

Áhrif gufu frá virkjunum við Suðurlandsveg á umferðaröryggi



Ljós. Sigurður Bogi Sævarsson



Rannsóknasjóður Vegagerðarinnar



Umhverfis- og orkurannsóknasjóður Orkuveitu Reykjavíkur



Haraldur Sigþórsson, lektor



HÁSKÓLINN Í REYKJAVÍK
REYKJAVIK UNIVERSITY

Einar Sveinbjörnsson, veðurfræðingur

Veðurvaktin ehf



Árni Sigurðsson, veðurfræðingur



10. maí 2010

Efnisyfirlit

1.0 Inngangur	3
1.1 Bráðabirgðaniðurstaða um þátt gufu frá Hellisheiðarvirkjun á hálfu og hálfumyndun í Hveradalabrekku	5
2.0 Um hálfu og umferðaröryggi	7
2.1 Almennt um hálfu	10
Héla fellur á veg (1)	10
Vatn sem fyrir er frýs á vegi (2)	11
Snjócoma á veg (3)	12
Ísing í þöku (4)	13
Frostrigning (5)	14
3.0 Umferðaröryggi á Suðurlandsvegi að vetrarlagi	15
4.0 Niðurstaða vettvangsferða með raka- og hitamæli	17
4.1 Vettvangsferð sunnudaginn 15. nóvember	17
4.2 Vettvangsferð miðvikudaginn 18. nóvember	18
4.3 Vettvangsferð, sunnudaginn 22. nóvember	20
4.4 Vettvangsferð, miðvikudaginn 25. nóvember	21
4.5 Vettvangsferð þriðjudaginn 1. desember	24
4.6 Vettvangsferð, miðvikudaginn 23. desember	26
5.0 Skráð óhöpp af völdum hálfu á Hellisheiði og í Hveradalabrekku frá gagnsetningu virkjunarinnar	27

1.0 Inngangur

Annað veifið á undanförunum árum hafa á opinberum vettvangi verið viðraðar kenningar í þá veru að jarðgufa frá borholum á Hellisheiði og síðar sjálfri virkjuninni valdi aukinni hálfu á Suðurlandsvegi, einkum í Hveradalabrekku. Rannsóknasjóður Vegagerðarinnar og Umhverfis- og orkurannsóknasjóður Orkuveitu Reykjavíkur styrktu verkefnið, sem gengur undir heitinu: Áhrif gufu frá Hellisheiðarvirkjun á umferðaröryggi á Suðurlandsvegi. Að verkefninu standa Háskólinn í Reykjavík, Veðurvaktin ehf og Veðurstofa Íslands.

Lagt var upp með að skoða veðurskilyrði, sem líkleg þykja að beina gufu frá uppsprettu yfir veg. Í því sambandi er mikilvægt að meta þátt vinds og vindáttar sem og stöðugleika í lægstu loftflögum á útþynningun og dreifingu vatnsgufunnar. Farnar hafa verið nokkrar vettvangsferðir í veðurlagi, þar sem líklegt má telja að gufan geti verið áhrifavaldur. Þessi hagfelldu veðurskilyrði komu öll í nóvember og desember 2009. Það sem af er ári (janúar) hefur veður ekki verið hagstætt til frekari mælinga og skoðunar á vettvangi. Í þessum vettvangsferðum var hiti og raki mældur með færanlegum mæli frá Veðurstofu Íslands. Einnar mínútu upplausn er á rakamælingum, en innan við mínúta á hitamæli. Allar mælingar, ásamt nákvæmri staðsetningu, eru skráðar í minni tækisins og voru þær sóttar eftir á til geymslu og úrvinnslu. Í kafla 4 er gerð nánari grein fyrir þessum vettvangsferðum ásamt bráðabirgðaúrvinnslu mæligagna. Í kafla 2 í þessari áfangaskýrslu er fjallað almennt um hálfu og hálfkuslys. Í kafla 3 er fjallað um fyrri rannsóknir á umferðaröryggi á Suðurlandsvegi og slysaskráningu á árunum 2000-2007. Að lokum eru í 5. kafla skoðuð og greind tvö tilvik hálfkuslysa á umræddum vegarkafla eftir að Hellisheiðarvirkjun var gangsett. Gert er grein fyrir bráðabirgðaniðurstöðum í kafla 1.1.



Mynd 1. Loftmynd sem sýnir afstöðu Hellisheiðarvirkjunar til Suðurlandsvegur. Fjarlægð frá virkjun til vegarins er á bilinu 1,3 til 1,8 km á milli gatnamóta Hellisheiðarvirkjunar og Skíðaskálans.

Í þessari áfangaskýrslu er gerð grein fyrir mælingum þar til í febrúar 2010. Áætlað er að farnar verði fleiri vettvangsferðir þegar veður er með þeim hætti að líklegt má telja að gufa geti átt þátt í myndun ísingar. Miklægt er að rétt skilyrði séu vöktuð og farið til mælinga í björtu. Enn á eftir að fara með mælitæki Vegagerðarinnar til hálkumælinga þegar grunur leikur á ísingu þar sem gufan gæti átt þátt.

Á grundvelli þeirrar þekkingar sem aflað hefur verið í Hveradalabrekkunni við Hellisheiðarvirkjun er í síðari áfanga verksins ætlunin að kannaðar verði sambærilegar aðstæður við væntanlega Hverahlíðarvirkjun. Þegar öflug gufuhola sem þar er verður látin blása komandi sumar, líkt og í fyrra er ætlunin að meta rakaukningu loftsins vegna gufunnar við Suðurlandsveg yfir Hellisheiði. Mat verði lagt á áhrif gufunnar á mögulega ísingu vegarins næst væntanlegri virkjun og við hvað veðurskilyrði slíkt ástand geti myndast.

Í endanlegri skýrslu verður gerð grein fyrir öllum mælingum með töflum ásamt frekari samanburði og greiningu við tiltækar gagnaraðir nálægra veðurstöðva, s.s. Hellisheiði, Hellisskarðs og Sandskeiðis, sem ná a.m.k. aftur til ársins 2002.

1.1 Bráðabirgðaniðurstaða um þátt gufu frá Hellisheiðarvirkjun á hálfu og hálkumyndun í Hveradalabrekku

Þær mælingar sem gerðar hafa verið til þessa benda ekki til þess að gufa frá Hellisheiðarvirkjun sé áhrifavaldur á myndun ísingar á Suðurlandsvegi þar sem hann liggur næstur orkuverinu.

Við þau veðurskilyrði, sem gufuna frá virkjuninni leggur yfir veginn, þ.e. samfara norðlægari vindátt, er ekki að sjá að gufan þéttist og myndi hélu á veginn. Engu að síður verður vart við aukinn raka og hækkun rakastigs þar sem gufumökkinn ber yfir. Mælingar leiða í ljós hækkun rakastigs undir kjarna gufamakkarins, sem nemur 5 til 10 prósentustigum. Samfara N-lægri vindátt er loft yfirleitt mjög þurr á þessum slóðum, rakastig gjarnan á bilinu 50 til 80%. Þrátt fyrir hækkað rakastig á þeim stað, þar sem gufumökkinn leggur yfir, er aukningin ekki næg til mettnar loftsins og vantar í raun nokkuð upp á.

Athuganir á vettvangi benda til þess að í þurri N-átt þurfi vind sem nemur a.m.k. 8-10 m/s til að keyra gufumökkinn niður, þannig að hann fylgi yfirborði jarðar ákveðna vegalengd frá upptökum. Í hægari vindi en það rís gufumökkurinn ákveðið til lofts og rakinn kemst þá ekki í snertingu við yfirborð jarðar. Í strekkingsvindi blandast hins vegar rakinn fljótt við þurrara loft í umhverfinu vegna iðusveima. Við þau veðurskilyrði mátti sjá hélu á jörðu, sem rekja mátti til gufunnar í hlíðum Reykjafells nærri upptökum virkjunarinnar. Fjær, þ.e. nær vegi, varð ekki vart við neina hélumyndun.

Ef gengið er út frá því að hélumyndun sé nær útilokuð í þurri N-átt, sem vissulega er nokkuð algengt veðurlag, má e.t.v. hugsa sér þrenns konar veðurskilyrði, sem hugsanlega er völd að því að þáttur gufunnar hraði eða auki á hélumyndun eða ísingu af einhverju tagi á þessum slóðum Suðurlandsvegar:

- a. Hvöss N-átt samfara nokkuð háu rakastigi loftsins. Raki yfir 90% í N-vindi, sem eitthvað kveður að, er fátíður. Skjót yfirferð veðurgagna t.a.m. frá Hellisskarði eða Hellisheiði sýnir að í langflestum tilvikum er raki loftsins mun lægri. Í þeim fáu tilvikum, sem rakinn er hár, má ætla að úrkoma komi við sögu, þ.e. snjókoma í N-áttinni. Eljafjúk af Henglinum er ekki óþekkt í N-átt, en möguleg ísing er þá af þeirra völdum. Skoða þarf þessi tilvik betur og sannreyna, hvort það rakt loft geti verið til staðar í N-áttinni að rakaaukning af völdum gufunnar leiði til mettnar loftsins og þá hélumyndunar.
- b. Hár raki í mjög hægri N-átt. Vel má hugsa sér þá stöðu að þegar loft er rakt, segjum um 95%, og jafnframt hæg N-átt þá leiddi viðbótargufa til mettnar loftsins og myndunar þoku næst virkjuninni. Væri frost sem myndaðist þá hrímþoka og við þau skilyrði hélar yfirborðið og reyndar allt sem fyrir verður, ökutæki, mannvirki o.s.frv. Í svo röku lofti er vindáttin yfirleitt önnur en norðlæg. Mjög rakt loft er ævinlega komið af hafi og þá á þessum slóðum með S-lægri vindátt og stundum A-átt. Greina þarf betur veðurgagnasafnið og kanna líkleg tilvik, sem féllu undir þessa skilgreiningu, þar sem útiloka verður jafnframt að úrkoma eigi í hlut.
- c. Þess varð vart í fyrstu vettvangsferðinni, 15. nóvember 2009, að þá hafi fallið fingerður úði á veginn, sem fraus jafnharðan á vegi. Þetta átti sér stað í mjög litlum mæli og varð rétt vart. Frostúði er þekktur hálfuvaldur, en spurningin er, hvort sú gufa eigi þátt í framköllun úðans og þar með hálkunnar. Það er þekkt m.a. frá

iðnaðarsbæðum N-Ameríku og Englands að snjóað hafi í þurru lofti þegar enginn átti von á úrkomu¹. Snjókoman er þá rakin til stórra kolaorkuvera, en við bruna jarðefnaeldneytis losnar, eins og kunnugt er, allmikið vatn úr læðingi og berst út í lofthjúpinn. Hugsanlega á gufa frá Hellsheiðarvirkjun einhvern þátt í úrkomumyndun á svæðinu. Slíkt verður þó erfitt að sýna fram á nema með því að fá endurtekið vitni, t.d. frá vegfarendum, að slíkum einangruðum atbuðum. Þ.e. að súld eða fíngerð snjókoma falli úr lofti einvörðungu þar sem gufuna leggur yfir. Vel má þó með hjálp tiltækrara veðurgagna skilgreina veðurþætti þar sem slík úrkoma væri líkleg og leggja síðan mat á líkindi eða endurkomutíma slíkra veðurskilyrða.

¹ Wood, C.R. og Harrison, R.G. Anthropogenic snowfall events in the UK: examples of urban weather modification ? Weather – October 2009, Vol.64, No.10, bls. 277-280.

2.0 Um háлку og umferðaröryggi

Umferðarslys eiga sér margar orsakir. Oftast eru einnig margs konar þættir, sem eiga þátt í hverju slysi. Áhrifaþáttum er skipt niður í þrjá flokka. Þættir sem tengjast öikumanni, ökutæki eða vegi og umhverfi. Þáttunum er síðan skipt í svokallaða aðalorsök og svo mismarga meðvirkandi þætti. Á meðan þættir tengdir öikumanni eða svokölluð mannleg mistök eru yfirgnæfandi, ef eingöngu er litið á aðalorsök, þá kemur vegur og umhverfi við sögu í um þriðjungi tilfella. Því valda margvíségir áhrifaþættir tengdir vegi og umhverfi.

Einn af þeim þáttum, sem óumdeilanlega áhrif á umferðaröryggi, er háлка. Það er þó ekki alltaf augljóst í hve miklum mæli háلكuaðstæður höfðu áhrif á röð þeirra atvika er urðu til þess að slys varð. Þannig telja ýmsir, að merki lögreglan við háلكu eða ísingu þá þýði það vetraraðstæður, en ekki endilega mikla háلكu. Svo er enn önnur saga, hvort hún gerði útslagið, hvað tilurð slyssins varðar.

Af hverju er háлка hættuleg? Svarið er einfaldlega, að núningsstuðull vegyfirborðsins verður mjög lágur og þar með bremsuvegalengdir lengri. Hann fer t.d. úr 0,55-0,70 fyrir þurrt gamalt malbik fyrir ökutæki á yfir 50 km hraða á klst. í 0,07-0,20 fyrir sömu aðstæður með ísingu.

Table SC-1 Coefficients of friction of various roadway surfaces

TYPE OF ROAD SURFACE	DRY				WET			
	LESS THAN 50 km/h		MORE THAN 50 km/h		LESS THAN 50 km/h		MORE THAN 50 km/h	
	FROM	TO	FROM	TO	FROM	TO	FROM	TO
Portland Cement								
New, sharp	0.80	1.20	0.70	1.00	0.50	0.80	0.40	0.75
Travelled	0.60	0.80	0.60	0.75	0.45	0.70	0.45	0.65
Traffic polished	0.55	0.75	0.50	0.65	0.45	0.65	0.45	0.60
Asphalt or Tar								
New, sharp	0.80	1.20	0.65	1.00	0.50	0.80	0.45	0.75
Travelled	0.60	0.80	0.55	0.70	0.45	0.70	0.40	0.65
Traffic polished	0.55	0.75	0.45	0.65	0.45	0.65	0.40	0.60
Excess Tar	0.50	0.60	0.35	0.60	0.30	0.60	0.25	0.55
Gravel								
Packed, oiled	0.55	0.85	0.50	0.80	0.40	0.80	0.40	0.60
Loose	0.40	0.70	0.40	0.70	0.45	0.75	0.45	0.75
Cinders								
Packed	0.50	0.70	0.50	0.70	0.65	0.75	0.65	0.75
Rocks								
Crushed	0.55	0.75	0.55	0.75	0.55	0.75	0.55	0.75
Ice								
Smooth	0.10	0.25	0.07	0.20	0.05	0.10	0.05	0.10
Snow								
Packed	0.30	0.55	0.35	0.55	0.30	0.60	0.30	0.60
Loose	0.10	0.25	0.10	0.20	0.30	0.60	0.30	0.60

Source: Fricke, 1990

Mynd 2. Mismunandi gildi fyrir núningsstuðla eftir ástandi vegyfirborðs².

Hún er hættulegust, þegar hún er óvænt og vegfarendur búast ekki við henni. Munur er á raunverulegu öryggi (objective safety) og öryggistilfinningu (subjective safety, security). Því eru verstu aðstæður þannig, að mikil raunveruleg hætta er til staðar, en menn telja sig örugga.

² Road Safety Manual, PIARC 2003.

	Öryggistilfinning góð	Öryggistilfinning slæm
Öryggi mikið	Ok	ok
Öryggi lítið	Hætta	ok

Tafla 1. Umferðaröryggi (d. sikkerhed) og öryggistilfinning (d. tryghed).

Heimildum ber síðan ekki saman um, hversu mikið umferðaröryggi versnar, ef hálfka er á veginum. Til eru fjöldamargar heimildir, sem telja hálkuvörnir og vetrarþjónustu auka umferðaröryggi, t.d. evrópska COST verkefnið.³ Niðurstöður hafa verið gefnar út sem sýna greinilegan árangur.⁴ Hann virðist einnig gilda fyrir mismunandi alvarleika.

	Ekki vetur	Fyrir hálkuvörn	Eftir hálkuvörn
Eignatjón	1,1	7,0	2,0
Minniháttar meiðsli	0,3	1,4	0,4
Meiriháttar meiðsli	0,2	1,1	0,2

Tafla 2. Slysatiðni fyrir og eftir hálkuvörnir í samanburði við aðstæður utan vetrartíma.

Eftirfrandi tilvitnun lýsir tengslum hálfka og umferðaröryggis etv. best:

“Lavere friksjon øker bremselengden. En rekke studier (Väg- och vattenbyggnadsstyrelsen 1972, Ruud 1981, Øberg 1981, Sakshaug og Vaa 1995) viser at førere av motorkjøretøy ikke reduserer farten så mye på glatt føre at de har samme bremselengde som på tørr bar veg. Blant annet av denne grunn er ulykkesrisikoen høyere på snø- og isdekket veg enn på tørr bar veg. På grunnlag av en studie av risiko på saltede og usaltede veger (Vaa 1995A), har Vaa (1996B) anslått den relative ulykkesrisikoen på ulike føreforhold til:

Føreforhold	Relativ risiko
Tørr bar veg	1,0
Våt bar veg	1,3
Slapseføre	1,5
Hard snø	2,5
Løs snø og isdekket veg	4,4

Ulykkesrisikoen på helt eller delvis snø- eller isdekket veg er mellom 1,5 og 4,5 ganger så høy som på tørr bar veg. I gjennomsnitt for perioden 1990-93 skjedde 16% av de politirapporterte personskadeulykkene på snø- eller isdekket veg, 5% på delvis snø- eller isdekket veg og 1% på veger som av andre grunner var glatte.”⁵

Íslenskar athuganir eru einnig til. Á tímabilinu 2001-2005 varð um þriðjungur umferðarslysa með meiðslum á þjóðvegum í dreifbýli þegar hálfka eða ísing var á yfirborði vegar.⁶ Þá gáfu eldri rannsóknir⁷ tilefni til að ætla, að mjög góð fylgni væri á milli slysatiðni að vetrarlagi og veðurfars að vetrarlagi. Þannig sýndu dæmi frá Reykjanesbraut neikvæð áhrif á umferðaröryggi frá hálfka og úrkomu og voru áhrifin greinilegri í myrkri. Um 57% vetrarslysa voru útafakstrar, en aðeins 38% slysa utan vetrartíma. Þá benda niðurstöður til að góð hálkuvörn skili árangri. Í kafla 4 í vetrarþjónustuúttektinni frá 1996 er m.a. yfirlit um rannsóknir erlendis.

³ New Developments for Winter Service in Europe, conference proceedings COST 353, Germany May 2008.

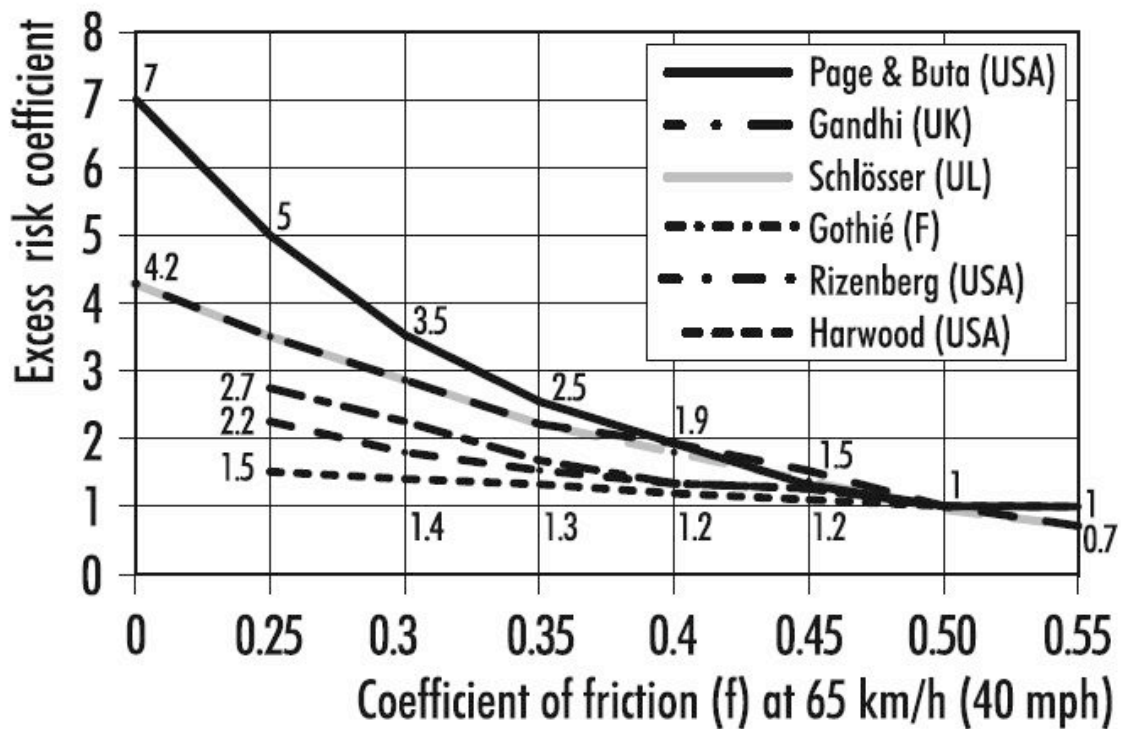
⁴ Effects of Winter Service on Traffic Safety and Economics, Horst Hanke, German Road Administration 2008.

⁵ Trafikksikkerhetshaandbok, TÖI, Noreg 2008.

⁶ Auður Þóra Árnadóttir, samtal 21. janúar 2010.

⁷ Vetrarþjónustuúttekt 1996, Vetrarþjónusta og umferðaröryggi, skýrsla hóps nr. 7. Vegagerðin maí 1996.

Figure SC-3 Excess risk coefficient (C_{ar})



Source: Delanne and Travert, 1997

Mynd 3. Niðurstæða rannsóknar sem sýna hvernig áhætta eykst við minni núningstuðul (veggríp)².

Skoðuð hafa verið áhrif ýmissa annarra veðursfarslegra þátta en hálfu á öryggi. Er t.d. athyglisvert, að í rannsókn á áhrifum vinds á öryggi⁸ reyndust áhrif hans vera meiri því hærra sem farið var yfir sjávarmál, t.d. á heiðum. Líkur benda til, að þarna sé á ferð samþætt áhrif hálfu og vinds.

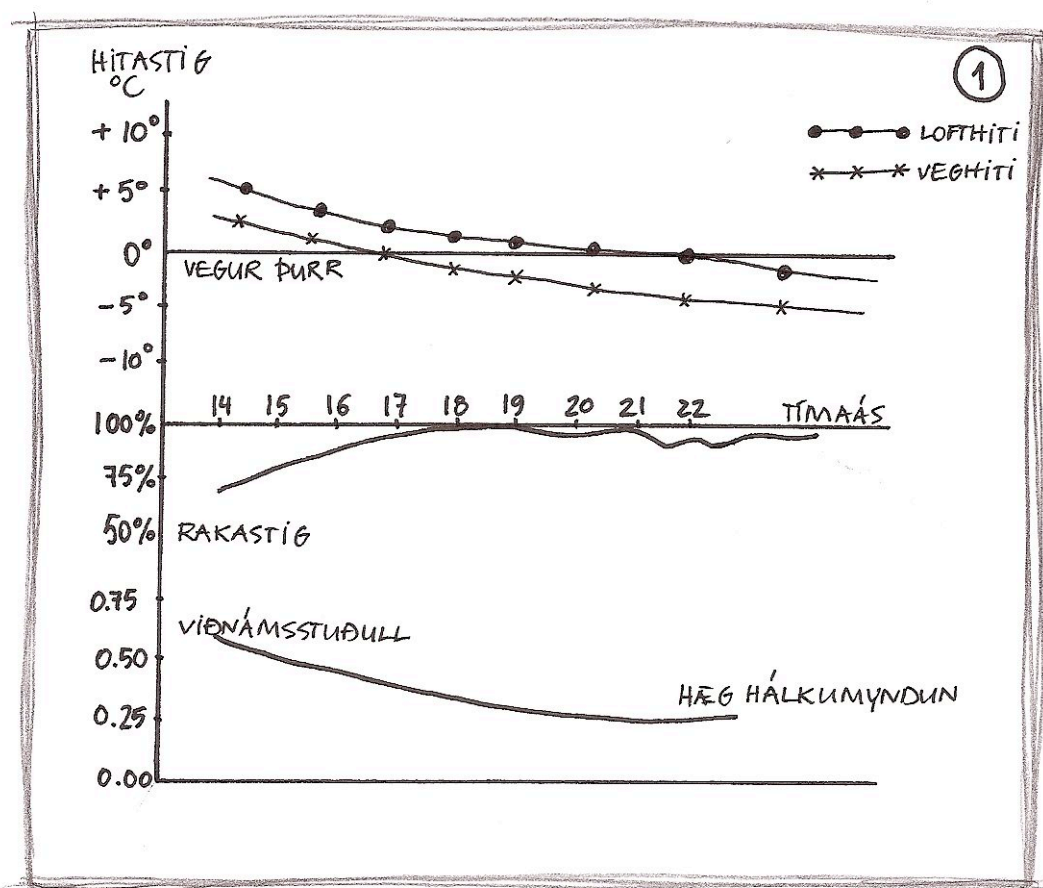
Hér á eftir er gerð grein fyrir helstu tegundum hálfu og eðli hverrar fyrir sig. Í þessu verkefni er sjónum einkum beint að héluísingu, en einnig að einhverju leyti að frostríngingu.

⁸ Vindur og umferðaröryggi, rannsóknarskýrslur Línuhönnunar fyrir RANNUM, 2005-2006.

2.1 Almennt um hálfu⁹

Héla fellur á veg (1)

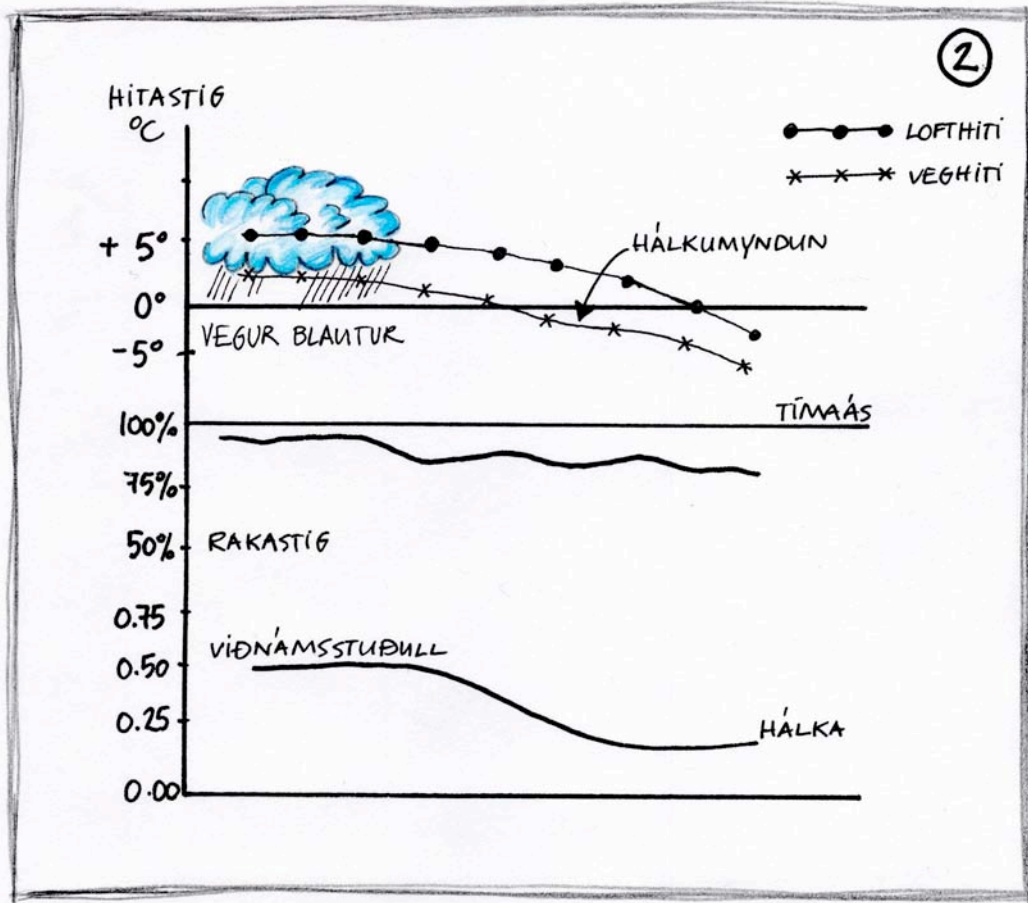
Mynd 9 sýnir varmahag á vegi, eitt ótilgreint síðdegi að haustlagi. Það er léttskýjað og rakastigið tiltölulega hátt. Þegar sólin sest og það dimmir lækkar bæði lofthiti og veghiti. Rakastigið hækkar við hitafallið og er nágast 100% um kl. 18. Hélumyndun á vegi hefst þó nokkru áður eða um leið og veghitinn er kominn niður fyrir frostmark í þetta röku lofti. Frost í tveggja metra hæð er ekki skilyrði fyrir hálfumyndun, heldur verður að horfa samtímis til veghitans og rakastigsins. Það er mikilvægt að hafa í huga að hálfu vegna hríms bráðnar auðveldlega vegna núnings frá hjólbörðum í umferðinni. Þá er komið vatn á veginn sem frýs ef veghitinn er enn undir frostmarki á svipaðan hátt og segir í tilviki 2.



⁹ Úr námshefti Veðurvaktarinnar sem unnið var fyrir námskeið vetrarþjónustu Vegagerðarinnar, 2007.

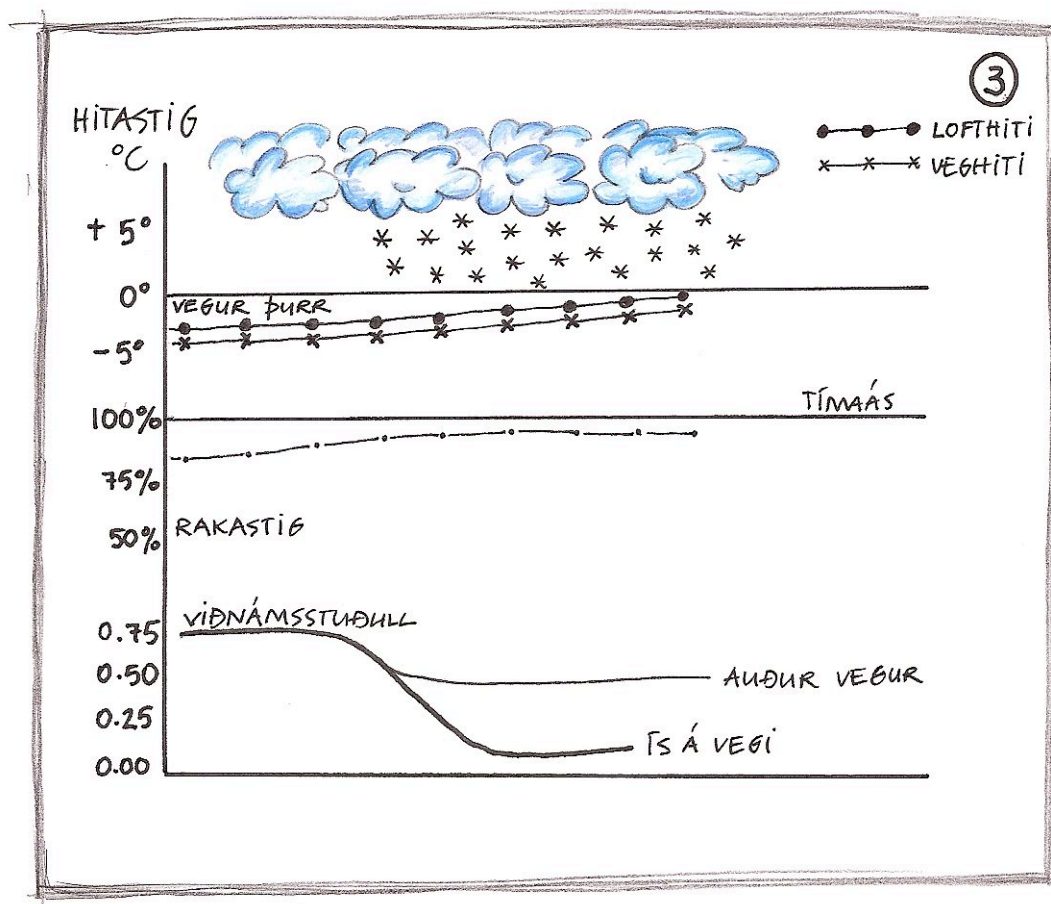
Vatn sem fyrir er frýs á vegi (2)

Hafi rignt á veg og síðan létt til og frýst, myndast glæra á veginum fljótlega eftir að veghitinn fer niður fyrir frostmark. Hér er gert ráð fyrir að vegur hafi verið auður fyrir. Mynd 10 sýnir þetta vel, en héraendis er algengt að í kjölfar veðraskila, með mildu lofti og rigningu, létti til og kólni jafnfamt. Hálfka af þessum toga getur myndast mjög snögglega t.a.m. seint á haustin og veturna gangi vindur ákveðið niður í kjölfar rigningar, og um og leið verði himinn nær stjörnuþjartur. Útgeislun verður þá mjög hröð og vatnið á veginum frýs. Athugið að þarna skiptir rakastigið í raun engu máli. Aðeins annar aðdragandi slíkrar hálfku er þegar vindur er talsverður að lokinni rigningu. Þá helst veghitinn og lofthitinn í hendur og hálfka myndast vegna kælingar loftsins þegar lofthitinn fer niður að frostmarki. Stundum fylgir þessum skilyrðum einhver úrkoma, slydda eða snjóél, sem gera það að verkum að þegar vatnið frýs verður hálfkan enn varhugaverðari.



Snjókoma á veg (3)

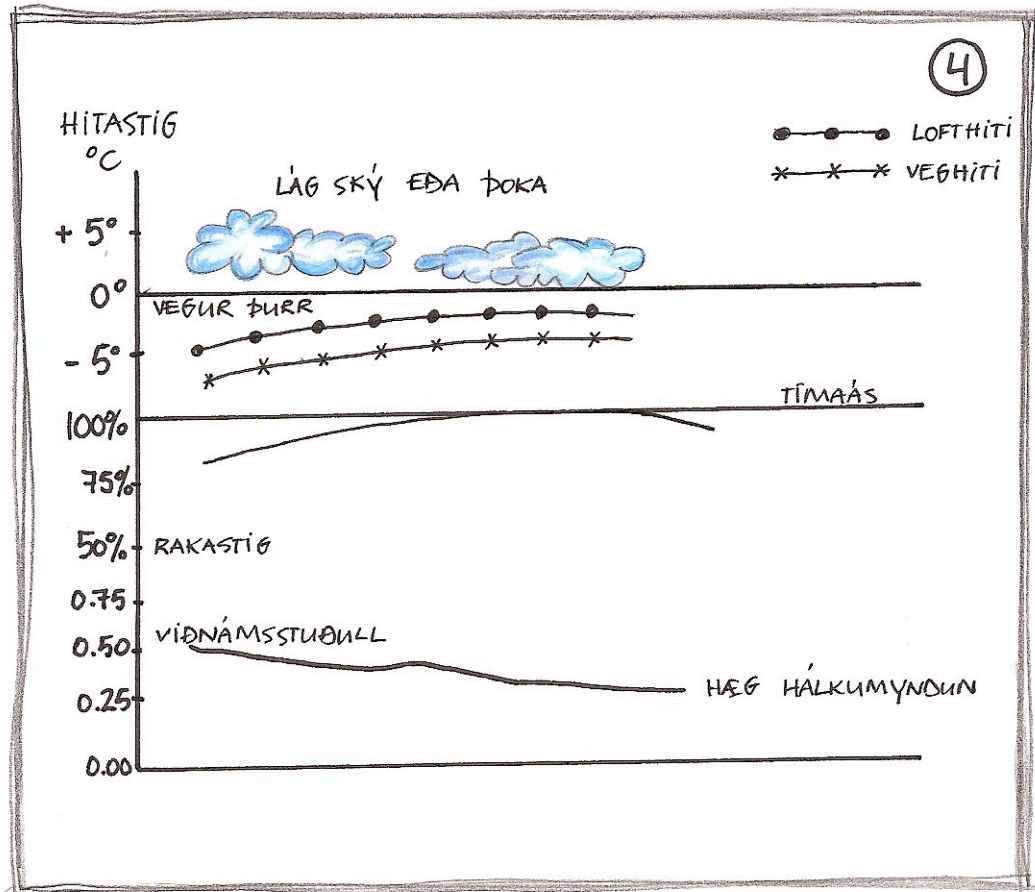
Nýfallinn snjór er blanda af ískristöllum og örsmáum vatnsdropum. Vatnsinnihaldið ræður mestu um það, hversu mikil hálka myndast þegar snjórinn treðst við umferð. Vatnsinnihaldið er mest þegar snjóar nálægt frostmarki. Sé veghitinn lægri en 0°C frýs þessi blanda auðveldlega á veginum. Athugið að stundum snjóar í hita allt að $+3^{\circ}\text{C}$ og svo lengi sem veghitinn er einnig yfir frostmarki þá myndast vitanlega ekki hálka. Þurr snjór í nokkru frosti hefur lítið vatnsinnihald og er síður hálkumyndandi, en það er þó nokkuð háð umferð og að varmi frá núningi dekkja sé nægjanlegur til að bræða hluta ískristallanna. Ein lúmskasta tegund hálku hérlendis er þegar snjóar þurrum snjó á veg sem fyrir er hrímaður eða ísaður. Viðnám vegarins verður þá með minnsta móti (sjá neðri viðnámslínu).



Ísing í þoku (4)

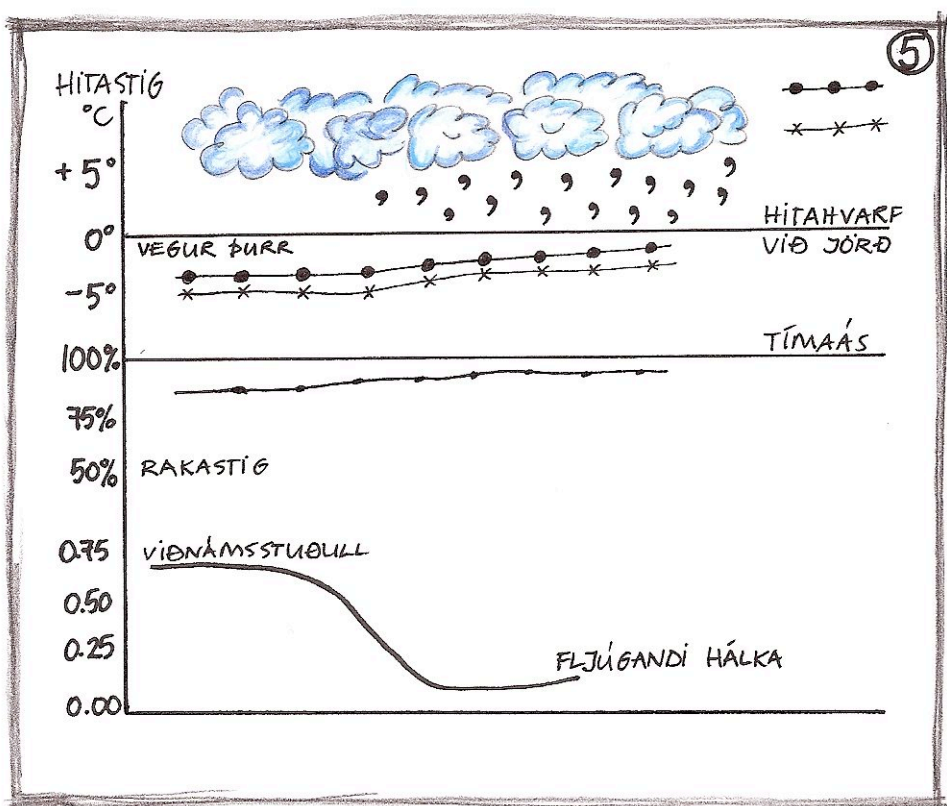
Í vægu frosti, þegar loft er rakt og lágskýjalag leggst yfir og síðar jafnvel þoka, myndast háлка á vegi. Í vægu frosti frjósa undirkældir vatnsdopar á veginum í bland við ískristalla sem falla út og ísing myndast. Þetta ferli er oftast hægfara því mikinn fjölda agnarsmárra vatnsdropa þarf til að mynda samfelld íslag. Háلكublettir eru því frekar réttnefni í þessu tilviki. Á heiðum og fjallvegum er þessi tegund háلكu algeng, því til fjalla er oftast þoka og þá einnig í frosti. Þokan á vegum eins og Holtavörðuheiði og Hellisheiði er oftast af þeim toga að vera lægsta skýjalagið. Það gildir einu því loftið er mettað raka og fellur því út á yfirborð jarðar.

Hrímpoka kallast sú þoka þegar lofthitinn er undir frostmarki og hÉla fellur á allt sem fyrir verður, jafnt ökutæki sem veg. Það ræðst einnig hér af vatnsinnhaldi þess íss sem hrímar, hversu fljótt viðnámið á veginum minnkar.



Frostrigning (5)

Frostrigning eða frostúði er nánast sama fyrirbærið og myndast þegar rigning eða úði fellur í gegnum loft, sem er undir frostmarki og nærri yfirborði. Droparnir haldast engu að síður fljótandi þó frost sé þar til þeir lenda, en þá frjósa þeir samstundis og mynda klakabrynju á vegi sem og á ökutækjum. Frostrigning er ekki algeng héraendis, en kemur mönnum nánast alltaf í opna skjöldu. Úrkoma af þessu tagi myndast helst þegar hlýtt loft rennur yfir kalt loft, sem liggur yfir landinu. Vegir á Norður- og Norðausturlandi eru útsettari fyrir frostregni en annars staðar á landinu. Einnig hafa orðið alvarleg hálkuslys í staðbundnu frostregni þar sem vegur liggur um djúpa dali og sem dæmi má nefna Þjóðveg 1 um Langadal og Norðurárdal í Skagafirði. Þá situr eftir kalt loft í bollum á meðan annars hlýnar alls staðar í kring.



3.0 Umferðaröryggi á Suðurlandsvegi að vetrarlagi

Á Suðurlandsvegi um Hellisheiði eru 65% allra slysa vetrarslys.¹⁰ Í athugun árið 2000 var Suðurlandsvegi skipt í tvo hluta, þ.e. frá Breiðholtsbraut að Sandskeiði og frá Sandskeiði að Hveragerði. Seinni kaflinn á betur við þá rannsókn er nú fer fram. Slysatíðni kaflanna er rétt undir landsmeðaltali þjóðvega, en seinni kaflinn er heldur hærri. Á fyrri kaflanum urðu 36% slysa að vetrarlagi, en 62% á seinni kaflanum. Ástæðan liggur eflaust í legu seinni kaflans, en hann liggur hærra yfir sjávarmáli. Vetrarmánuðirnir eru hættulegastir og það er greinilegra, þegar haft er í huga, að umferð að sumarlagi er miklu meiri en á veturna yfir Hellisheiði. Langflest slys eru útafakstrar.

Nýlega var gerð úttekt¹¹, sem gerir kleift, að skoða aðstæður betur. Á myndum 4 og 5 eru sýndar staðsetningar slysa samkvæmt þessari úttekt á árunum 2000-2007.



Mynd 4. Hringvegur (1) um Hveradali. Búið er að færa inn staðsetningar slysa og óhappa skv. Skráningu frá 2000-2007⁹. Alvarleg slys eru merkt með rauðum punkti, lítil slys með gulum og eingatjón með grænum.

¹⁰ Vetrarþjónustuúttekt 1996, Vetrarþjónusta og umferðaröryggi, skýrsla hóps nr. 7. Vegagerðin maí 1996.

¹¹ Slysaathugun á Hringvegi (1) frá Þorlákshafnarvegi (38) að sýslumörkum á Sandskeiði fyrir árin 2000-2007. umferðardeild Vegagerðarinnar apríl 2008.



Mynd 5. Sama og mynd 3, en hér hringvegur (1) frá afleggjara að Hellisheiðarvirkjun og áleiðis upp neðri Hveradalabrekku.

4.0 Niðurstaða vettvangsferða með raka- og hitamæli

4.1 Vettvangsferð sunnudaginn 15. nóvember

Skilyrði til rakamælinga voru nokkuð hagstæð, N-átt 10-12 m/s og vægt frost. Loftið var að auki þurr eins og vænta mátti.

Gufumökkinn lagði yfir Reykjafell. Gufa var greinileg með efri brúnum Reykjafells og aðeins niður með hlémegin og á leið hennar yfir veginn hvarf sýnileg gufa að mestu sjónum. Finna mátti megnu brennisteinslykt við veginn frá gatnamótum að Skíðaskálanum og áfram niður eftir brekkunni einhverja 400 til 500 metra, en nokkuð flökt var á vindátt og eins sló brennisteinslyktinni fyrir annað slagið.

Komið var á staðinn um kl. 11:30 og mælt í ofanverðri Hveradalabrekkunni til kl. 12:20. Mælingar voru gerðar með mælitækið í bakpoka og fylgst með gildum. Skráð var á nokkrum stöðum við vegbrún að norðanverðu, staðsetning, hiti og raki. Á mynd 6 má sjá áætlaða afstöðu gufumakkarins á meðan mælingar fóru fram.

Tafla 3. Veðurstöðvar 15. nóvember kl. 12

Dags, tími		Vindur	Hiti °C	Rakastig (%)
15. nóv. 1200	Sandskeið	NNA 11 m/s	-0,1	82
15. nóv. 1100	Hellisskarð	NNV 8 m/s	-1,3	80
15. nóv. 1101	Hellisheiði	NNV 8 m/s	-0,8	81

Niðurstaða:

Undir stróknnum var rakagildið greinilega 6 til 9 prósentustigum hærra en bakgrunnsgildið, sem fékkst í nokkrum mælingum utan við áhrifasvæði gufumakkarins. Skilin á leið niður brekkuna voru þannig mjög glögg og um leið og lykt hætti að finnast féll rakinn niður í bakgrunnsgildi eða um 77%. Hæsta gildi raka undir kjarna stróksins mældist 86%. Neðan við miðja brekkuna fannst aldrei nein lykt og rakastigið var þar mjög stöðugt. Dálítill héla var við gatnamótin, á leggnum upp að Skíðaskálanum, enda engin umferð um hann. Síður voru ummerki um ís á sjálfum veginum, en greinilegt að smágerðir dropar féllu á bílrúðuna um leið og ekið var undir mökkinn. Þeir mynda frostúða á veginum !.

Á meðan mælingum stóð fór hiti greinilega hækkandi og að sama skapi bætti í vind. Nokkuð flökt var á rakastiginu, en á öllum þremur veðurstöðvunum fell rakastigið ákveðið. Í Hellisskarði fór það úr 80% niður í 58% frá kl. 16 til kl.19.

Niðurstaða:

Þó óheppilegt sé að gera athuganir á raka, þegar helstu kennistærðir eru að taka miklum breytingum, kom þó í ljós talsverður stígandi í rakastigi sinnhvoru megin kjarnans yfir veginum í áttina að virkjuninni. Vindáttin tók líka breytingum og varð austlægari (í stað ANA-áttar) til að byrja með. Rakastig undir kjarna gufumakkarins var 64% (mælt kl. 18:00), en lækkaði niður í 50% þegar gengið var norður úr honum. Mælingarnar voru gerðar með um 10 til 12 mín. millibili. Munur upp á 12 prósentustig er vissulega verulegur, en á það ber að líta að ekki eru nema um 700 metrar í upptök gufunnar samanborið við um 1.900 metra á þjóðveginum við gatnamótin að Skíðaskálanum.



Mynd 7. Áætlaður ferill gufunnar frá orkuverinu. 18. nóvember um kl. 18. Kort frá SAMSÝN ehf.

4.3 Vettvangsferð, sunnudaginn 22. nóvember

Veðuraðstæður voru með þeim hætti að yfir landinu var NA-strengur, ekki svo hvass, en engu að síður ákveðinn. Loftið suðvestanlands var þurr og lítið um ský á himni.

Langt að mátti sjá, hversu hagstæð vindáttin var þegar svæðið blasti við um kl. 17. Gufan lagðist með utanverðu Litla-Reykjafelli og leystist upp áður en mökkurinn náði yfir neðanverða Hveradalabrekkuna. Loftið var áberandi þurrara en í fyrri mælingaferðum og kom það greinilega fram í minni fyrirferð gufumakkarins og hversu fljótt hann þornaði í loftinu.

Tafla 5. Veðurstöðvar 22. nóvember kl. 17.

Dags, tími		Vindur	Hiti °C	Rakastig (%)
22. nóv. 1700	Sandskeið	NA 8 m/s	1,9	62
22. nóv. 1700	Hellisskarð	NA 10 m/s	0,6	58
22. nóv. 1700	Hellisheiði	ANA 8 m/s	1,0	62

Fyrsta mæling var gerð kl. 17:15 við gatnamótin að Skíðaskálanum, eða vel ofan áhrifasvæðis gufunnar í þessari vindátt. Þar var góður blástur. Næst var farið talsvert niður í brekkuna þar sem vænta mátti viðbótarraka. Þar fannst greinilega að vind hafði lægt. Næstu mælingar voru svipaðar, vindur hægari, og það sem meira var um vert, veður fór hratt kólnandi og rakastigið hækkaði sem því nam. Aldrei fannst brennisteinslykt á meðan á mælingum stóð til kl. 17:40, en þá hafði rakastigið hækkað úr 55% í 65%.

Niðurstaða:

Vegna þess að vind var að lægja og loftið fór kólnandi er lítið mark takandi á mælingum þessarar ferðar. Athyglisvert var þó að sjá breytileikann í vindafarinu á svæðinu. Gufumökkinn lagði greinilega undan NA-átt yfir Litla-Reykjafell, en við veginn var hægur vindur og jafnvel andvari úr hinni áttinni, þ.e. yfir veginn. Þegar veðurathuganir í nágrenninu voru skoðaðar, kom í ljós að á milli kl. 17 og 18 lægði einnig á Sandskeiði og þar var hæg breytileg átt á meðan mælt var. Hitinn féll og rakastigið jókst að sama skapi. Ekki dró hins vegar úr vindstyrk í Hellisskarði og uppi á Hellisheiði. Við skoðun á spákortum (HRAS 3 km), sem gilti kl. 19, sást greinilegur vindstígandi frá brúninni, c.a. ofan Sandskeiðs og austur á Hellisheiði eða frá 2-3 m/s upp í 10-12 m/s. Þetta kemur heim og saman við það, sem þarna var að gerast og tilheyrði neðanverð Hveradalabrekkun þá skjólsvæðinu. Það eitt út af fyrir sig kann að skýra tíðari hálkumyndun þar (sem og á Sandskeiði) vegna skjóls, sem leiðir aftur til lægra hitastigs niðri við veg. Slík hálkumyndun er þá alveg óháð jarðgufunni og á við þegar vegur er blautur. Frekari skoðun kann að færa aukna vitneskju um þennan þátt.



Mynd 8. Áætlaður ferill gufunnar frá orkuverinu. 22. nóvember um kl. 17. Kort frá SAMSÝN ehf.

4.4 Vettvangsferð, miðvikudaginn 25. nóvember

Farið var til mælinga um miðjan daginn í björtu. Strekkingsvindur var í lofti af N og NNA. Vindurinn var nokkuð stöðugur í áttinni á meðan á mælingum stóð. Loftið var ekki svo þurr og skýjað var að mestu af mið- og háskýjum. Sólskin truflaði því ekki mælingarnar. Vart varð við örlítið eljafjúk, sem gat hugsanlega verið vegna þéttingar í gufustróknum, en við nánari aðgæslu og m.a. eftir samtali við reyndan starfsmann Verkís, verkfræðistofu á svæðinu, þótti ljóst að fjúkið var úr éli eða skýjaflóka yfir Henglinum. Vindurinn keyrði gufumökkinn til jarðar og lagði hann með vestanverðu Reykjafelli yfir skarðið austan Litla-Reykjafells og áfram yfir Hveradalabrekkuna. Bólstrarnir leystust þó hratt upp í þetta eindregnum vindi, sem jafnframt tryggir mikla iðublöndun vatnsgufunnar við þurrara loft í umhverfinu.

Tafla 6. Veðurstöðvar 25.nóvember kl. 12.

Dags, tími		Vindur	Hiti °C	Rakastig (%)
25. nóv. 1200	Sandskeið	NNA 8 m/s	0,9	83
25. nóv. 1200	Hellisskarð	NA 11 m/s	0,2	75
25. nóv.	Hellisheiði	N 11 m/s	0,7	77

Fyrsta mæling var gerð kl. 12:01 við afleggjarann að Skíðaskálanum. Hiti var rétt ofan frostmarks og blástur. Gengið var niður með neðri hluta Hveradalabrekku, að gatnamótum að Hellisheiðarvirkjun, og til baka langleiðina upp að Skíðaskála. Þá var farið með mælitækið á bakinu á móti vindi í áttina að upptökum gufunnar í virkjuninni.

Niðurstaða:

Tiltölulega litla breytingu var að sjá á rakastigi, en þó komu fram skörp skil undir lokin þar sem rakahlutfallið fell úr um 79% í um 72% að óbreyttu hitastigi um leið og farið var suður úr áhrifasvæði gufumakkarins á leið upp brekkuna. Rakaaukningin undir mekkinum er í ágætu samræmi við fyrstu mælinguna 15. nóvember. Þó má gera að því skóna að eftir því sem vindur er meiri, þeim mun minni verði þáttur viðbótarraka við veg. Það er vegna þynningaráhrifa þó svo að mökkurinn berist nærri jörðu til að byrja með næst upptökunum. Nokkuð kom á óvart að rakastigið hækkaði lítt þegar gengið var með mælinn svo að segja inn í mökkinn. Hitinn hins vegar sýndi 2 til 3° vegna gufunnar og rakainnhald loftins eykst að sama skapi, þó svo að rakaprósantan haldist lítið breytt. Víða var hélu að sjá á grastoppum og –torfum eftir því sem var komið nær upptökum gufunnar.



Mynd 9. Veðurstöðin er borin í bakpoka um svæðið. Nemar mælitækisins standa út úr bakpokanum og eru ekki varðir sérstaklega fyrir sólskini. Hægt er að lesa mæliniðurstöður af smáskjá jafnóðum au þess sem öllum mæliniðurstöðum er safnað.
Ljós. Sigurður Bogi Sævarsson



Mynd 10. 25. nóvember. Gufuna leggur með jörðu á milli Reykjafells og Litla-Reykjafells. Myndin er tekin við gatnamótin að Hellisheiðarvirkjun. Ljós. Einar Sveinbjörnsson.



Mynd 11. 25. nóvember. Sami tökustaður. Sjá má til vinstri, hvernig gufan þynnist og hverfur yfir hrauninu áður en hún nær veginum. Ljós. Einar Sveinbjörnsson.

2. febrúar 2010



Mynd 12. Áætlaður ferill gufunnar frá orkuverinu. 22. nóvember um kl. 17. Kort frá SAMSÝN ehf.

4.5 Vettvangsferð þriðjudaginn 1. desember

Farið var til mælinga í strekkingsvindi af NA þar sem kalt var í veðri. Tilgangurinn var að kanna, hvort greinanlegt væri hitahvarf í lofti við þessi skilyrði. Vel sást, áður en komið var að Hveradalabrekkunni laust eftir hádegi, hvar gufustrókurinn lá með jörðu og náði hann ekki að reisa sig upp nema að takmörkuðu ráði. Skýjabakki há- og miðskýja var í austri en annars bjart. Þegar komið var á vettvang mátti sjá að vindur var það austanstaður að meginkjarni gufumakkarins lá yfir ysta hluta afleggjarans að virkjuninni, þ.e. nálægt gatnamótunum, en ekki yfir sjálfan þjóðveginn um neðri hluta Hveradalabekkkunnar.

Tafla 7. Veðurstöðvar 1. desember kl. 14.

Dags, tími		Vindur	Hiti °C	Rakastig (%)
01. des. 1400	Sandskeið	ANA 5 m/s	-7,6	67
01. des. 1400	Hellisskarð	ANA 13 m/s	-8,7	66
01. des. 1400	Hellisheiði	NNA 11 m/s	-8,5	71

Mælt var eftir afleggjaranum á milli kl. 14 og 15 og byrjað við gestaskálann og haldið út á þjóðveg. Kjarni stróksins var á þeirri leið. Síðan var snúið við sömu leið til baka.

Niðurstaða:

Loftið var frekar þurr og því þarf ekki að koma á óvart að gufustrókurinn hvarf sjónum fyrr en oft áður við sambærilegar mælingar. Bakgrunnsgildi raka virðast hafa verið um 50%, en undir stróknum mældist greinileg hækkun eða 53-55%. Sú hækkun er minni en hefur fengist oft áður, þrátt fyrir það að vera nær upptökunum þarna en á þjóðveginum um Hveradalabrekku. Líkast til skrifast lítil rakaaukning á reikning þess, hve þurr var í lofti og hve snarpur vindurinn náði vel að blanda í kvikustreymi. Ekki varð vart neinnar aukningar í hita loftsins undir gufumekkinum eins og stundum áður.



Mynd 13. Áætlaður ferill gufunnar frá orkuverinu. 1. desember um kl. 12. Kort frá SAMSÝN ehf.

4.6 Vettvangsferð, miðvikudaginn 23. desember

Þennan dag var kalt í veðri og bjart. Vindur blés nokkuð ákveðið úr NA, en fyrr um morguninn hafði verið hægviðri. Þar sem vindáttin var nokkuð austanstæð lá strókurinn yfir virkjanavegin, fremur en Suðurlandsveg. Þegar til kom voru mælitæki straumlaus og ekkert fékkst út úr ferðinni. Veðurskilyrði voru engu að síður ekki ósvipuð og þegar farið var 1. desember, en heldur hvassara í þetta skiptið.

Tafla 8. Veðurstöðvar 23. desember kl. 12

Dags, tími		Vindur	Hiti °C	Rakastig (%)
23. des. 1200	Sandskeið	ANA 12 m/s	-7,2	69
23. des. 1200	Hellisskarð	ANA 15 m/s	-9,3	74
23. des. 1200	Hellisheiði	NA 13 m/s	-9,0	76

5.0 Skráð óhöpp af völdum hálfu á Hellisheiði og í Hveradalabrekku frá gagnsetningu virkjunarinnar

Hellisheiðarvirkjun var gangsett í ágúst árið 2006. Fram til þess tíma var engin gufa losuð frá virkjuninni né heldur kæliturnum hennar. Síðasta ár ofangreindrar athugunar, þ.e. 2007, er eitt óhapp á þessum vegarköflum sem rekja má til hálfu. Síðan þá er ekki aðgengileg samræmd skráning, en leitað var af tilvikum hálfuóhappa af þessu svæði, sem rötuðu í fjölmiðla. Aðeins eitt slíkt er skráð. Þau eru því tvö óhöppin, sem rakin eru til hálfu frá því að virkjunin var gangsett til loka árs 2009. Ekki eru þó útilokað að þau hafi verið fleiri, þá minniháttar óhöpp, sem sjaldnast eru tilkynnt til lögreglu.

5. janúar 2007

Tveir bílar rákust saman um kl. 18. Áreksturinn var harður og höfnuðu báðir bílarnir utan vegar. Tildrög slyssins voru rakin til hálfu á veginum.

Um veðuraðstæður: Síðdegis þennan dag var V-átt á Hellisheiði (270°). Vindur var mjög hægur og rakastig yfir 95%. Hiti var alveg um frostmark, en veghitamælingar nokkuð sérkennilegar miðað við lofthita og því vart áreiðanlegar. Snjóað hafði um morguninn frá úrkomuskilum á leið norðaustur yfir landið. Hiti var þá rétt um eða yfir frostmarki á Hellisheiði. Í kjölfar skilanna snerist í hæga V-átt með smá eljum. Ljóst má vera að blautur snjórinn frá því um morguninn eða krapí af einhverju tagi, sem ekki hefur náðst að hreinsa í tæka tíð, á þátt í ísingu sem myndast síðdegis, þó vitanlega sé útilokað að fullyrða um slíkt. Í það minnsta er úrkoma, sem fellur sem slydda eða blautur snjór þekktur hálfuvaldur, sérstaklega þegar vind lægir og yfirborðið kólnar heldur. Hvað veghitamælingarnar áhrærir, sem sýna myndu ferlið betur, þá er líklegt að nemi mælisins hafi lent undir snjóruðningi eða einhveru slíku. Á Sandskeiði var svipað hitafar, þ.e. hiti um frostmark allan daginn, en veghitinn sýnir greinilega lækkun í kjölfar skilanna um og upp úr kl. 15.

Hálkan, sem er völd að óhappinu, er mjög líklega ekki í neinum tengslum við gufuna frá Hellisheiðarvirkjun.

4. janúar 2009

Í frétt Morgunblaðsins 5. janúar mátti lesa eftirfarandi: “Hellisheiði breyttist í slysgildru í gærðag þegar skyndilega snöggkólnaði og glerhálfka myndaðist á örskotsstundu. Fimm slys urðu á heiðinni á skömmum tíma. Jeppabifreið fór út af veginum við Skíðaskálann í Hveradölum og valt.”

Aðfararnótt þess 4. janúar var þíða og virðist hafa rignt dálítið víðast suðvestanlands frá skýjabakka. Vindur var hægur af A. Í kjölfarið létti til og yfirborðið kólnaði. Vindur var allan þennan dag hægur eða 1-4 m/s og vindáttin breytileg. Á Hellisheiði lækkaði veghiti niður fyrir frostmark um hádegi og lofthitinn nokkrum klukkustundum síðar. Þarna virðast því hafa verið kjöraðstæður fyrir myndun glerhálfu, þ.e. bleyta sem fyrir er á vegi frýs um leið og yfirborðið kólnar niður fyrir frostmark.

Nánast er hægt að útiloka með öllu af gufa frá Hellisheiðarvirkjun hafi átt þarna hlut að máli.