undirbúningur að rofvörnum. Í fyrstu var ætlunin að byggja sjóvarnir langs eftir ströndinni en með auknum skilningi á sandflutningum var ákveðið að verja ströndina með sandföngurum þvert á ströndina. Árið 2011 var fyrsti sandfangarinn byggður við Víkurá og sá næsti framan við iðnaðarhverfið austast í þorpinu árið 2017. Nokkur ár liðu áður en sandur fór að safnast vestan við fyrri sandfangarann en síðan hefur þar byggst upp mikil og breið fjara. Enn ber ekki mikið á uppbyggingu strandarinnar vestan við seinni sandfangarann, en grunnbrot öldu benda til þess að þar sé aðgrunnt og því ætti ströndin þar að fara að ganga fram.

Síðastliðinn vetur mátti sjá ummerki um landrof á svæðinu milli sandfangaranna og þá flæddi ítrekað yfir flóðvarnargarðinn sem byggður var árið 1994, mest í febrúar 2020 þegar flæddi inn á starfstöð Vegagerðarinnar og fleiri fyrirtækja á svæðinu. Þá er skemmst að minnast flóða og landbrots í desember 2015 áður en seinni sandfangarinn var byggður.

Stórt gagnasafn aftakaatburða

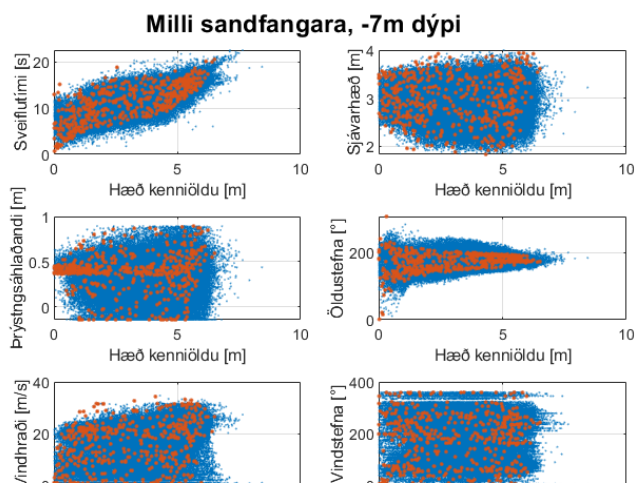
Til að meta endurkomutíma sjávarflóða er notast við aðferð sem hermir aftaka atburði út frá sögulegri tímaröð og samlíkum þeirra þátta sem knýja sjávarflóð. Notast var við öldu-, vind- og sjávarfallaspágögn frá evrópsku veðurstofunni (EDMWF) frá árunum 1979-2020 á hafsvæðinu sunnan við Vík í Mýrdal. Úr tímaröðinni voru einangraðir tæplega 1900 óháðir atburðir og þeir notaðir til að útbúa gagnasafn með 350.000 óháðum aftakaatburðum. Atburðirnir voru einangraðir úr sögulegu tímaröðinni með því að velja toppa með minnst 24 klst millibili út frá hæð kenniöldu, sjávarhæðar og vindhraða sem eru yfir ákveðnum þröskuldsgildum. Þröskuldsgildi fyrir hæð kenniöldu á hafi er 6 m, fyrir sjávarhæð +1,5 m og 18 m/s fyrir vindhraða.



Mynd 2 Tímaröð hæðar kenniöldu (efst), sjávarhæð (mið) og vindhraða (neðst). Tímaröðin er afbjöppuð í óháða atburði út frá hæð kenniöldu (rauðir), sjávarhæð (grænir) og vindhraða (bláir).

Notast var við Monte Carlo hermun ásamt greiningu á samlíkum þátta til að útbúa stóra gagnasafnið með 350.000 aftaka atburðum sem nær yfir u.þ.b. 10.000 ár. Þessi aðferð tryggir að samlíkur á vindi, öldu og sjávarföllum haldist þegar útgildi spágagna erum hermd.

Til að sjá hvernig atburðirnir hegða sér upp við fjöruna við Vík eru allir 350.000 atburðirnir færðir af hafi upp við ströndina í punkt á 7 m dýpi sunnan við fjöruna í Vík. Vegagerðin notar öldulíkanið MIKE 21 SW til að flytja ölduatburði úr úthafspunkti á hafi og upp að ströndinni. Hér er MIKE öldulíkanið notað saman með *Meta Model* aðferð sem byggir á *Radial Basis* falli til að færa alla 350.000 aftakaatburðina að ströndinni í punkt á 7m dýpi sunnan við Vík í Mýrdal. Þessar tvær aðferðir eru notaðar saman því óraunhæft er að reikna alla 350.000 atburðina í öldulíkaninu vegna of langs reiknitíma. Þess í stað eru 500 hönnunaratburðir valdir úr hermda gagnasafninu sem eru lýsandi fyrir það hvernig punktaskýið hegðar sér og þeir



Mynd 3 Vind- og haffræðileg gögn í á 7m dýpi sunnan milli sandfangaranna í Vík í Mýrdal. Hönnunaratburðir (rauðir) voru fluttir inn upp að ströndinni með Mike21 SW 21 öldulíkani en allt stóra gagnasafnið (blátt) var flutt inn að ströndinni með *Meta Model*

valdir úr hermda gagnasafninu sem eru lýsandi fyrir það hvernig punktaskýið hegðar sér og þeir

keyrðir í MIKE 21 SW. Niðurstöðurnar úr keyrslunni eru svo setta inn í *Meta Model* ásamt hönnunaratburðunum til að greina sambandið milli atburða í hnitinu 63,0°N 19,0°V og í punktinum á 7 m dýpi milli sandfangarana í Vík. Niðurstöðuna má sjá á mynd 3

Endurkomutími ágjafar og æskileg hæð varnarmannvirkja

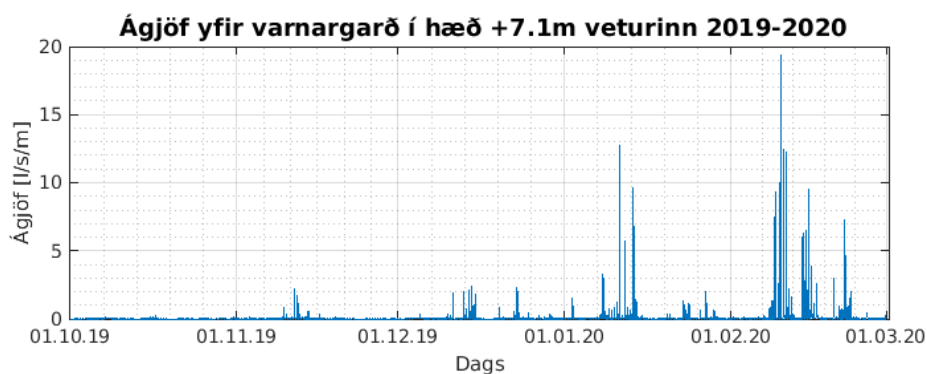
Gagnasafnið var svo notað til að meta æskilega hæð tvenns konar varnarmannvirkja út frá reiknaðri ágjöf yfir mannvirkin vegna aftakaatburða. Annars vegar flóðvarnargarðs svipuðum þeim sem fyrir er og hins vegar sjóvarnargarðs við veg sem liggur eftir fjörunni. Tilgangur þess fyrrnefnda, flóðvarnargarðsins, er að koma í veg fyrir að mikið flæði inn á landið innan við garðinn þannig að tjón eða óþægindi hljótist af. Þar miðast kröfur um hæð garðs við meðalágjöf yfir ákveðin tíma. Tilgangur þess síðarnefnda, sjóvarnargarðs við veg, er að takmarka ágjöf inn á veginn þannig að umferð stafi ekki hætta af. Í því tilfelli eru settar kröfur um að ágjöf stakrar öldu fari ekki yfir ákveðin mörk.

Ágjöf vegna aftakaatburðanna í stóra gagnasafninu er reiknuð með aðferðum lýst í ágjafaleiðavísinum EurOtop 2018. Einnig var stuðst við leiðavísinn við ákvörðun á viðmiðunarmörkum ágjafar og áætlað að ágjöf í árlegum flóðatburði skuli vera innan við 5 l/s/m fyrir varnargarð svipuðum þeim sem er nú til staðar. Þá var fyrst metinn endurkomutími ágjafar fyrir núverandi varnargarð, en eins og sjá má í töflu 1 þá er reiknuð ágjöf atburða með eins ár endurkomutíma tvöfalt hærri en viðmiðunarmarkid. Samhliða því var ágjöf yfir varnargarðinn metinn fyrir síðastliðinn vetur, veturinn 2019-2020, en þá gerðist það ítrekað að reiknuð ágjöf náði yfir 5 l/s/m og fór hæst í rúma 19 l/s/m, eins og sjá má á mynd 4.

Tafla 1 Endurkomutími meðalágjafar [l/s/m] yfir flóðvarnargarðinn í Vík

Endurkomutími	Ágjöf yfir núverandi garð í hæð +7,1 m [l/s/m]	Ágjöf eftir 0,5 m hækkun garðsins [l/s/m]
1ár	10	3
10 ár	50	20
100 ár	130	60
1000 ár	280	150

Til að ágjöf yfir flóðvarnargarð í árlegum flóðatburði verði innan við 5 l/s/m þarf að hækka flóðvarnargarðinn um 0,5 m í +7,6 m hæð SH2020. Sú hækkun kemur ekki í veg fyrir ágjöf yfir garðinn en dregur verulega úr ágjöfinni og því óryggi sem því fylgir að sjór gangi á land.



Mynd 4 Ágjöf yfir flóðvarnargarð með hæðina +7,1 m á móts við eystri sandfangarann veturinn október 2019 - febrúar 2020

Fyrir veg sem liggur meðfram ströndinni og varinn er af sjóvarnargarði þá eru gerðar mun strangari kröfur, sem miðast við bíl sem ekur út úr göngum gegnum Reynisfjall á um 70 km hraða. Við þær aðstæður skal mesta ágjöf stakrar öldu ekki fara yfir 2000 l/m í veðri sem að jafnaði kemur ekki tíðar en á um 50 til 100 ára fresti. Til að uppfylla þessa kröfu þarf hæð sjóvarnarinnar að vera í um +9,0 m SH2020 til að standast aftakaatburðina í stóra gagnasafninu.