



MANNVIT

Hitastigsbreytingar í veggöngum frá munna og inn göngin

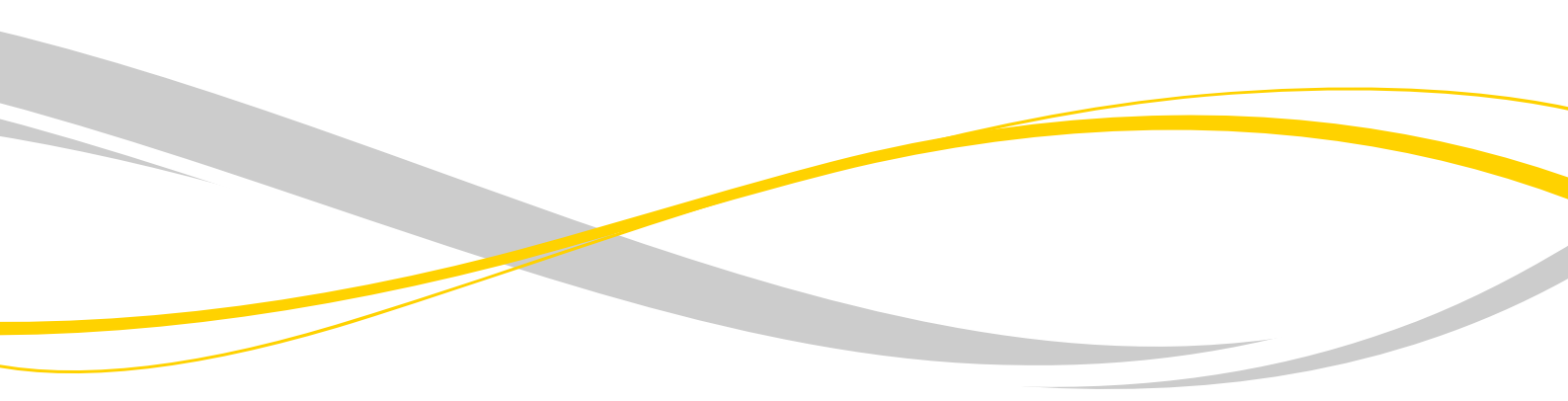
Bolungarvíkurgöng – Áfangaskýrsla

Höfundar : Matthías Loftsson, Mannvit
Gísli Eiríksson, Vegagerðin

Vegagerðin

Rannsóknarskýrsla

Maí 2012





MANNVIT



Mannvit Verkfræðistofa

Grensásvegur 1

108 Reykjavík

Sími: 422 3000

Fax: 422 3001

@: mannvit@mannvit.is

www.mannvit.is

Efnisyfirlit

Inngangur	1
Mælingar í Bolungarvíkurgöngum	2
<i>Hitamælar í göngum</i>	2
<i>Hitamælingar í desember 2011</i>	2
<i>Áhrif hitastigs utan munna</i>	4
<i>Áhrif loftræsingar, trekks</i>	5
Niðurstöður og ályktun	6
Framhald verkefnis	7
Viðauki A – Hitamælingar í Bolungarvíkurgöngum	9

Inngangur

Í dag er stuðst við norskar aðferðir til að ákveða einangrandi vatnslæðingar fyrir veggöng og hversu langt inn göngin einangrunar er þörf. Í norsku aðferðinni er þykkt og gerð vatnslæðinga í veggöngum ákvarðað út frá F_{10} gildi, en F_{10} er það tölfræðilega reiknað gildi, sem er summa frostklukkustunda ($\sum \text{klst} \times ^\circ\text{C}$) fyrir vetramánuði með 10 ára endurkomutíma. Í norsku leiðbeiningu segir að þar sem til eru skráðar upplýsingar um að frostmagn minnki inn göngin má nota gildið F_{10T} sem viðmiðun, en F_{10T} gildið er þá frostmagn í göngum (T fyrir tunnel) í ákveðinni lengd frá munna ganganna.

Fyrir veggöng hér á landi hefur fyrst og fremst verið miðað við F_{10} á nálægri veðurstöð við ákvörðun á einangrun og hversu langt sú einangrun á að ná inn í göngin. F_{10T} hefur ekki verið notað því engar mælingar eru til staðar.

Efasemdir hafa verið uppi um að e.t.v. sé F_{10} viðmið, eins og það er reiknað, sé of íhaldsamt gildi, of há krafa, þegar horft er til þess að tíð hér á landi er oft mjög rysjótt og algengt er að nokkrir hlýindakaflar verði yfir vetramánuðina. Þá er berghiti og lekavatn oft vel yfir 10°C nokkur hundruð metrum innan við munna ganganna því berg hér er með hærri hitastigul en í Noregi og Svíþjóð. Talið er að þessi há hitastigul getur stuðlað að meiri upphitun lofts en ella væri.

Við ákvörðun um gerð vatnslæðingar þarf að taka tillit til hvort hætta sé á að lekavatn frjósi, þ.e. hvenær er þörf á frosteinangrandi klæðingum og hvenær má sleppa þeim og nota ódýrari lausnir. Það er því mikilvægt að til séu rauntölur um hitastigsbreytingar í göngum.

Því þótti ástæða að kortleggja hvernig hitastreymi er í göngum hér, hverjar breytingar verða á hitastigi frá munnum ganga inn göngin og hvernig breytingar eru háðar hitastigi utan ganga, loftstreymi í göngunum, lofthraða o.fl.

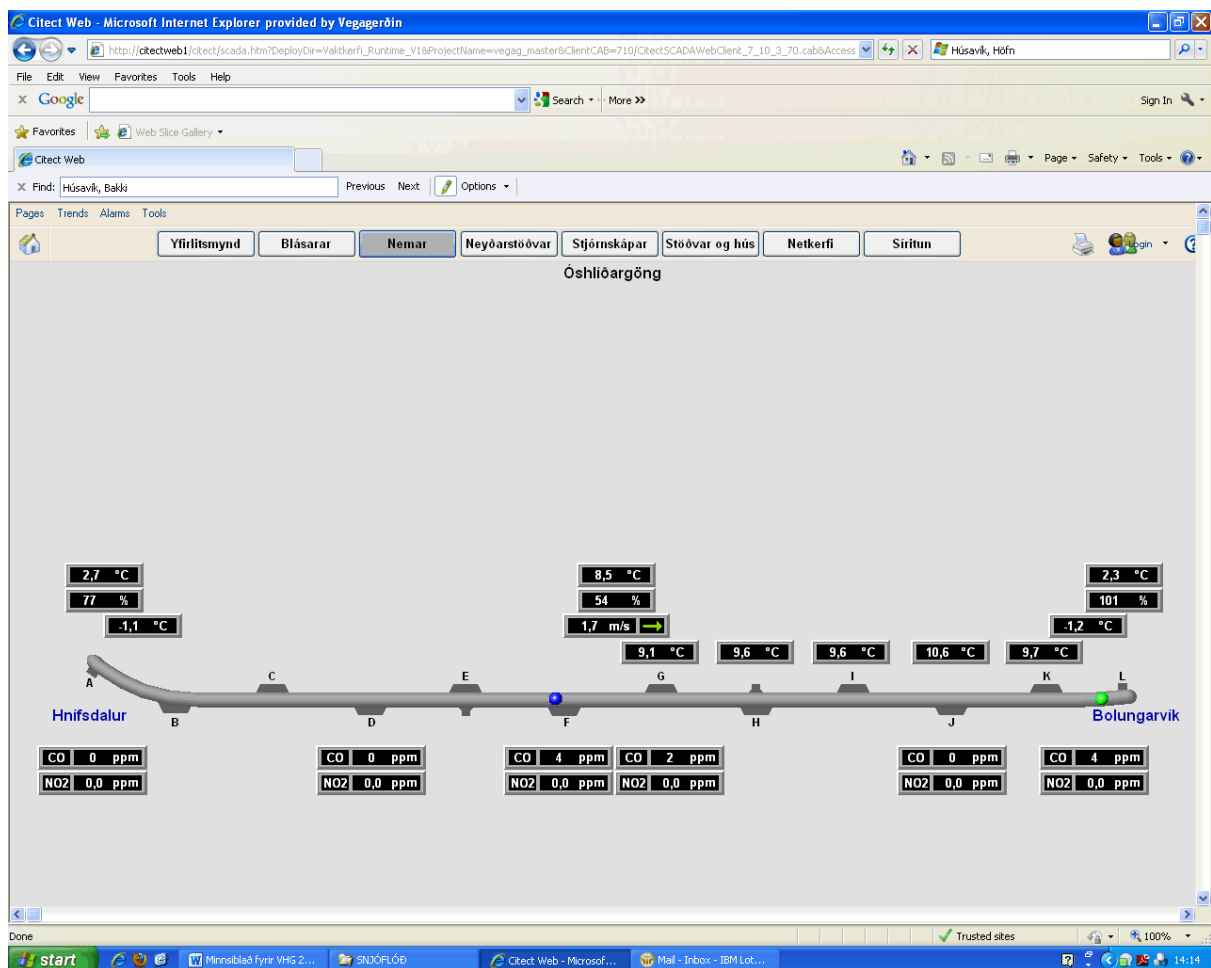
Í vetur (veturinn 2011/2012) gafst aðeins tækifæri á að mæla í Bolungarvíkurgöngum. Tiltölulega langur frostakafli var frálökum nóvember fram í miðjan desember og voru hitamælingar í göngunum þá skoðaðar sérstaklega. Niðurstöðum þessara mælinga er lýst í þessari áfangaskýrslu.

Skýrsla þessi er unnin af Matthíasi Loftssyni á Mannviti verkfræðistofu og Gísla Eiríkssyni hjá Vegagerðinni. Auk þeirra sá Tómas Pétur Sigursteinsson hjá verkfræðistofunni EFLU um uppsetningu á hitamælum og öflun gagna frá mælum.

Mælingar í Bolungarvíkurgöngum

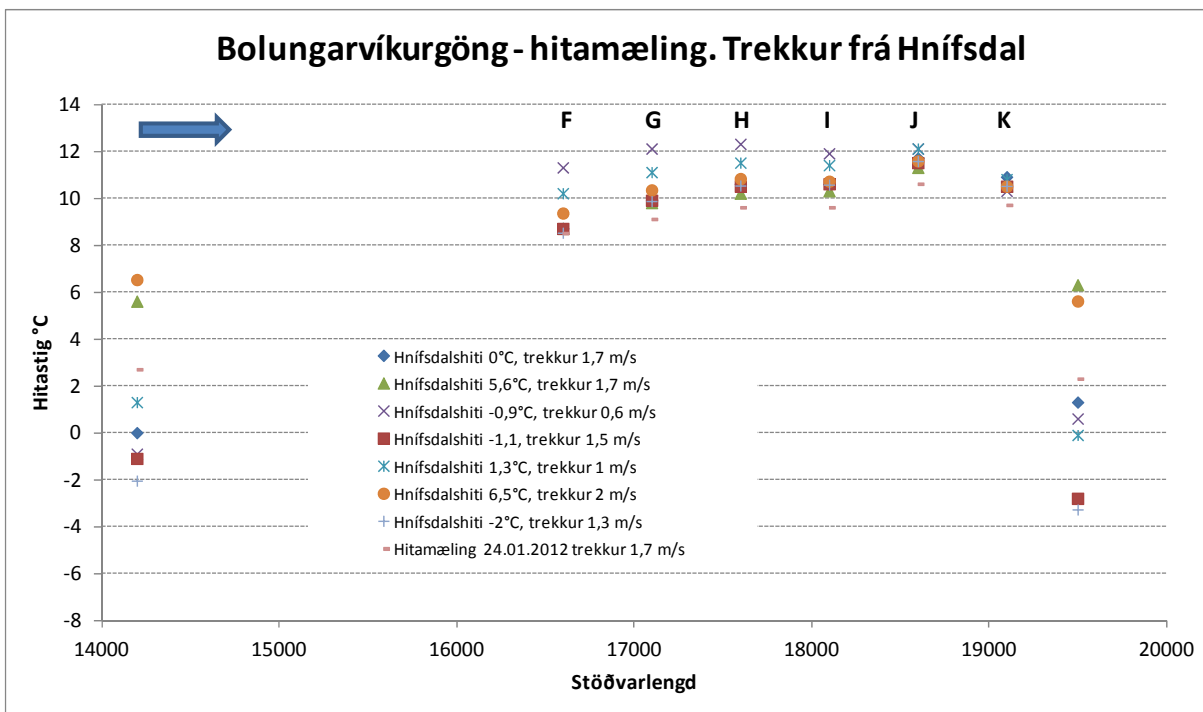
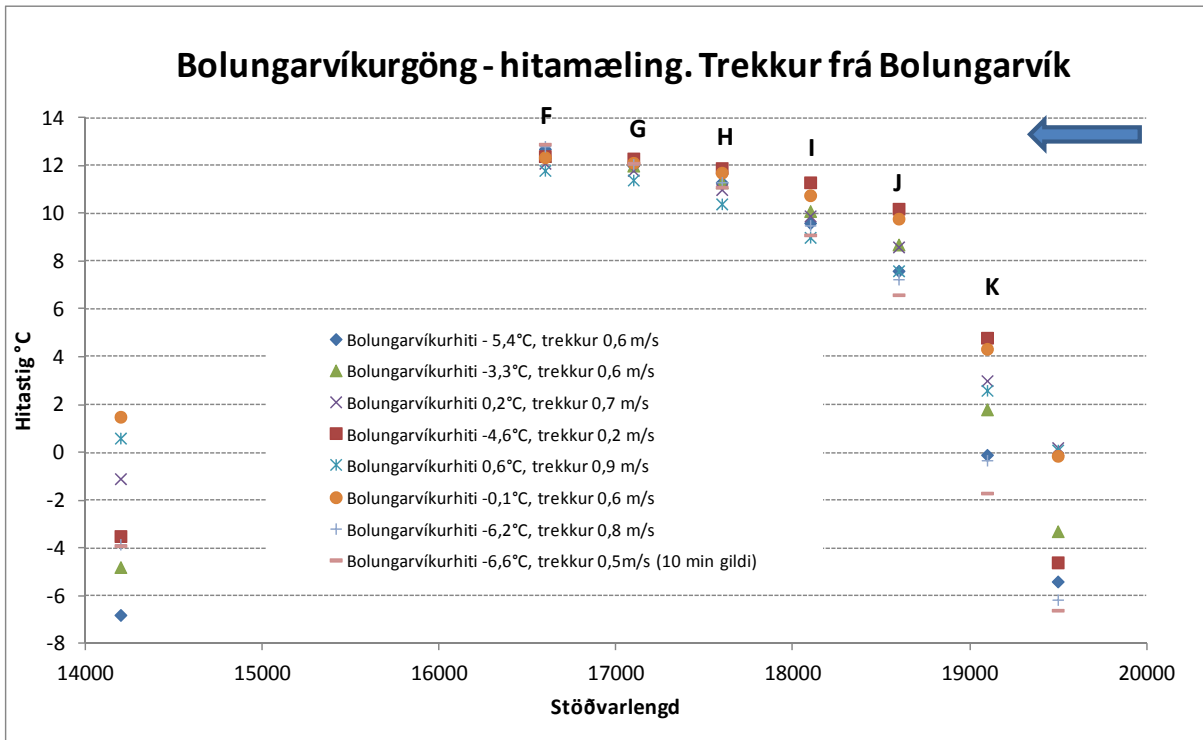
Hitamælar í göngum

Fyrir rekstur ganganna voru aðeins settir upp hitamælar á þremur stöðum, við báða munna og í miðjum göngunum, útskoti F, auk hitamæla í vegi við munna ganganna. Til að kortleggja hitabreytingar voru settir upp fleiri mælar, í útskotum G, H, I, J og K. Samtals eru 8 mælistaðir í göngunum sem hægt er að nota til að kortleggja hitabreytingar í göngunum. Staðsetning mæla er sýnd á myndinni hér fyrir neðan, sem er tekin beint af tölvuskjá. Auk hitamælinga er sýnt á myndinni hvar rakastig er mælt við munna og í miðjum göngum og magn kolsýrlings og köfnunaroxíðs á nokkrum stöðum í göngunum. Þá er mældur lofthraði (trekkur) í göngunum og í hvaða átt loftið streymir.



Hitamælingar í desember 2011

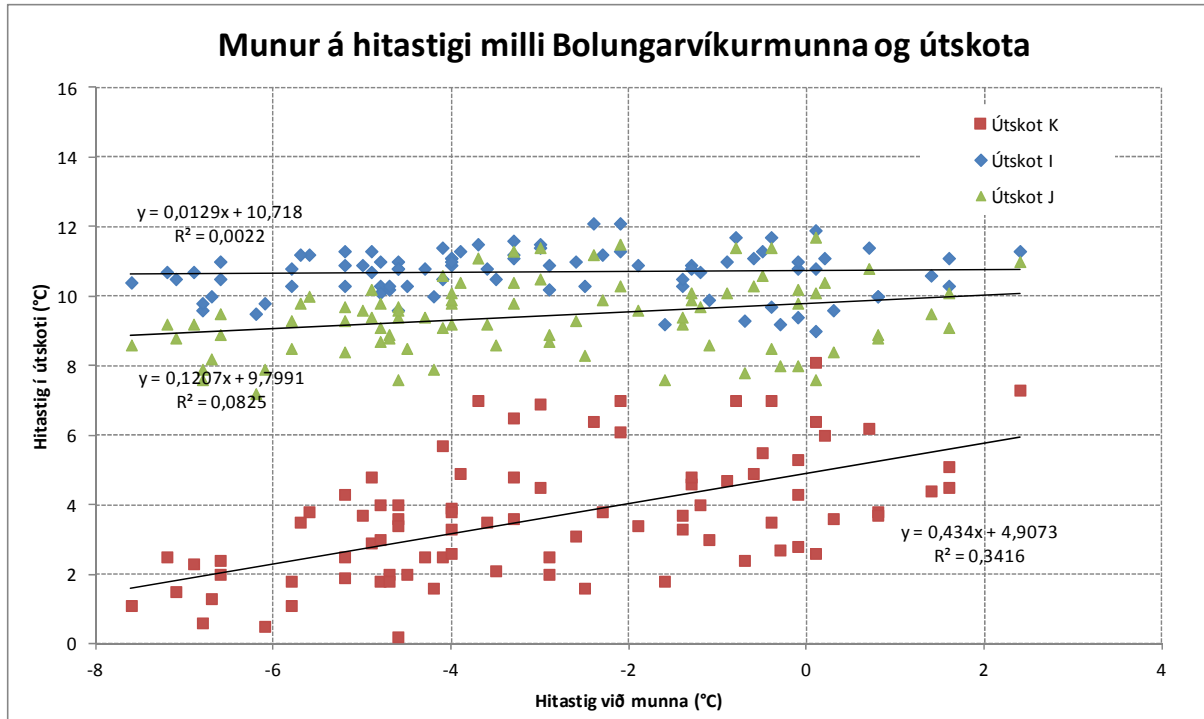
Niðurstöður mælinga daganna 30. nóvember til 14. desember 2011 eru sýndar í viðauka, en meginniðurstöður hitastigmælinga, miðað við stefnu trekkis, er tekin saman og sýnd eftirfarandi tveimur línuritum.



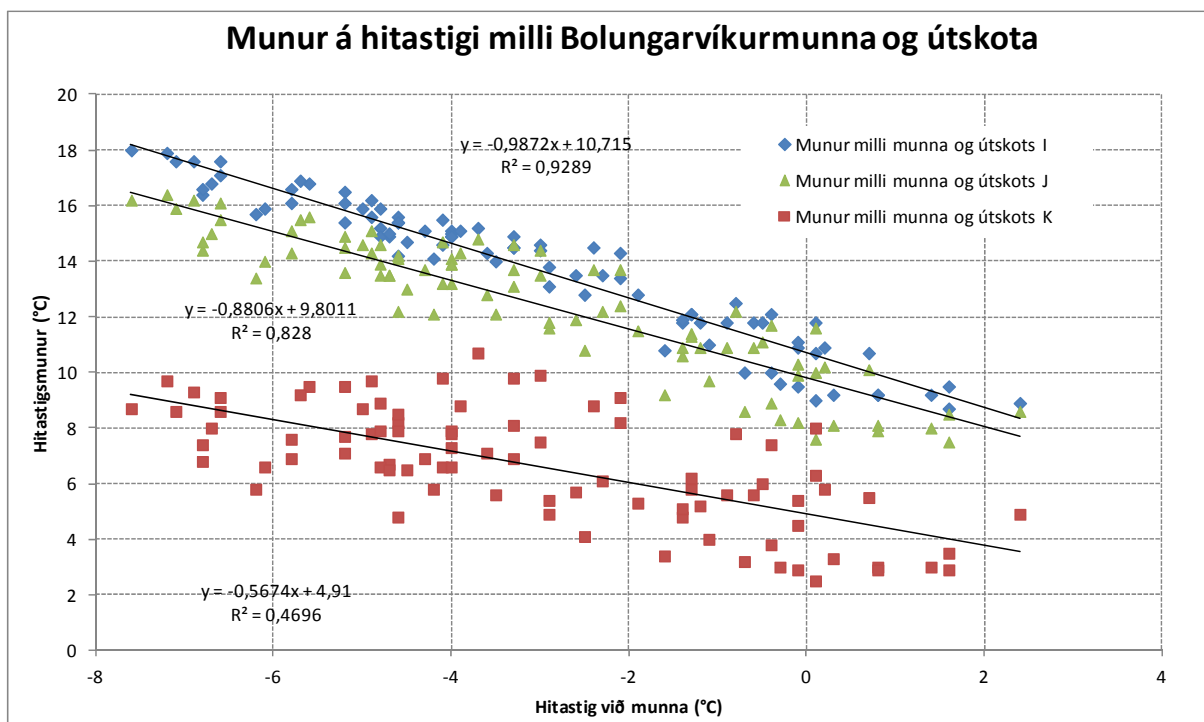
Á línuritunum má sjá að hitastig á hverjum stað í göngunum er að nokkru leyti háð hitastigi utan ganga og stefnu og hraða loftstreymis í göngunum.

Áhrif hitastigs utan munna

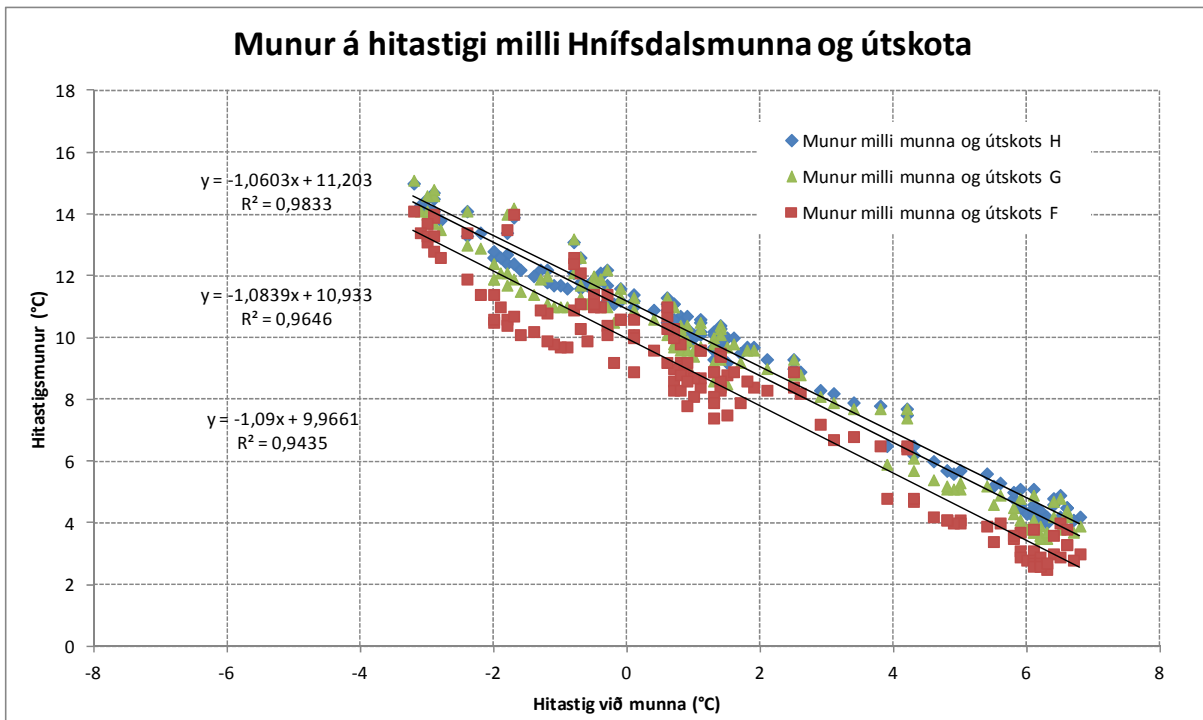
Áhrif hitastigs utan munna ganganna á hitastig í göngum fer mjög dvínandi eftir því sem innar kemur í göngin, sem sést vel á eftirfarandi línuriti og fylgnistuðlum. Áhrifin eru nokkur við fyrsta útskot en eru engin við þriðja útskot eða 1500 m frá munna ganganna. Trekkur er frá Bolungarvík.



Þetta sést betur ef teiknað er upp hitastig við munna og mismunur á hitastigi milli munna og útskots, sbr. eftirfarandi línurit.

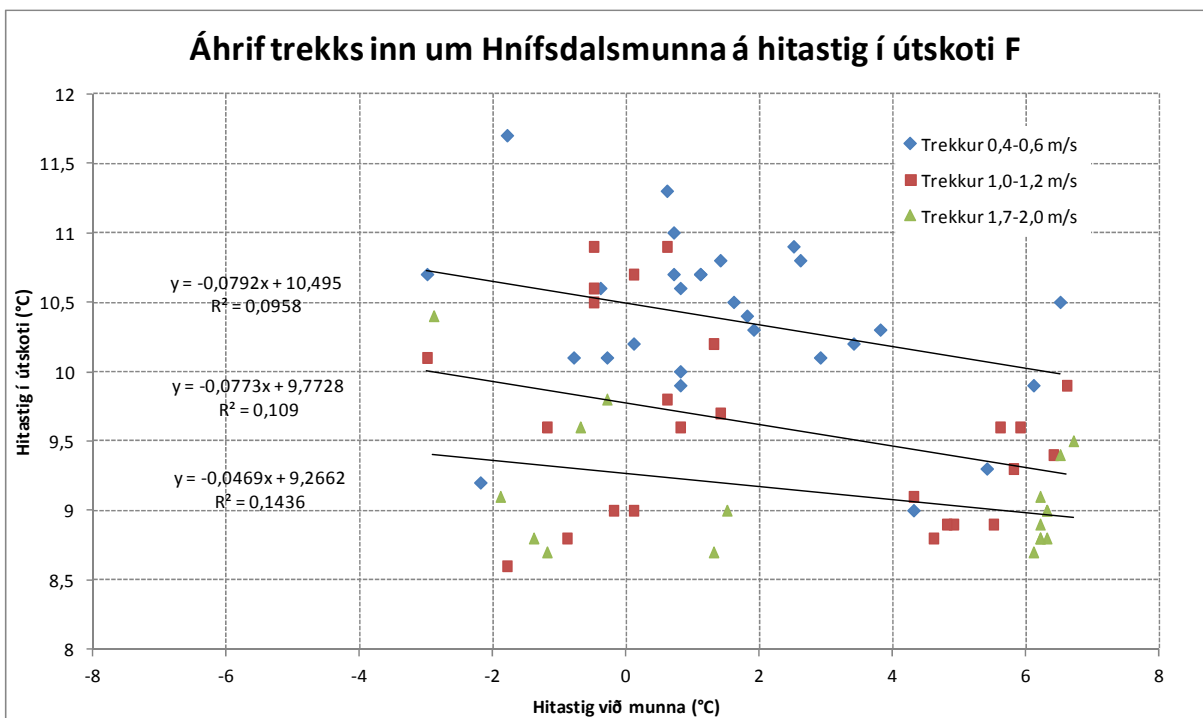


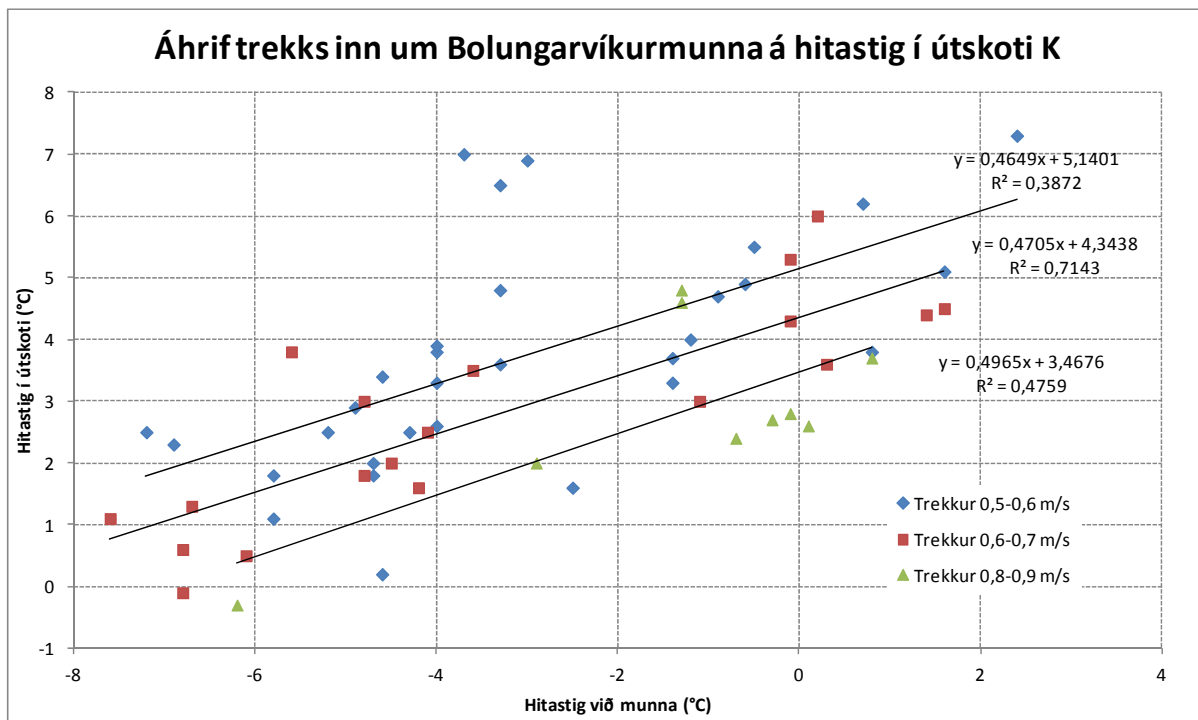
Minnkandi áhrif með fjarlægð frá munna sjást einnig fyrir mælingar þegar trekkur er frá Hnífsdalsmunna þó þar sé engin mæling fyrr en í miðjum göngunum.



Áhrif loftræsingar, trekks

Hraði loftstreymis í göngunum hefur einnig áhrif. Því minni sem trekkurinn er því minni verða áhrif hitastigs utan munna á hitastig í göngunum, sem sést á eftirfarandi línuritum. Þessi áhrif dvína mjög þegar innar kemur í göngin.





Niðurstöður og ályktun

Mælingar í Bolungarvíkurgöngum sýna að áhrif hitastigs við munna ganganna á hitastig í göngunum fjarar hratt út þegar inn kemur í göngin. Berghiti í göngunum heldur hitastigi milli 10 og 12°C í miðjum göngunum, sama hvernig viðrar fyrir utan göngin.

Í norski athugun „Frostmengder i vegtunneler, Intern report nr. 2301“ er borin saman F_{10} gildi utan munna og reiknuð F_{10T} gildi innar í göngum. Í þessari skýrslu er línurit fyrir lárétt göng, hallandi göng með mismunandi halla og neðansjávangöng, þar sem sýnt er reiknað F_{10T} inn göngin fyrir mismunandi F_{10} utan ganga.

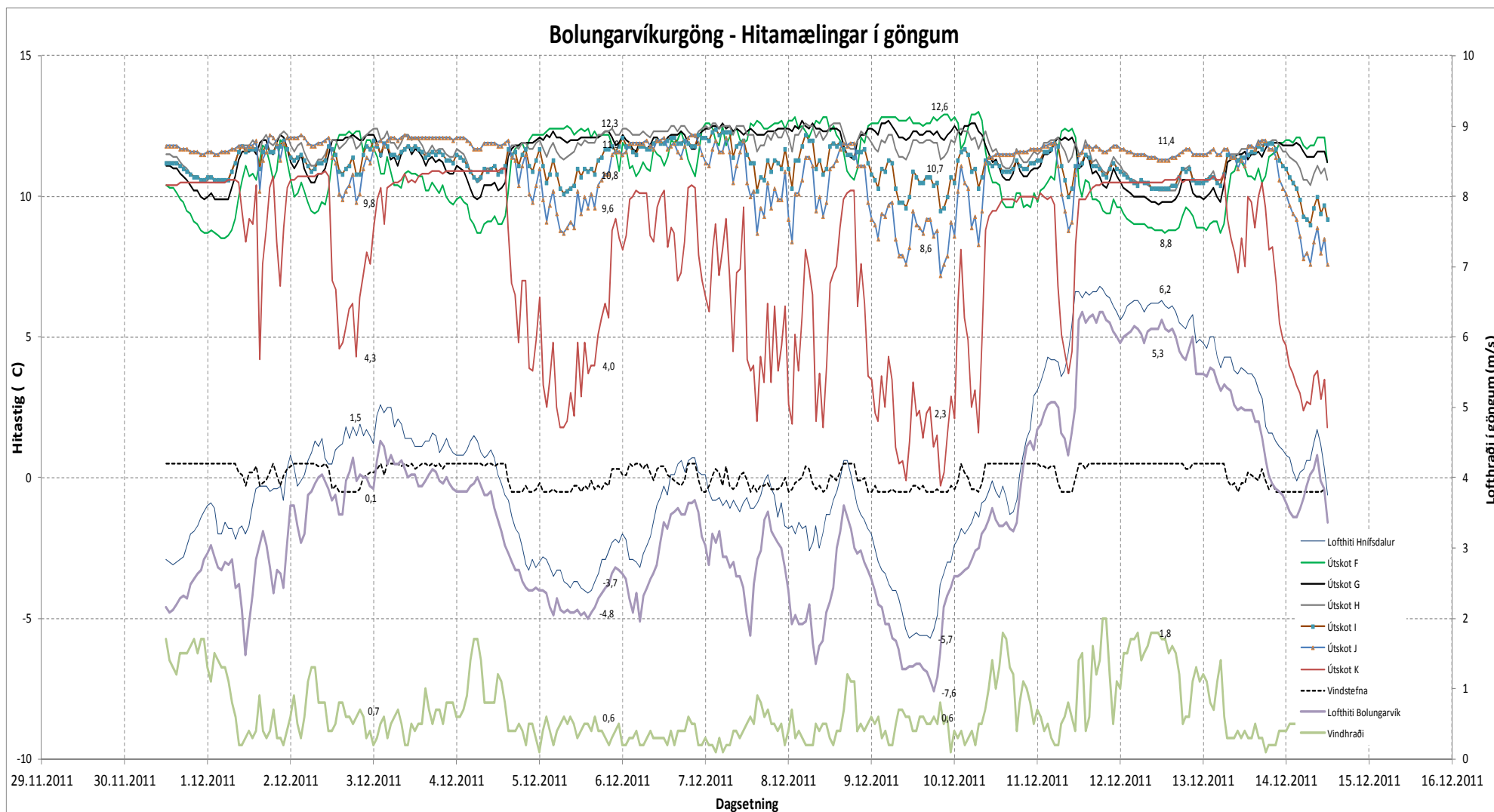
Fyrir lárétt göng þar sem F_{10} er um 7.000klst°C utan munna ganganna reiknast F_{10T} vera um 2500klst°C 500 m frá munna og um 1500klst°C 1000 m frá munna.

Munnar Bolungarvíkurganga eru í svipaðri hæð. Þó ekki hafi verið reiknað F_{10} gildi inn göngin má draga þá ályktun, miðað við þessar fyrstu mælingar í Bolungarvíkurgöngum þar sem F_{10} er áætlað um 7000klst°C utan munna, að F_{10T} sé < 500klst°C strax 500 m frá munna og 0klst°C 1000 m frá munna ganganna, sem er mun lægra en norskar rannsóknir benda til. Þennan mun má til dæmis skýra með hærri berghita í Bolungarvíkurgöngum en var í þeim norskum veggöngum sem fyrrnefnd rannsókn náði til, enda berghiti allajafnan meiri hér á landi. Aðrar skýringar geta einnig að hluta til átt við.

Framhald verkefnis

Stefnt er að frekari mælingum í Bolungarvíkurgöngum næsta vetur og þá reyna að kortleggja betur hversu langt inn göngin áhrif ná þegar lofthraði er mikill eða við meiri lofthraða en mældist síðastliðinn vetur. Þá einnig skoða hvernig þessu er farið í öðrum göngum eins og t.d. í Héðinsfjarðargöngum, þar sem kalt vatn rennur um bergið við göngin, og í Fáskrúðsfjarðargöngum þar sem vatnsrennsli er mjög lítið.

Viðauki A – Hitamælingar í Bolungarvíkurgöngum



Hitamælingar í Bolungarvíkurgöngum frá 30 nóvember til 14 desember 2011

Hitastigsbreytingar í veggöngum frá munna og inn göngin - Áfangaskýrsla