

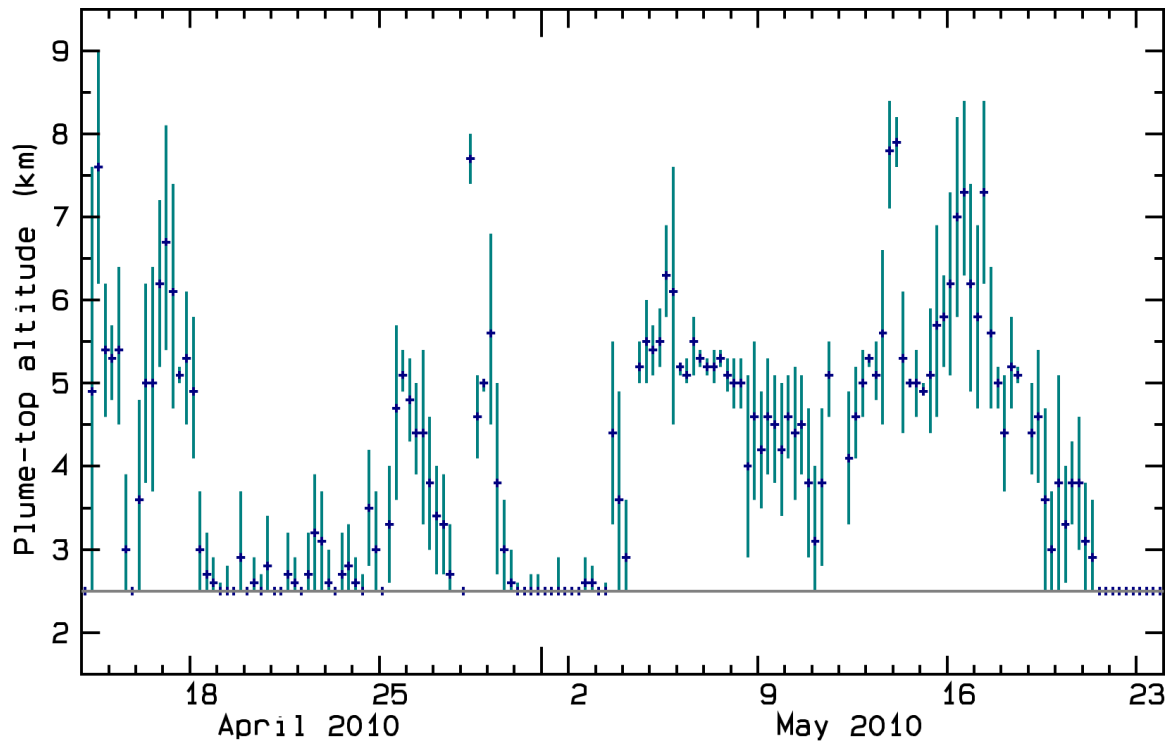
Íslenzkt ljósbrot

Þórður Arason

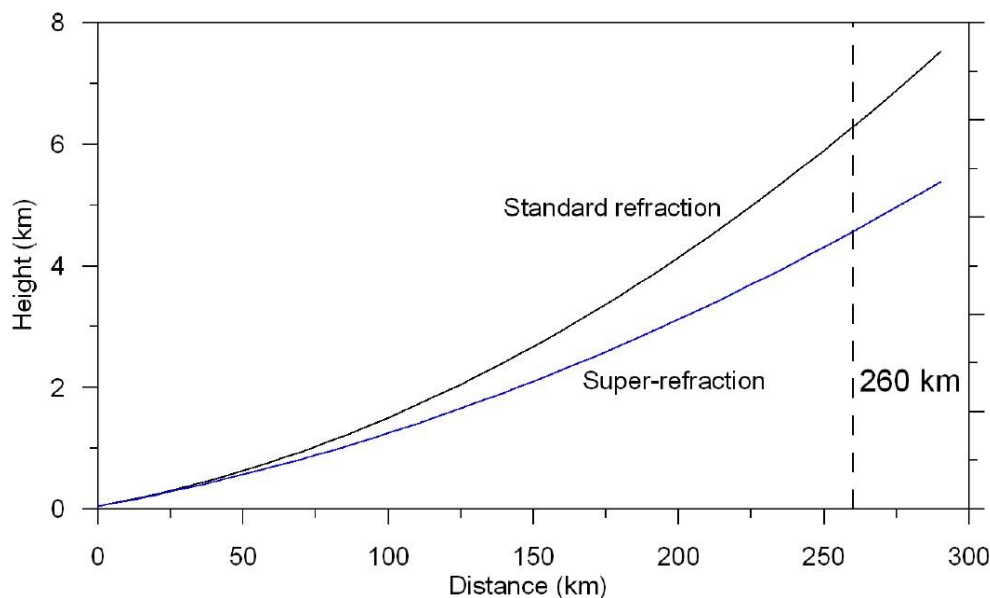
Hæð gosmakkar er metin með langdrægum veðursjárgeislum, og í útreikningum er tekið tillit til staðlaðs ljósbrots



Veðursjá Veðurstofunnar á Miðnesheiði (Keflavík).
Ljósmynd 9. ágúst 2011.



Hæð gosmakkar í Eyjafjallajökulsgosinu 2010 mæld með veðursjánni í Keflavík (Þórður Arason o.fl., 2011).



„Radar records from the weather radar in Keflavík should be used with caution when estimating volcanic plume heights over long distances ... Atmospheric super-refraction can cause bending of the radar beam towards the Earth, lowering the recorded height by a few km.”
(Björn Oddsson, MS-ritgerð, 2007)

„Radiosonde data from Keflavík ... do not support the idea of super-refraction, while some inversions occur in the lowermost 2 km.”
(Björn Oddsson o.fl., Bull. Volcanol., 2012)

Hæð geisla eftir fjarlægð þar sem tekið er tillit til sveigju jarðaryfirborðs og staðlaðs ljósbrots í andrúmslofti er

$$H = H_0 - kR + \sqrt{r^2 + (kR)^2 + 2rkR \sin \theta}$$

þar sem

H = hæð geisla (gosmakkar) (km y.s.)

H_0 = upphafshæð við veðursjá (km y.s.)

r = fjarlægð frá veðursjá (km)

θ = sjónarhorn geisla frá láréttu við veðursjá

R = geisli jarðar (6371 km)

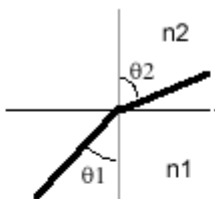
k tengist ljósbroti ($k = 4/3 = 1.333$)

- Hægt er að reikna brotstuðul andrúmslofts út frá loftþrýstingi, hita og loftraka. Venjulegar veðurathuganir duga því til og einnig háloftaathuganir Veðurstofunnar á 12 klst fresti sl. 60-70 ár til að reikna brotstuðul loftsins með hæð
- Yfirlit um íslenskt ljósbrot – breytileiki og árstíðasveifla
- Útlenskt ljósbrot
- Er breytileikinn til vandræða?
- Hve mikil skekkja getur orðið í mati á hæð gosmakkar vegna breytileika í ljósbroti?
- Er ástæða til að miða við annað en alþjóðlegan staðal við reikninga á ljósbroti á Íslandi?

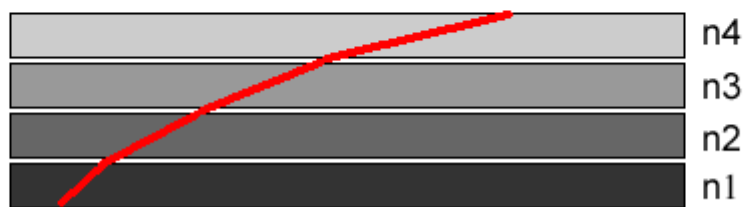
Brotstuðul efnis, n , má skilgreina út frá hraða ljóss í efninu, v , og ljóshraða í lofttæmi, c

$$n = c/v$$

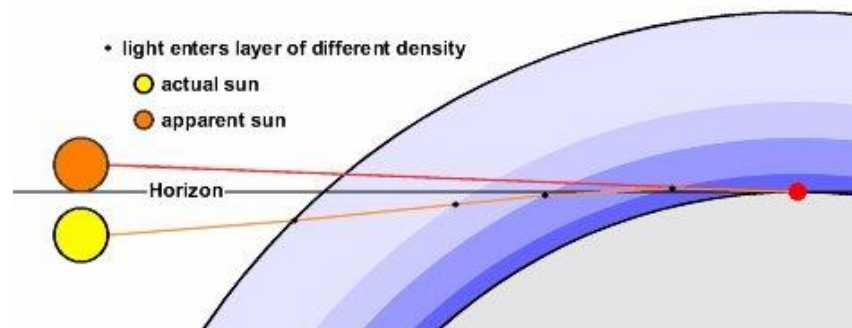
Snell's Law



$$\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



$$n_1 > n_2 > n_3 > n_4$$



Brotstuðull lofts, n , er örlítið hærri en 1 og til þæginda er skilgreint N

$$N = (n - 1) \cdot 10^6$$

$$n = 1.000234 \Leftrightarrow N = 234$$

Brotstuðul lofts (fyrir útvarps- og ratsjártíðnir) má reikna út frá hita, T (K), loftþrýstingi, P (hPa) og eimprýstingi, e (hPa):

$$N = 77.677 \frac{P_d}{T} + 64.70 \frac{e}{T} + 371900 \frac{e}{T^2}$$

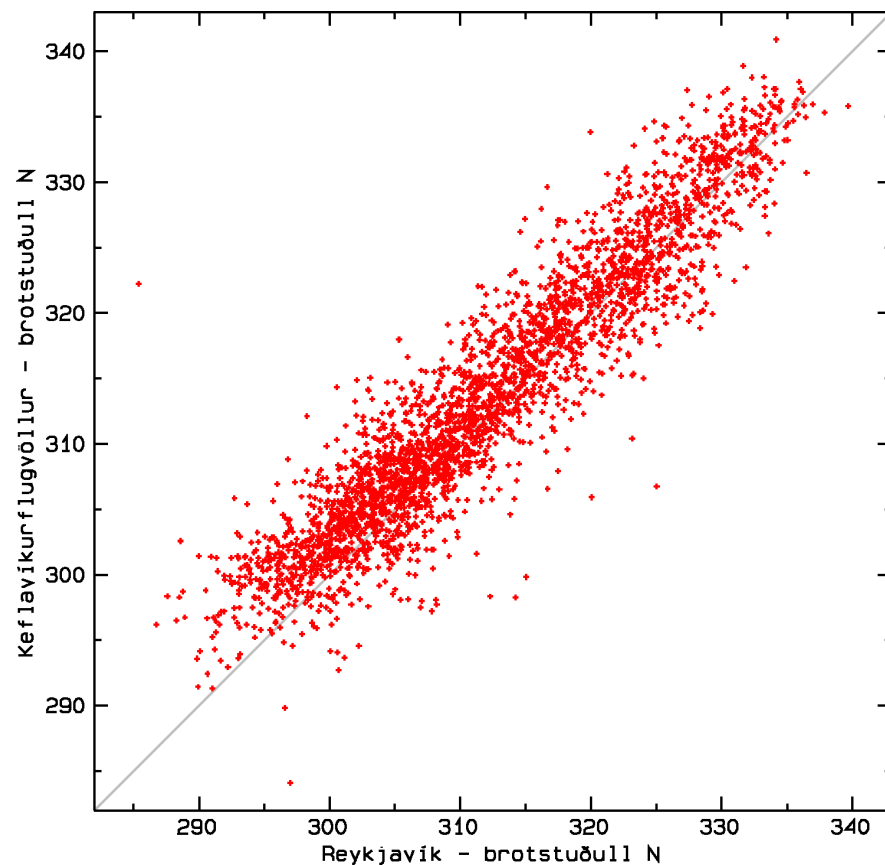
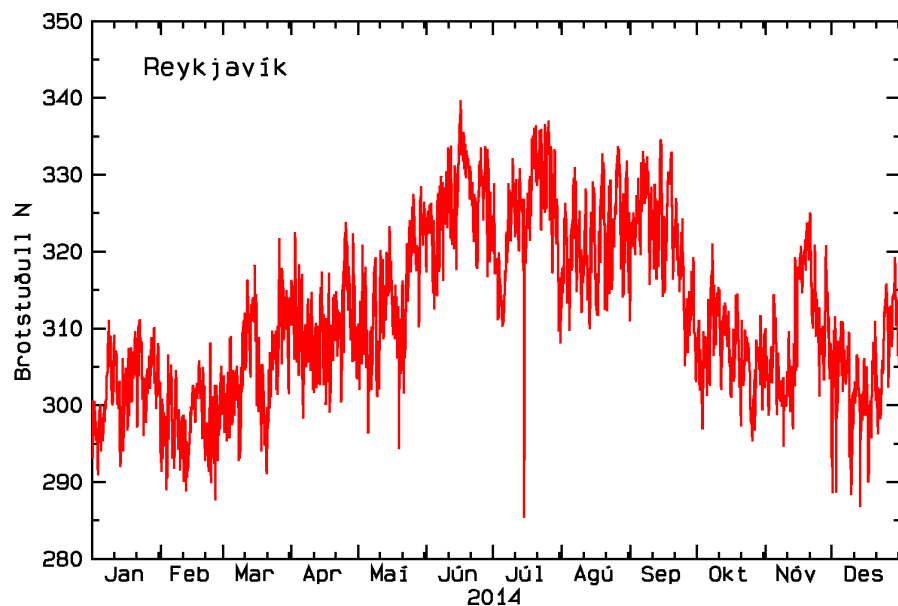
Dæmi: $T = 300$ K, $P = 1000$ hPa, $e = 10$ hPa, $P_d = P - e$

$$\Rightarrow N = 300, n = 1.000300$$

ATH. alltaf gildir: $n \geq 1$ og $N \geq 0$, annars væri $v > c$

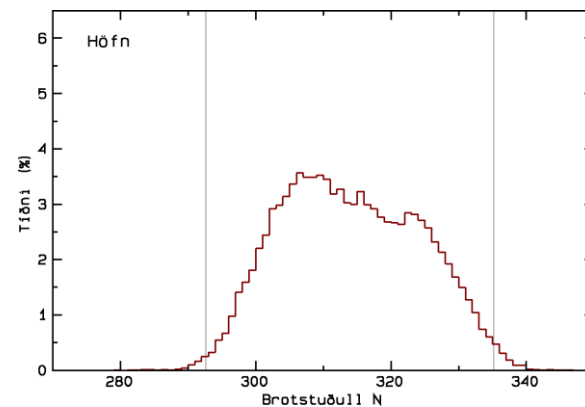
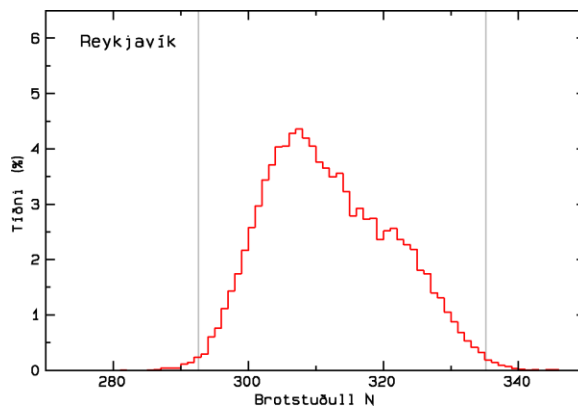
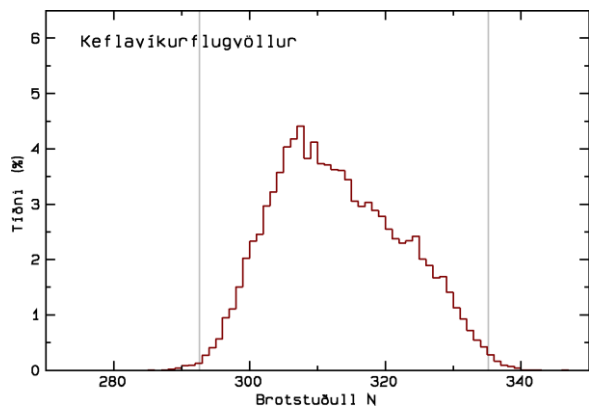
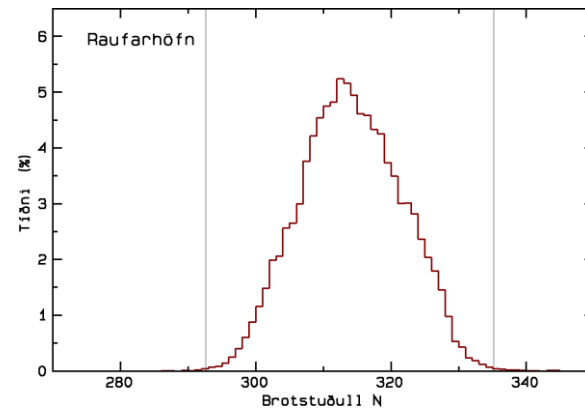
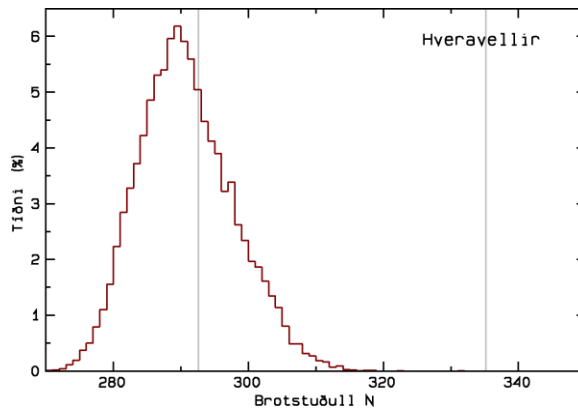
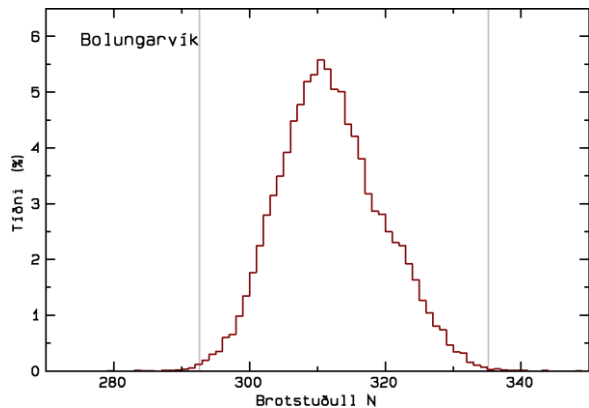
Brotstuðull lofts N við yfirborð út frá veðurathugunum árið 2014

Mannaðar veðurathuganir á 3 klst
fresti gefa ps, t, tv (vp) og þá má
reikna brotstuðul lofts N

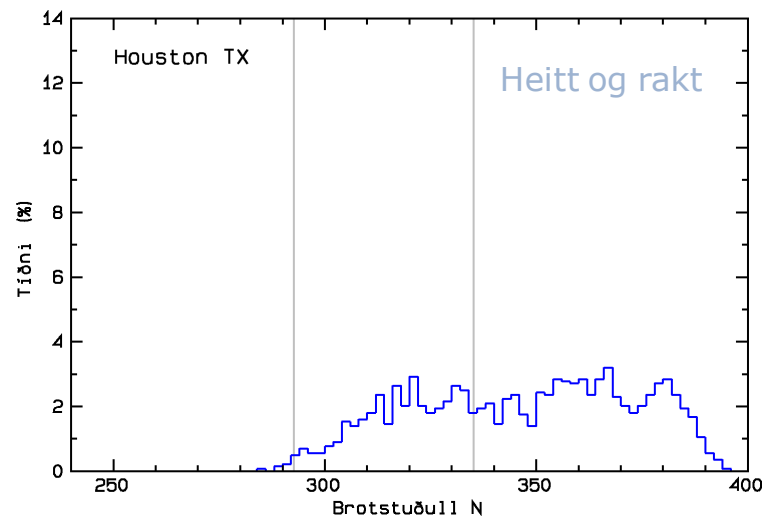
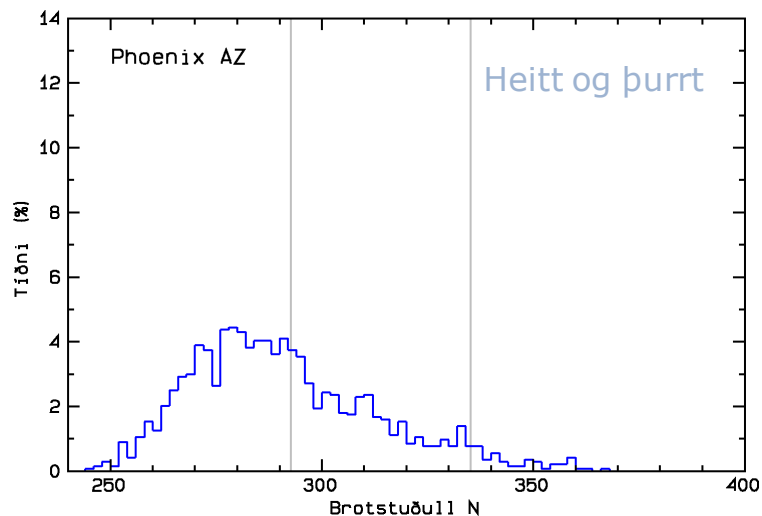
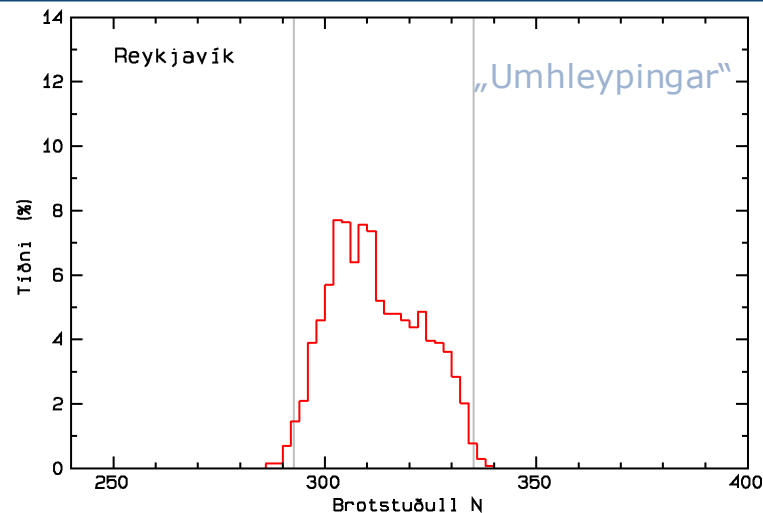
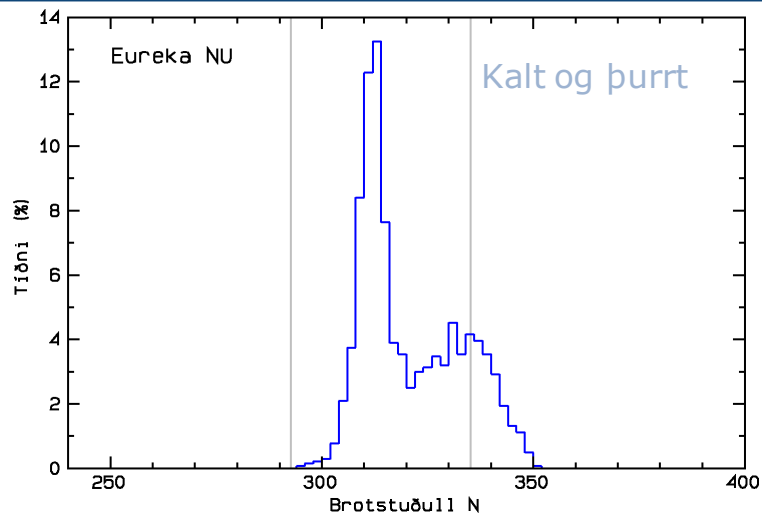


Breytileiki á Íslandi

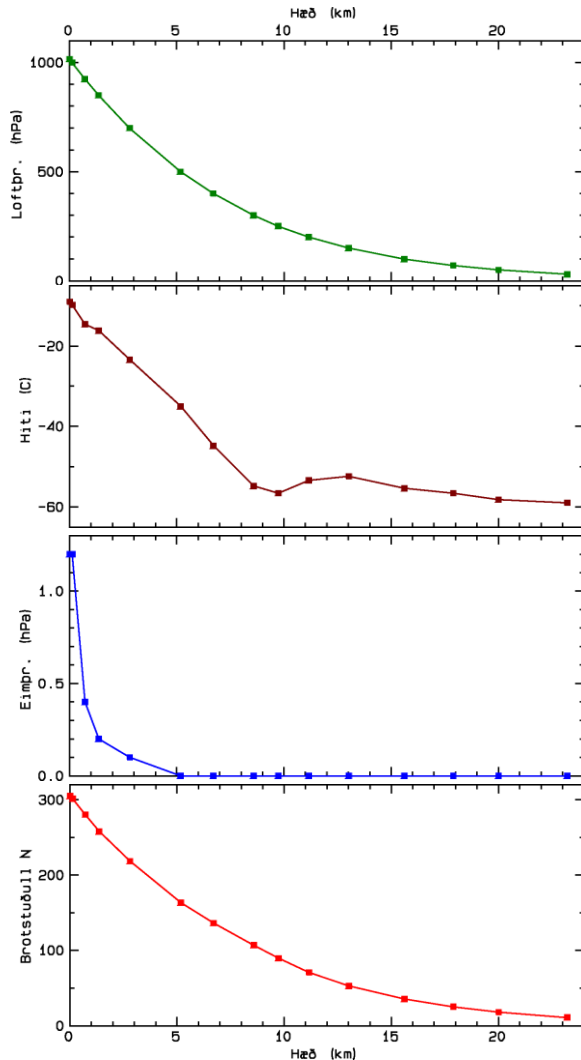
út frá veðurathugunum árin 1991-2000



Breytileiki eftir veðurfari út frá veðurathugunum árið 2014



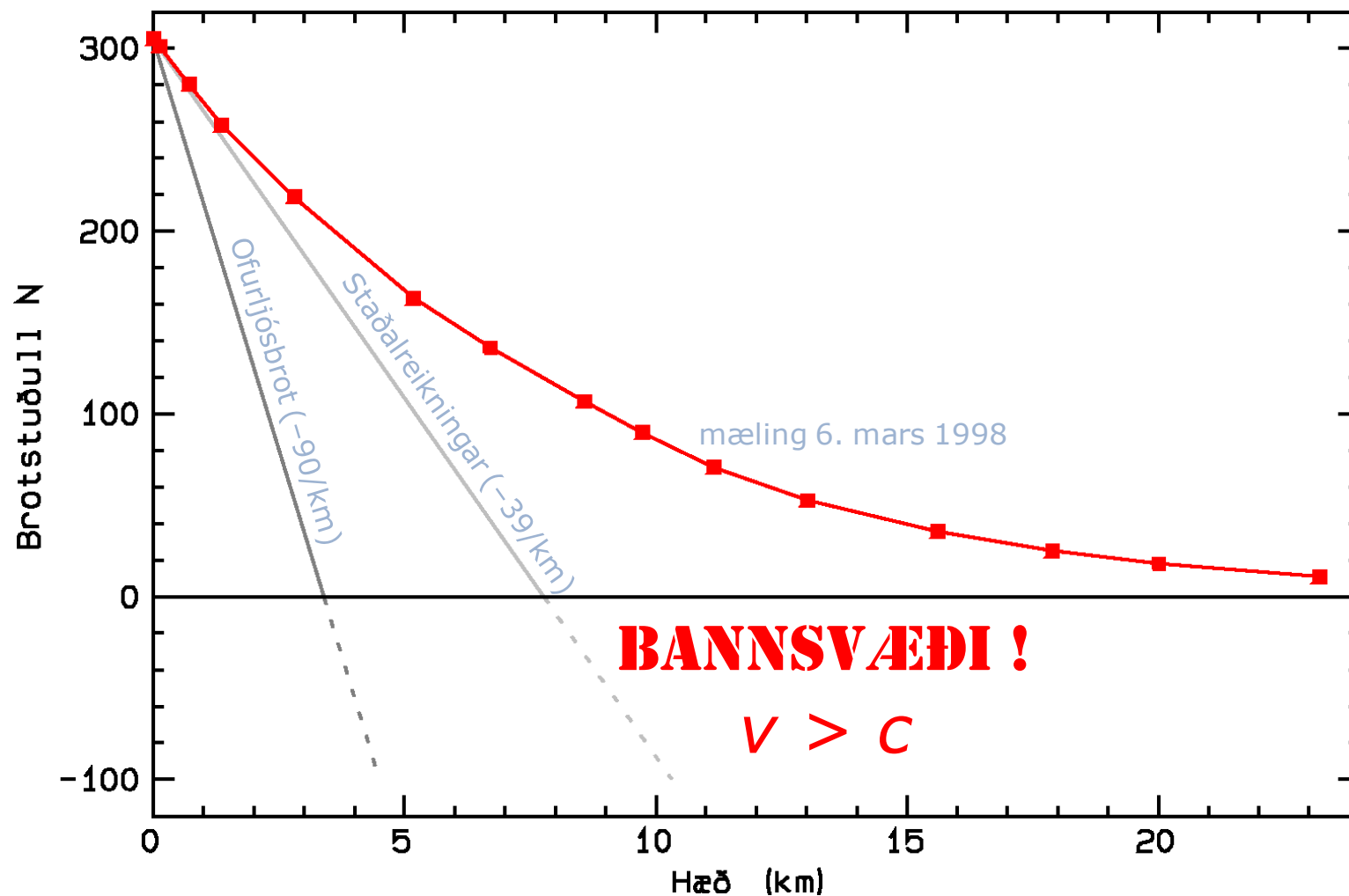
Háloftaathuganir Veðurstofunnar á Keflavíkurflugvelli



Bogi Þór Jónsson háloftaathugunarmaður sleppir belg til himins við háloftastöð Veðurstofunnar á Keflavíkurflugvelli 6. mars 1998. Ljós. úr myndasafni Veðurstofunnar.

Háloftaathugun á Keflavíkurflugvelli
6. mars 1998 kl. 12:00 og
útreiknaður brotstuðull með hæð.

Brot á lögum um hámarkshraða !



FRJÁLST, ÓHÁÐ & ÓKEYPIS!

blaðið

160. tölublað 2. árgangur

Þriðjudagur

18. júlí 2006



■ HEILSA

Í íslenskri náttúru leynist ýmislegt sem getur gagnast í baráttunni við sjúkdóma | Síða 29

■ APPREYING

Leikkonan Kristin Scott Thomas yfirgefur Hollywood fyrir leikhúsin í London. | Síða 26



Innri endurskoðandi KB-banka:

Sætir lögreglurannsókn vegna reiknikúnsta

■ Umdeildir útreikningar á vaxtatapi ■ Segjast hafa tapað rúmum 45 milljónum.

Innri endurskoðandi KB-banka sætir nú lögreglurannsókn fyrir að hafa notað í viðskiptum með refsiverðum hætti skjal frá útlánaeftirliti Búnadarbanka Íslands. Málið var kært síðastliðinn vetur eftir að Fjármálaeftirlitið hafði gert alvarlegar athugasemdir við innihald skjalsins.

Skjalið inniheldur reiknað vaxtatap bankans vegna viðskipta við skreiðafyrirtæki á níunda áratug síðustu aldar. Samkvæmt útreikningunum á bankinn að hafa tapað rúmum 45 milljónum króna vegna viðskiptanna. Eigandi skreiðafyr-

irtækjanna hefur mótmælt þeim forsendum sem bankinn notaði til útreikninganna og segir þær rangar.

Bankanum hefur ekki tekist að gefa fullnægjandi skýringar á útreikningum sínum að mati Fjármálaeftirlitsins. Í bréfi sem eftirlitið sendi KB-banka í mars á síðasta ári eru gerðar alvarlegar athugasemdir við framsetningu skjalsins af hálfu bankans. „Virðist sem ófullnægjandi svör bankans stafi ýmist af því að gögn séu ekki fyrir



hendi af forsvaranlegum ástæðum [...] gerir Fjármálaeftirlitið athugasemd við að viðskiptabanki setji fram skjal af því tagi sem hér um ræðir, án þess að geta í öllum atriðum rökstutt efni þess,” segir í bréfi Fjármálaeftirlitsins.

Eigandi skreiðafyrirtækjanna kærði málið í nóvember á síðasta ári en það sætir nú rannsókn af hálfu lögreglunnar í Reykjavík.

Sjá bls. 4

IC 2006/07

Stanga sett tilbúin í veiðiferðina

IC veiðivörur

IC veiðivörur í næstu sportvöruverslun

WWW.SVAR.IS

SALA!

STAKMARKAÐ MAGN

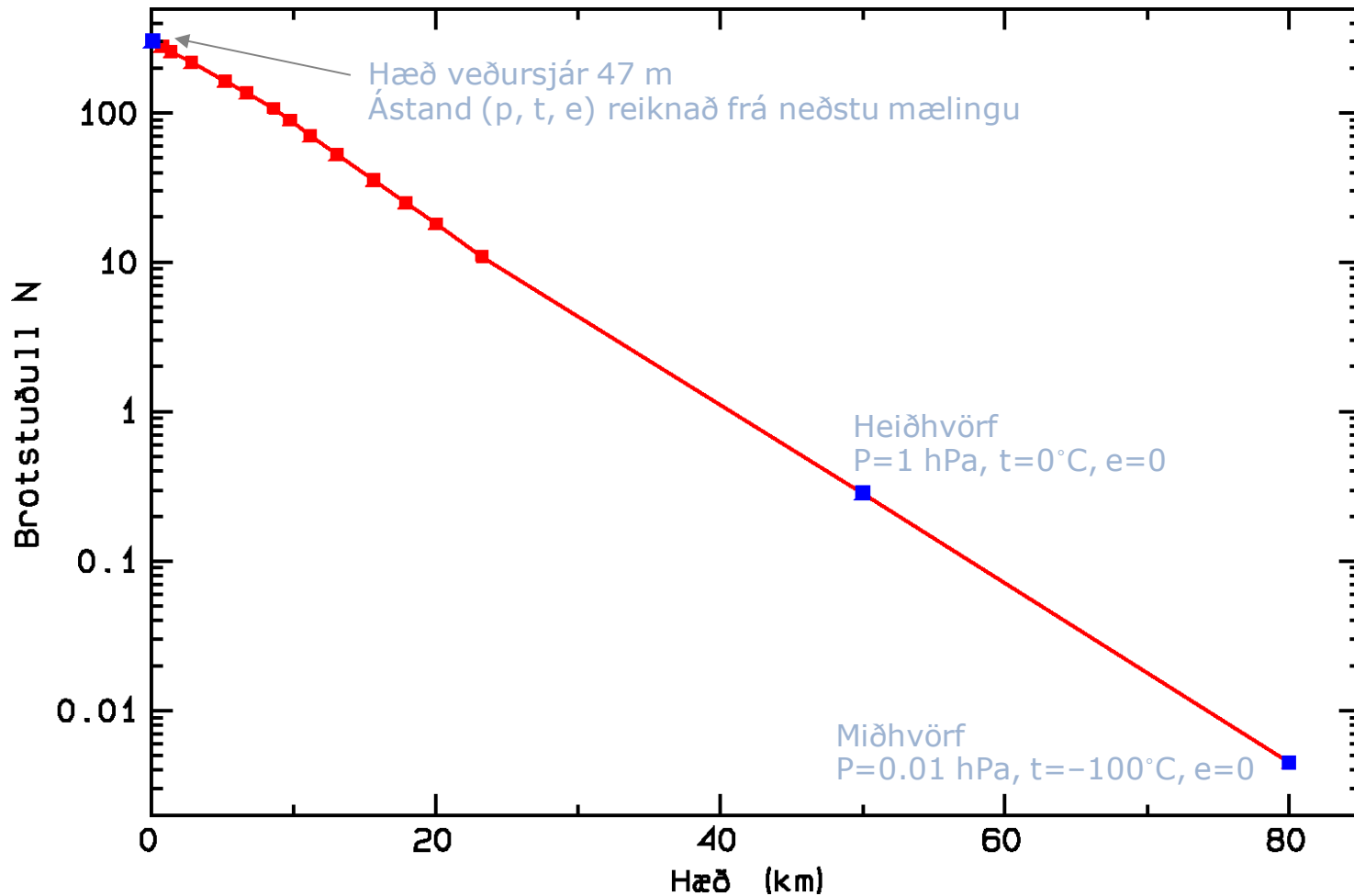
Háloftaathuganir og reiknaður brotstuðull með hæð

Safn háloftaathugana frá Keflavíkurflugvelli 1991 – 2010 (yfirfarnar af Trausta), sem sýna ástand lofthjúps í staðalhæðum

Val mælisniða:

- Neðsta mæling undir 700 m
- Efsta mæling yfir 15 km
- Að minnsta kosti 10 mælihæðir í mælisniði (hp, p, t, td)
- 9761 mælisnið notuð

Endar snyrtir og brotstuðull ljóss reiknaður í staðalhæðum og línulega brúaður milli punkta



Reiknum með kúlusamhverfum lofthjúpi og breytilegum brotstuðli með hæð. Geislabraut uppfyllir diffurjöfnu [*Hartree o.fl.*, 1946]:

$$\frac{d^2 h}{ds^2} - \left(\frac{2}{R+h} + \frac{1}{n} \frac{dn}{dh} \right) \left(\frac{dh}{ds} \right)^2 - \left(\frac{R+h}{R} \right)^2 \left(\frac{1}{R+h} + \frac{1}{n} \frac{dn}{dh} \right) = 0$$

Með lausnina (miðað er við að veðursjá sé í $h=0$):

$$s(h) = \int_0^h \frac{R^2 n(0) \cos \theta_e dh}{(R+h) \sqrt{(R+h)^2 n^2(h) - R^2 n^2(0) \cos^2 \theta_e}}$$

s er fjarlægð eftir stórbaug á yfirborði

R er geisli jarðar 6371 km

h er hæð yfir yfirborði

$n(h)$ er breytilegur brotstuðull með hæð

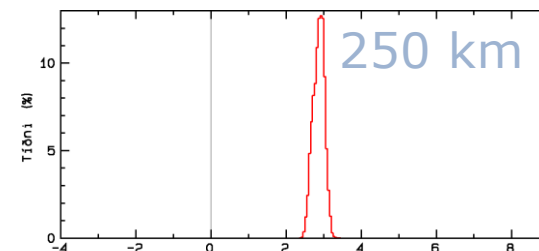
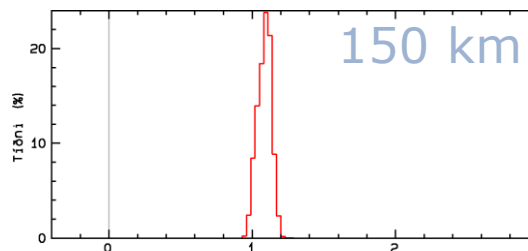
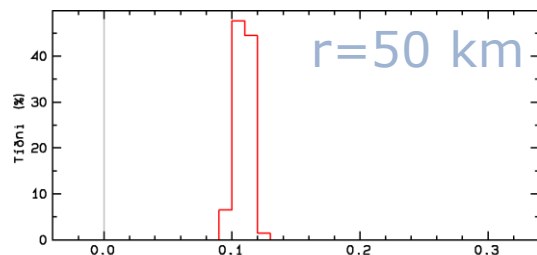
θ_e er sjónarhorn frá láréttu við veðursjá

Hæðarmunur

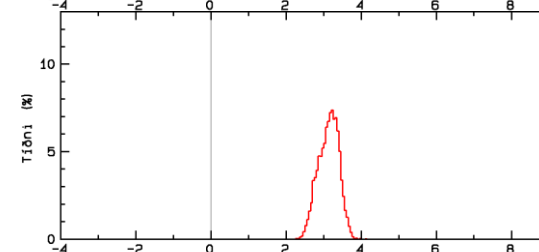
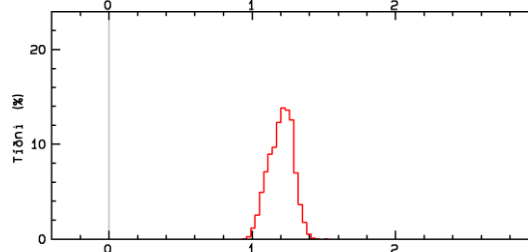
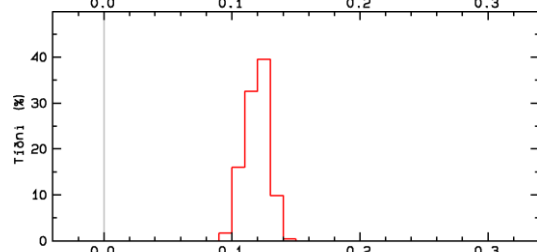
reiknuð geislabraut – staðaljafna

$r = 50, 150, 250$ km og $h = 5, 10, 15, 20$ km

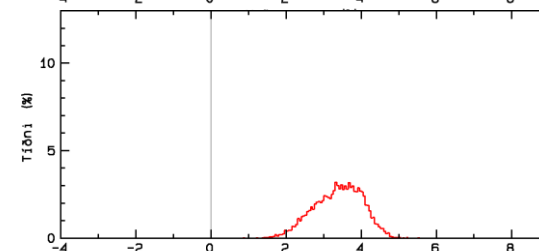
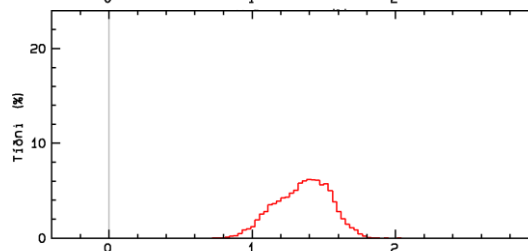
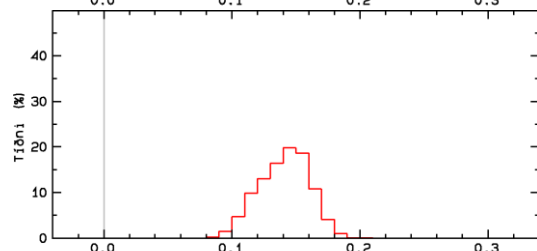
$h=20$ km



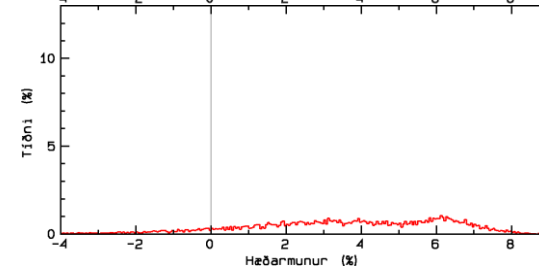
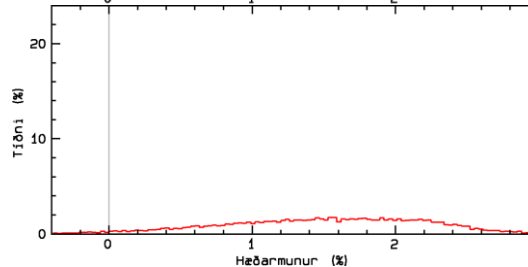
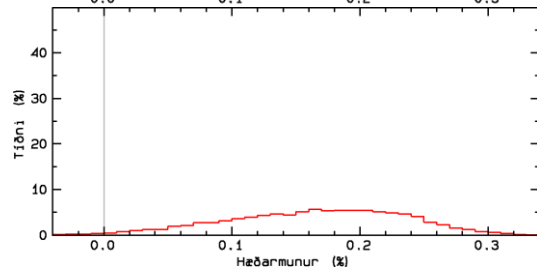
$h=15$ km



$h=10$ km

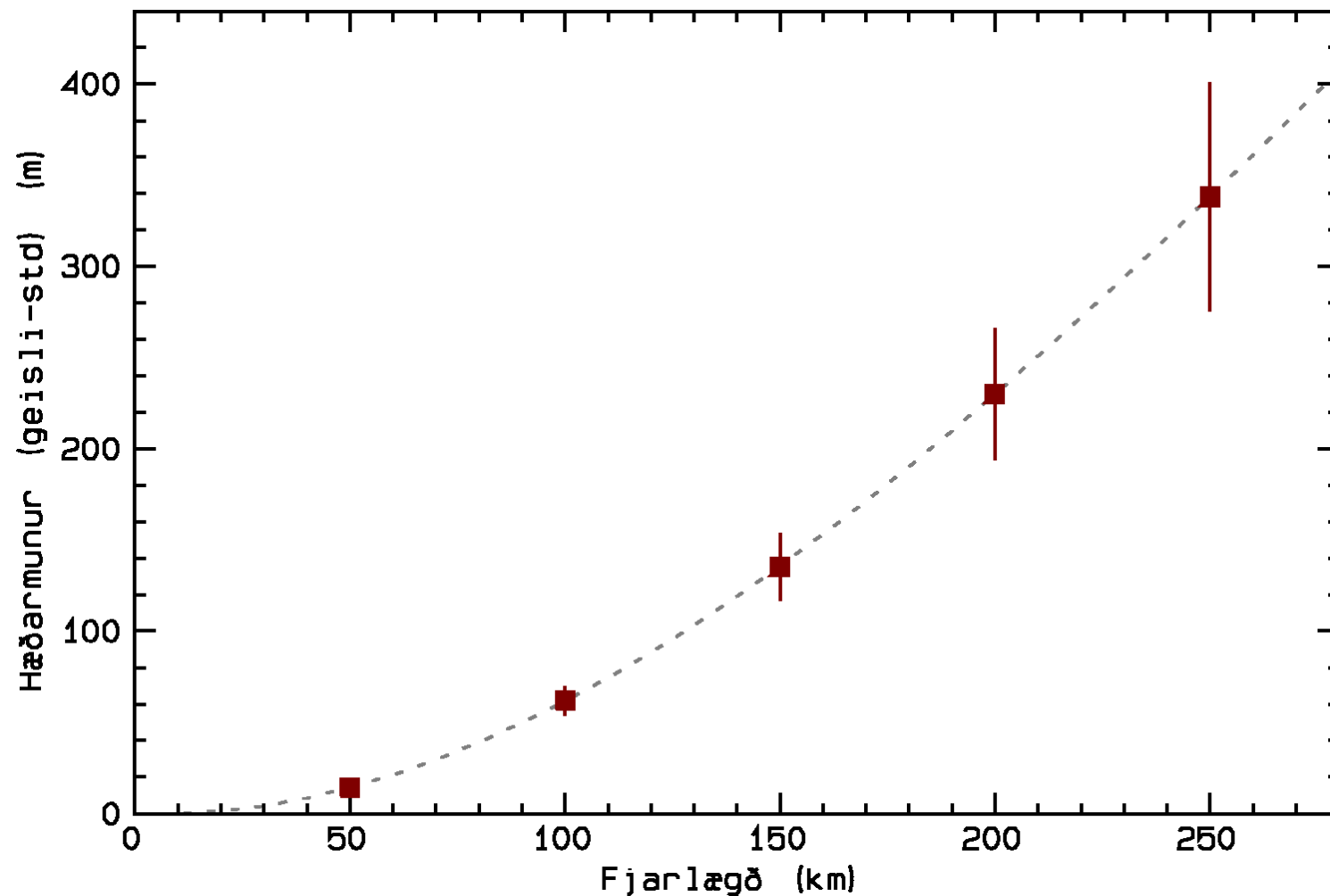


$h=5$ km



Hæðarmunur með fjarlægð

reiknuð geislabraut – staðaljafna
fyrir 10 km háan gosmökk



Mat á hæð gosmakkar með veðursjám:

- Engar líkur eru á að *ofurljósbrost* hafi áhrif á matið
- Breytileiki í ljósbroti er ekki til vandræða á Íslandi
- Þegar staðaljafna er notuð til að reikna ljósbrost í andrúmslofti, er hæð vanmetin um 0.1 – 3% fyrir 5 – 20 km gosmakkarhæð og 50 – 250 km fjarlægð
- Við fyrstu úrvinnslu er eðlilegt að nota staðaljöfnu, en síðar má leiðréttu hæðarmat út frá þekktu ástandi lofthjúps

Í eldgosum er flæði gosefna mikilvægur kvarði á stærð þeirra og í sprengigosum má tengja flæðið við hæð gosmakkar. Veðursjár eru mikilvægustu tækin til að mæla hæð gosmakka, og geta gefið upplýsingar um hæðina óháð birtu, skyggni og veðri. Við úrvinnslu veðursjargagna og mat á gosmakkarhæð er tekið tillit til ljósbrots í andrúmslofti og þar er miðað við alþjóðlega staðlaðan lofthjúp.

Hægt er að reikna brotstuðul lofts út frá venjulegum veðurathugunum. Gerð er grein fyrir brotstuðli andrúmslofts við yfirborð á Íslandi og breytileika hans og niðurstöður bornar saman við heitari og kaldari svæði jarðar. Ástand lofthjúps yfir landinu er mælt tvisvar á sólarhring með sleppingu loftbelgs á Keflavíkurflugvelli, en slíkar mælingar hafa verið gerðar í yfir 70 ár. Þær mælingar sýna hvernig brotstuðull loftsins lækkar með hæð. Sýnt verður hvernig nýta má háloftaathuganir til að reikna raunverulegt ljósbrot veðursjargeisla á leið frá veðursjá að eldfjalli.

Lagt er mat á mun á gosmakkarhæð þegar reiknað er með stöðluðum lofthjúp eða mældu ljósbroti yfir Íslandi. Ennfremur er lagt mat á breytileika í slíku hæðarmati út frá safni áratugamælinga á íslensku ljósbroti.