

ÞORLÁKSHAFNARLÍNUR 2 OG 3 Í SVEITARFÉLAGINU ÖLFUSI



Viðaukahefti

Mars 2011



VIÐAUKASKRÁ

Viðauki 1

Jóhann Óli Hilmarsson og Ólafur Einarsson, 2009. *Fuglar og gróður á fyrirhuguðu línustæði Þorlákshafnarlína 2 og 3*. Unnið fyrir Landsnet hf.

Viðauki 2

Ágúst H. Bjarnason, Graeme I. Paton, Gunnar Ólafsson, Hjörtur Ö. Arnason og Rannveig Guicharnaud, 2007. *Frumrannsóknir á gróðurskemmdum við háspennumöstur á Suðvesturlandi*. EFLA verkfræðistofa, Reykjavík. Unnið fyrir Landsnet hf.

Viðauki 3

Brynhildur Magnúsdóttir, 2009. *Jarðfræði á línuleiðum Þorlákshafnarlína 2 og 3*. EFLA verkfræðistofa, Reykjavík. Unnið fyrir Landsnet hf.

Viðauki 4

Bjarni F. Einarsson, 2009. *Fornleifaskráning vegna mats á umhverfisáhrifum rafmagnslína frá Hellisheiði í átt að Þorlákshöfn*. Fornleifafræðistofan, Reykjavík. Unnið fyrir Landsnet hf.

Viðauki 5

Árni Guðni Einarsson, Jón Bergmundsson og Ragnar Kristjánsson, 2010. *Hljóðvist, rafsvið og segulsvið við Þorlákshafnarlinu 2 og 3*. EFLA verkfræðistofa, Reykjavík. Unnið fyrir Landsnet hf.

Viðauki 6

Jón Bergmundsson og Kjartan Gíslason, 2009. *Notkun jarðstrengja í flutningskerfum raforku*. EFLA verkfræðistofa, Reykjavík. Unnið fyrir Landsnet hf.

Viðauki 1

Jóhann Óli Hilmarsson og Ólafur Einarsson, 2009. *Fuglar og gróður á fyrirhuguðu línustæði Þorlákshafnarlína 2 og 3*. Unnið fyrir Landsnet hf.

Fuglar og gróður á fyrirhuguðu línustæði Þorlákshafnarlína 2 og 3

Unnið fyrir Landsnet



September 2009
Ólafur Einarsson
Jóhann Óli Hilmarsson

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	2
Ágrip	3
1. Inngangur	4
2. Athugunarsvæði	4
3. Fuglar	5
3.1. Aðferðir	5
3.2. Niðurstöður	6
3.3. Verndarviðmið	7
3.4. Umhverfisáhrif	9
4. Gróður	10
4.1. Aðferðir	10
4.2. Niðurstöður	11
4.3. Verndarviðmið	15
4.4. Umhverfisáhrif	16
5. mótvægisaðgerðir	17
6. Heimildir	18
7. Viðaukar	20

Mynd á forsíðu: Spói að vella graut á hundapúfu.



1. mynd. Hraungambri, algengasta plantan á athugunarsvæðinu. Ljósmynd JÓH.

Ágrip

Sumarið 2008 var fuglalíf og gróðurfar á þremur leiðum milli Hellisheiðar/ Kolviðarhóls og Þorlákshafnar kannað vegna fyrirhugaðra háspennulína á svæðinu. Tveir valkostir liggja frá Hverahlíð og umhverfis Skálafell (Þorlákshafnarlína 3), þeir koma saman við Lönguhlíð og liggja þvert á Þrengslaveg norðan við Krossfjöll, þar sem þeir mæta Þorlákshafnarlínu 2, sem er ætlað að liggja frá Kolviðarhóli um Þrengslin. Línunum er síðan ætlað að liggja saman vestan við Búrfell og niðurá Hafnarsand.

Athugunarsvæðið var nær allt vel gróið, en hraun þekja stóran hluta þess og það hefur mikil áhrif á gróðurfar. Varpfuglar voru kannaðir um miðjan júní. Mest var beitt svonefndri punktatalningaaðferð til að kanna þéttleika og tegundasamsetningu fánunnar. Heiðlóa reyndist vera algengasti varpfuglinn, með yfir þriðjung allra athugana. Þúfuttlingur var með fjórðung athugana og þéttasta varpið. Spói og steindepill voru einnig algengir, en sendlingur, hrossagaukur, stelkur, kjói, skúmur, skógarþröstur og snjóttlingur voru sjaldgæfari. Ummerki um rjúpur í varpi fundust einnig og sílamáfar voru alltíðir. Fuglalíf utan varptíma er fábreytt.

Gróðurfar var kannað í ágúst, en einnig meðfram fuglaathugunum í júní og þá var lágplöntum safnað. Farið var um athugunarsvæðið og hluti þess gengin. Háplöntur voru skráðar og þeim safnað ef einhver vafi lék á greiningu og þær greindar síðar. Alls fundust 127 tegundir háplantna og byrkninga. Flestar voru þær þurrlendisplöntur enda mjög lítið um votlendi á athugunarsvæðinu. Áberandi voru t.d. bláberjalyng, blávingull, bugðupunktur, grasvíðir, ilmreyr, krækilyng og stinnastör. Mosar voru þær plöntur sem voru einkennandi fyrir svæðið, alls fundust 59 tegundir, 41 blaðmosi og 18 lifrarmosar. (2. viðauki). Mosar voru mjög áberandi í hraunum og var hraungambri langalgengasti mosinn, hann var víða einráður og fáar aðrar plöntur í mosabembum í hraunum.

Áhrif línulagna á fugla eru talin óveruleg. Búsvæði skerðast að takmörkuðu leyti. Þó er varað við árekstrum við línurnar, en flugleiðir fugla voru ekki kannaðar sérstaklega. Engin mikilvæg fuglasvæði eru nærri. Mælt er með að línurnar verði lagðar í jörðu, til að koma alfarið í veg fyrir hættu á áflugi.

Engar háplöntutegundir né byrkningar á valista fundust við athuganir sumarið 2008. Áhrif á gróður eru talin talsvert neikvæð, þar sem línunum er ætlað að fara um algerlega óraskað land, gróður sem fer undir slóða og mastursstæði tapast og ný landsvæði opnast fyrir jarðvöðla.

Uppgræðsla með innlendum plöntum á rofsvæðum á umfjöllunarsvæðinu og í nágrenni þess, er sú mótvægisáðgerð sem helst kemur til greina.

1. Inngangur

Með samningi, dags. 21. júní 2008 fól Landsnet hf. skýrsluhöfundum að afla gagna um gróður, flóru og fuglalíf á fyrirhuguðum línuleiðum Þorlákshafnarlína 2 og 3, auk framlagðra valkosta, og fjalla um möguleg umhverfisáhrif framkvæmdanna á gróður, flóru og fuglalíf. Verkefnið felst í að:

- kanna fyrirbyggjandi gögn,
- rannsaka flóru og gróður á vettvangi, bæði háplöntur, mosa og fléttur
- rannsaka fuglalíf á vettvangi, þéttleika og tegundasamsetningu
- vinna úr gögnum,
- fjalla um möguleg umhverfisáhrif framkvæmdanna, og
- semja skýrslu um niðurstöðurnar.

Verkefnið skal unnið í samræmi við lög um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000, reglugerð 1123/2005 og leiðbeiningar Skipulagsstofnunar.

Línustæði sem voru til skoðunar liggja að mestu um óraskað land, þar sem gert er ráð fyrir 220 kV loftlínur. Engar línur eru fyrir á stærstum hluta línustæðisins. Skýrslan byggir á gögnum sem aflað var sumarið 2008. Lítillega var stuðst við aðrar athuganir höfunda frá svæðinu, sem og tiltækar athuganir annarra (Kristinn Haukur Skarphéðinsson o.fl. 1994, Náttúrufræðistofnun Íslands 2008, Ólafur Einarsson 2007). Tengiliður við verkkaupa var Árni Jón Elíasson og umsjónaraðili umhverfismatsins Ólafur Árnason fyrir hönd Landsnets. Ágúst H. Bjarnason greindi fléttur og mosa. Við kunnum þessum herraöðnum bestu þakkar fyrir samstarfið.

2. Athugunarsvæði

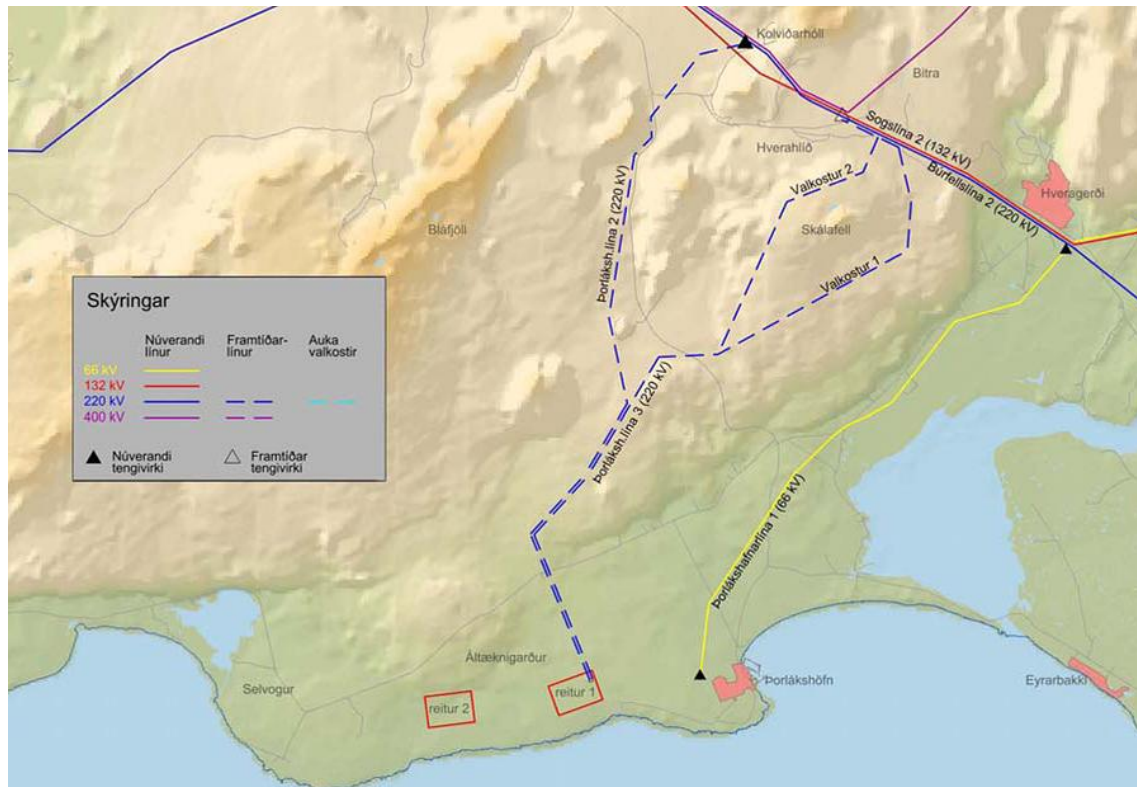
Athugunarsvæði Þorlákshafnarlínu 2 náði frá tengivirki við Kolviðarhól, um Svínahraun og Svínahraunsbruna að Lambafelli. Síðan meðfram vegi gegnum Þrengslin, vestan Þrengslavegar og Sandfells, yfir sprungusvæði austan Geitafells og niður að Selvogsvegi í grennd við hin gömlu mörk Ölfuss og Selvogs. Þar stendur til að taka stefnu að fyrirhuguðu tengivirki á iðnaðarsvæði vestan Þorlákshafnar.

Athugunarsvæði Þorlákshafnarlínu 3 náði frá fyrirhuguðu tengivirki á Hellisheiði. Lagðar eru fram tvær mögulegar línuleiðir, valkostir 1 og 2. Valkostur 1 er lagður fram sem aðalvalkostur.

Valkostur 1: Farið væri frá tengivirki á Hellisheiði rúma 2 km austur með Búrfellslínu 2. Þar yrði beygt frá henni og stefnt suður með hrauninu vestan við Núpafjall. Austan Skálafells á síðan að beygja til vestsuðvesturs vestur fyrir Skálafell. Sunnan við Eldborgarhraun beygir línun til vesturs yfir Þrengslavegin. Línun liggur norðan við Krossfjöll, og kemur að Þorlákshafnarlínu 2 austan við Geitafell. Þaðan munu línurnar fylgjast að til Þorlákshafnar. Þessi leið er lengri en valkostur 2, en er nær alls staðar undir 300 m hæð (um 140 m lægri en valkostur 2).

Valkostur 2: Áætlað er að fara frá tengivirki á Hellisheiði rúman 1 km austur meðfram Búrfellslínu 2, þar yrði beygt frá henni og stefnt til suðurs upp á brún

norðan Skálafells, síðan til suðvesturs vestur fyrir Skálafell, þar sem komið væri að valkosti 1.



2. mynd. Fyrirhugaðar línuleiðir Þorlákshafnarlínu.

3. Fuglar

3.1. Aðferðir

Fuglaathuganir fóru að mestu fram dagana 16. – 23. júní, en fuglar voru jafnframt skráðir með gróðurathugunum í ágúst. Farið var sem víðast um athugunarsvæðið, fuglar skráðir og taldir. Mest allt athugunarsvæði er þurrlendi og því var reiknað með að mófuglar væru uppistaðan í fánunni. Aðferðir voru því valdar með tilliti til þess.

Svonefndum punktatalningum var beitt til að meta þéttleika og tegundasamsetningu mófugla. Punktatalningar byggja á því að allir mófuglar eru taldir frá ákveðnum punkti í vissan tíma, við völdum að telja í 5 mínútur. Skráð var hvort fugl sýndi varpatferli eða ekki. Fjarlægð frá talningarmanni í fugl var mæld með fjarlægðarmæli og staðsetning hans tekin með GPS tæki. Talningareiningin við báðar aðferðirnar er varppar (fuglar sem sýna óðals- eða varpatferli).



3. mynd. Heiðlóa og þúfutittlingur, algengustu fuglarnir á athugunarsvæðinu. Ljósmynd. JÓH.

3.2. Niðurstöður

Fuglalíf á athugunarsvæðinu er allt með þurrlandisblæ, enda votlendi afar lítið, ef undan eru skildar nokkrar smátjarnir og mýrarblettir. Alls fundust 248 fuglar 11 tegunda með varpatferli á 83 talningapunktum (1. tafla). Punktarnir voru flestir í mosagrónu hrauni, fáeinir í mólendi og grónum sandi. Vegna þess hve keimlík búsvæði var um að ræða, eru niðurstöður allra punktatalninga settar fram í einni töflu (1. tafla). Niðurstöður punktatalninga voru reiknaðar með *distance*-aðferð (sjá Ólafur Karl Nielsen 2003). Algengasti varpfuglinn var heiðlóa (3. mynd) með 36% allra athugana og 19 pör (óðul)/km², síðan kom þúfutittlingur (3. mynd) með fjórðung athugana og mestan varppéttleika allra fugla, 27,4 pör/km². Næstur í röðinni er spói, með 13% athugana (2,3 pör/km²) og steindepill 9% (4,7 pör/km²). Hrossagaukur, skógarpröstur og snjótittlingur voru með 4%, kjói 2%, stelkur, skúmur og sendlingur með 1% eða minna. Venjulega eru kjóar og skúmar ekki teknir með í þess háttar talningum, sem beinast fyrst og fremst að mófuglum (rjúpu, vaðfuglum og spörfuglum), en þar sem kjói verpur hér í mólendi og kjói og skúmur sýna enn fremur óðalsatferli, líkt og mófuglar, eru þeir teknir með í þessa útreikninga. Auk fyrrnefndra fugla sáust sílamáfar á athugunarsvæðinu. Þeir voru ekki í varpi, en sáust tíðum á flugi yfir Hellisheiði, eins og þar væri flugleið þeirra á milli staða. Ummerki fundust um rjúpur og rjúpur sjást oft í þrengslum á ýmsum tímum árs, en þær komu ekki fram í punktatalningum. Líklegt að Djúpadalshraun, hraunið umhverfis Geitafell og fleiri svæði séu ágæt varplönd fyrir rjúpur miðað við gróðurinn sem er í hraununum.

Fuglalíf utan varptíma er lítið og með hálendisblæ, á svæðinu eru staðfuglar eins og rjúpur, hrafnar og snjótittlingar.

1. Tafla. Niðurstöður punktatalninga á 83 talningapunktum á línuleiðunum. Fyrsti talnadálgurinn sýnir talin pör, annar hlutfall hvers fugls, sá þriðji óðul á ferkílómetra reiknuðum skv. svonefndri *Distance* aðferð, síðasti dálkurinn sýnir 95% öryggismörk.

	Fuglar	Hlutfall %	Óðul á km ²	95% öryggismörk
Heiðlóa	88	36	18,9	12,8-27,8
Sendlingur	1	0,4	0,2	0-1,2
Hrossagaukur	9	4	2,3	1,2-4,7
Spói	33	13	2,3	1,4-3,7
Stelkur	3	1	0,5	0,1-1,7
Skúmur	3	1	0,5	0,2-1,6
Kjóí	6	2	1	0,2-2,1
Púfutittlingur	62	25	27,4	20,1-37,4
Steindepill	23	9	4,7	2,7-8,2
Skógarpröstur	11	4	1,6	0,6-4,2
Snjótittlingur	9	4	2,5	1,1-5,4
Alls	248	99,4	61,9	40,4-98

3.3. Verndarviðmið

Tegundir sem þarfnast verndar eru flokkaðar þannig (María Harðardóttir o.fl. 2003):

- Tegundir á valista og sjaldgæfar tegundir
- Ábyrgðartegundir
- Tegundir mikilvægar á landsvísu
- Tegundir sem falla undir alþjóðlega samninga

Á **valista** eru 32 tegundir fugla. Þetta eru m.a. litlir stofnar, nýir landnemar og fuglar sem eru hér á mörkum útbreiðslu sinnar (Náttúrufræðistofnun 2000). Þótt tiltölulega fáar fuglategundir verpi hér á landi, er fjöldi einstaklinga oft mikill og af þeim sökum eru íslenskir fuglastofnar tíðum hátt hlutfall af Evrópu- eða heimsstofni viðkomandi tegundar. Í alþjóðasamstarfi eru slíkar tegundir nefndar ábyrgðartegundir. Ef miðað er við 30% lágmark af Evrópustofni, eru það að minnsta kosti 16 varpfuglar, sem Íslendingar bera mikla ábyrgð á. Nokkrar tegundir fugla hafa viðdvöl á Íslandi á leið sinni til og frá norðlægum varpslóðum, en verpa ekki á landinu. Kallast þeir fargestir eða umferðarfuglar. Ísland er mikilvægur áningarstaður fyrir þessa norðlægu fugla og ábyrgð okkar því mikil á þessum stofnum (19. tafla, María Harðardóttir o.fl. 2003: 28, Ólafur Einarsson o.fl. 2002: 25-26, Náttúrufræðistofnun 2000).

Á vegum Alþjóða fuglaverndarsamtakanna *BirdLife International* hafa allar evrópskar fuglategundir verið flokkaðar með tilliti til verndarstöðu í Evrópu. Þetta eru svokallað *Species of European Conservation Concern* eða evrópskar fuglategundir sem þarfnast verndar (**SPEC**) (BirdLife International 2004). Þær eru flokkaðar í fjóra flokka:

- SPEC 1: Tegundir sem eru í hættu (*Species of global conservation concern*).
- SPEC 2: Tegundir sem hafa megin útbreiðslusvæði í Evrópu en standa höllum fæti (*Concentrated in Europe, unfavorable conservation status*).
- SPEC 3: Tegundir sem ekki hafa meginútbreiðslusvæði í Evrópu en standa höllum fæti (*Not concentrated in Europe, unfavorable conservation status*).

- SPEC 4: Tegundir sem hafa meginútbreiðslusvæði í Evrópu en stofnar ekki í hættu (*Concentrated in Europe, favorable conservation status*). Aðrar tegundir sem ekki tilheyra þessum flokkum eru þær sem ekki eru í hættu og meginútbreiðslusvæði er ekki í Evrópu.

Bernarsamningurinn um verndun villtra plantna og dýra og lífsvæða í Evrópu var gerður í Bern í Sviss árið 1979 og öðlaðist gildi árið 1982. Aðild Íslands tók gildi þann 1. október 1993 (Stj.tíð.C 17/1993). Markmið samningsins er að stuðla að verndun evrópskra tegunda villtra plantna og dýra og lífsvæða þeirra, einkum þeirra tegunda og lífsvæða sem fjölþjóðlega samvinna þarf til að vernda. Markmið samningsins er ennfremur að hvetja til fjölþjóðlegrar samvinnu þar sem hennar er þörf til að vernda tegundir villtra plantna, dýra og lífsvæða. Samningnum fylgja fjórir viðaukar. Viðaukar I - III telja þær plöntur og þau dýr sem aðilum ber að vernda og ákvæði um verndun þeirra. Viðauki IV fjallar um forboðinn veiðibúnað og veiðiaðferðir. Viðauki II hefur að geyma skrá yfir spendýr, fugla, skriðdýr, froska, fiska, skordýr og önnur lægri dýr. Aðilum ber að gera viðeigandi og nauðsynlegar ráðstafanir til að friða þessar tegundir og vernda lífssvæði þeirra, meðal annars m.t.t. veiða, eggjatöku, ónæðis við bústaði þeirra, sérstaklega um fengi- og varptímann, og verslunar, ef það hefur þýðingu fyrir verndun tegundanna. Sérstök áhersla er lögð á friðun þeirra svæða sem eru mikilvæg fyrir þær fartegundir sem eru á skrá viðaukans. Viðauki III hefur að geyma skrá yfir spendýr, fugla, skriðdýr og froskdýr. Þessi dýr skulu njóta verndunar og aðilum ber að tryggja að veiði eða föngun þessara tegunda sé hagað þannig að þeim sé ekki stofnað í hættu, m.a. með takmörkun á veiðitíma, svæðisbundnum banni á veiðum og stjórn á nýtingu og verslun. Sérstök áhersla er lögð á friðun þeirra svæða sem eru mikilvæg fyrir þær fartegundir sem eru á skrá viðaukans (Umhverfisráðuneytið 2009).

2. tafla. Válista- og ábyrgðartegundir, sem fundust á athugunarsvæðinu. Staða fuglanna á athugunarsvæðinu og mat á áhrifum línanna á einstakar fuglategundir.						
Fugl	Staða	Válisti	Ábyrgðartegund	SPEC flokkun	Bern viðauki ¹	Áhrif ²
Rjúpa	Varpfugla/ vetrargestur	x	x	3	III	Lítill
Heiðlóa	Varpfugl		x	4	III	Nokkur
Spói	Varpfugl		x	4	III	Nokkur
Stelkur	Varpfugl		x	2	III	Lítill
Skúmur	Varpfugl		x	4	III	Lítill
Þúfuttlingur	Varpfugl			4	III	Nokkur
Steindepill	Varpfugl			4	III	Lítill
Skógarþröstur	Varpfugl		x	4	III	Lítill
Snjótittlingur	Varpfugl		x	4	III	Lítill

1 Enginn fugl kemst á listann fyrir að vera **eingöngu** skráður í viðauka III hjá Bernarsáttmálanum.

2 Hætta er metin í fimm flokkum: engin, lítill, nokkur, talsverð eða mikil. Hættan er væntanlega mest fyrir þá fugla, sem eru algengastir á svæðinu.

Hér verður fjallað um fugla á válista, ábyrgðartegundir, SPEC tegundir og tegundir sem eru skráðir í viðauka II í Bernarsamningnum, sem kunnir eru frá áhrifasvæði línanna. Einnig er þess getið, ef um einlendar¹ undirtegundir er að ræða.

Rjúpa er einlend undirtegund, hér verpur *Lagopus mutus islandorum*. Ummerki fundust um rjúpur, þó þær kæmu ekki fram í punktatalningum. Rjúpur sjást tíðum í þrengslum. Karrar eru mest áberandi á óðulum sínum í maí, en það er áður en athuganir hófust.

Heiðlóa er ábyrgðartegund og í SPEC flokki 4. Heiðlóa er algengasti fuglinn á rannsóknarsvæðinu, með hæstu tíðnina og næsthæsta þéttleikann. Meðalþéttleikinn var 19 óðul á km².

Spói er ábyrgðartegund og í SPEC flokki 4. Hann er þurrlendisfugl og var hann hlutfallslega þriðji algengasti fuglinn á athugunarsvæðinu.

Stelkur er ábyrgðartegund, í SPEC flokki 2 og hér verpur einlend undirtegund *Tringa totanus robusta*. Stelkur fannst á fáum stöðum á svæðinu.

Skúmur er ábyrgðartegund og í SPEC flokki 4.

Þúfutittlingur er í SPEC flokki 4. Hann var með hæsta þéttleika allra fugla á athugunarsvæðinu, 28 óðul á km² og næsthæsta hlutfall talinna fugla, á eftir heiðlóu.

Steindepill er í SPEC flokki 4 og innlend undirtegund (*O. oenanthe leucorhoa*). Hann er algengur í hraunum víða á athugunarsvæðinu

Skógarþröstur er ábyrgðartegund, í SPEC flokki 4 og sérstök undirtegund (*Turdus iliacus coburni*). Hann fannst á nokkrum stöðum í vel grónum hraunum og lyngmóum.

Snjótittlingur er ábyrgðartegund og sérstök undirtegund *Plectrophenax nivalis insulae*.

3.4. Umhverfisáhrif

Áflug fugla á raflínur er ein þekktasta dánarorsök sumra stærri fuglategunda (Bevanger 1994, Ólafur Einarsson 1998). Vandamálið hefur verið þekkt lengi og talsvert um það fjallað á Íslandi. Víða hefur verið gripið til ráðstafana til að draga úr ásteytingum fugla á dreifilínur og hefur RARIK sett „áflugsvarnir“ á raflínur og seinni árin hafa raflínur í auknum mæli verið settar í jörð vegna þessa. Engar ráðstafanir hafa verið gerðar til að draga úr áflugi á flutningslínunum, líklega vegna þess að enginn hætta er á að tjón verði vegna útsláttar á rafmagni þegar fuglar fljúga á þær línur. Skipulagsstofnun hefur bent á nauðsyn þess að vakta skuli áhrif dreifilína á fugla. Í úrskurði Skipulagsstofnunar frá 23. janúar 1998 um Búrfellslínu 3A: „Í ljósi þessa þyrfti að gera nákvæmari athuganir til þess að kanna hvar framkvæmdum beri að haga með tilliti til fuglalífs og hvar merkja beri háspennustrengi vegna áflugshættu.“ Þessi úrskurður var reyndar numin úr gildi af þáverandi umhverfisráðherra. Ennfremur sagði Skipulagsstofnun um línuna Reykjanes – Svartsengi í úrskurði nr. 2002120022: „Skipulagsstofnun telur að fyrirhuguð vöktun áflugshættu muni gefa upplýsingar um áhrif háspennulínu á fugla og að merking línunnar í ljósi niðurstaðna vöktunar geti verið til þess fallin að draga úr áflugshættu fugla.“ Enn úrskurðar Skipulagsstofnun í nýjum úrskurði um Suðvesturlínur og kveður á um vöktun á áflugi (Skipulagsstofnun 2009).

Árið 2004 samþykkti fastanefnd Bernarsáttmálans tilmæli um „að draga úr hættu á áflugi á raflínur og raflosti fugla á rafmagnsmannvirkjum,“ nr. 110 (2004), á ensku: *On minimising adverse effects of above-ground electricity transmission*

¹ Endemic

facilities (power lines) on birds. Tilmælin í heild sinni er að finna á vef Bernarsáttmálans (2004). Nokkur atriði sem koma fram í tilmælunum og eiga við hér:

- 1) Skoða þann kost að leggja loftlínur í jörð á svæðum með sérstaklega fjölskrúðugu fuglalífi, sérstaklega á verndarsvæðum og svæðum sem hafa verið tilnefnd til Natura 2000 og Emerald Networks sem mikilvæg fuglasvæði (hélendis mætti styðjast við Náttúruminjaskrá og skrá um mikilvæg fuglasvæði (IBA), (aths. höfunda))
- 2) Línur verði merktar þar sem sérstaklega er hætt á áflugi.
- 3) Gera áætlun um hvernig í framtíðinni megi staðsetja línur með tilliti til fugla og hvernig best sé að koma í veg fyrir áflug.
- 4) Að línur verði lagðar í jörðu þar sem það er tæknilegra og fjárhagslega mögulegt.
- 5) Safna markvisst upplýsingum um áflug fugla á raflínur og raflost af völdum þeirra á svæðum með mikla þýðingu fyrir fugla eða þar sem fuglum er sérstaklega hætt við áflugi. Fyrirhugaðrar línuleiðir ætti að rannsaka með tilliti til fugla meðan undirbúningur þeirra stendur yfir. Það ætti að fela í sér að minnsta kosti árs rannsóknir, sem ná yfir hreyfingar fugla allan sólarhringinn.

Til að koma í veg fyrir eða draga úr áflugshættu á raflínur, er talið áhrifaríkt að merkja línur og möstur með áberandi hlutum eins og kúlum eða veifum. Við val á línustæði ætti að kortleggja nákvæmlega flugleiðir farfugla og/eða staðbundnar flugleiðir staðfugla, t.d. milli fæðustöðva og náttstaðar. Forðast ætti að skera í sundur mikilvæg fuglasvæði með línunum og taka þarf tillit til veðurfarsþátta. Fuglum er sérstaklega hætt við að fljúga á línur þar sem þokusælt er og einnig þar sem sterkir vindar eru tíðir. Jafnframt ætti að skoða landfræðilega þætti, eins og kletta eða tré sem neyða fugla til að hækka flug og fljúga yfir línuna. Staðsetja má raflínur þannig að hættan á áflugi minnkar (Bevanger 1994). Þessar leiðbeiningar eiga vafalítið einnig við varðandi þá framkvæmd, sem hér er til umfjöllunar.

Þegar fuglalíf var kannað á áhrifasvæði Þorlákshafnarlína var ekki fylgt ákvæði 5) í tilmælum Bernarsáttmálans (Bernarsáttmálinn, fastanefnd 2004), enda þótti það of kostnaðarsamt og tímafrekt. Það er mat höfunda, að áflugshætta á línuleiðunum sé ekki mikil, en þó þykir okkur rétt að minna á að þessi hættu er ávallt til staðar þar sem raflínur skera loftið. Þeir fuglar á athugunarsvæðinu, sem helst gætu verið í hættu, metið út frá tiltækum gögnum, eru annars vegar sílamáfar, en línurnar skera flugleið þeirra með Hverahlíð. Hins vegar nokkrir varpfuglar, sem virðast vera í meiri áhættu en aðrir, rjúpa, kjói og skúmur (Ólafur Einarsson 1998, óbirt gögn).

Engir hlutar athugunarsvæðis eru Náttúruminjaskrá, Náttúruverndaráætlun og skrá um Alþjóðlega mikilvæg fuglasvæði (IBA) vegna fuglalífs. Þorlákshafnarlínu 3, valkosti 2, er ætlað að liggja nærri Eldborg undir Meitlum, sem er á Náttúruminjaskrá (María Harðardóttir o.fl. 2003, Ólafur Einarsson 2000, Náttúruverndarráð 1996/ Umhverfisstofnun 2009).

4. Gróður

4.1. Aðferðir

Farið var um athugunarsvæðið og hluti þess gengin. Háplöntur voru skráðar og þeim safnað ef einhver vafi lék á greiningu og þær greindar síðar. Mosum og fléttusýnum var einnig safnað til greiningar á vinnustofu og var sú greining í höndum Ágúst H. Bjarnasonar. Einungis var safnað runna- og blaðfléttum en hrúðurfléttur láttnar eiga

sig. Gróðurathuganir voru aðallega gerðar á tímabilinu 12.-18. ágúst 2008, en gróður var jafnframt skráður meðfram fuglaathugunum í júní.

Gróðurfari var lýst og teknar myndir af gróðri og landi á fyrirhuguðu framkvæmdasvæði. Þekja og tegundasamsetning háplantna var könnuð á 56 reitum til þess að fá ítarlegri mynd af gróðrinum en plöntulisti gefur. Við þekjumælingu voru plöntur greindar til tegunda og þekja plantna metin sjónrænt. Við þær mælingar var notaður rammi 50×50 cm að stærð. Heildarþekja getur verið meiri en 100%, ef þekja einnar tegundar er t.d. 40% og annarrar 90%. Þekja var metin í prósentum (%) en niðurstöður birtar í Domin kvarða (4. viðauki). Staðsetning reita var tekin með GPS tæki. Miðað var við plöntuheighti eins og þau eru í Plöntuhandbókinni (Hörður Kristinsson 1986). Latnesk heiti eru birt í viðaukum en hjá þeim tegundum sem koma ekki fyrir þar þá er latneskt heiti haft í texta þegar hennar er fyrst getið. Í viðauka er íslenskum plöntum raðað eftir stafrófsröð á íslensku en mosum og fléttum er raðað eftir latneskri stafrófsröð þar sem íslensku heitin hafa flest ekki skotið rótum.

4.2. Niðurstöður

Athugunarsvæðið var nær allt vel gróið, en hraun þekja stóran hluta þess og það hefur mikil áhrif á gróðurfur. Alls fundust 127 tegundir háplantna og byrkninga. Flestar voru þær þurrlendisplöntur enda mjög lítið um votlendi á athugunarsvæðinu. Áberandi voru t.d. bláberjalyng, blávingull, bugðupunktur, grasvíðir, ilmreyr, krækilyng og stinnastör. Innfluttar tegundir voru sjaldséðar á fyrirhuguðum línuleiðum. Þar má nefna að á einum stað hafði verið sturtað mold úr einhverjum garðinum og slæðingar fylgt með s.s. skógarkerfill og brenninetla. Á uppgræðslusvæði á Hafnasandi var töluvert af alaskalúpínu (1. viðauki).

Mosar voru þær plöntur sem voru einkennandi fyrir svæðið, alls fundust 59 tegundir, 41 blaðmosi og 18 lifrarmosar (2. viðauki). Mosar voru mjög áberandi í hraunum og var hraungambri langalgengasti mosinn, hann var víða einráður og fáar aðrar plöntur í mosapembum í hraunum (1. og 5. mynd). Aðrir algengir mosar voru t.d. melagambri, snoðgambri, engjaskraut, tildurmosi og móasigð (2. viðauki). Fléttur voru á sumum stöðum áberandi, en alls voru skráðar 16 tegundir (2. viðauki). Algengasta fléttan var hreindýrakraókar (hreindýramosi öðru nafni) og litaði þeir mosamóann á afmörkuðum svæðum uppi á Hellisheiði (4. mynd). Hraunbreyskja fannst víða og svo fjallagrös og engjaskóf. Melakræða, grákrókar og grábreyrkja fundust einnig, svo einhver dæmi séu nefnd. Í fáeinum tilfellum hjá mosum og fléttum var einungis hægt að greina sýni til ættkvíslar en ekki til tegundar (2. viðauki).



4. Mynd. Hreindýrakraókar og krækilyng í móa. Ljós. JÓH.

Helstu gróðurfélög á athugunarsvæðinu eru mosamói (þar sem mosar eru ríkjandi gróður), lyngmói, bersvæðisgróður eða gróðurlítið land, snjódældir, uppgræðslusvæði, graslendi og votlendi. Þessi gróðurfélög eru ekki sjaldgæf á landsvísu nema þá helst snjódældirnar sem ekki ná yfir ýkja stór svæði þegar á heildina er litið. Lítið rask hefur orðið á gróðri nema þar sem virkjunarframkvæmdir hafa sett mark sitt á landið, þ.e.a.s. við Kolviðarhól. Ennfremur hefur gróðri verið raskað við raflínur, vegna slóða- og vegagerðar námavinnslu, annars er gróður að mestu óskertur nema af völdum beitar gegnum aldirnar.

Þorlákshafnarlína 2 kemur til með að liggja frá Kolviðarhóli. Þar er þó nokkuð graslendi sem teygir sig þaðan með jaðri Svínahrauns í norðvestur. Graslendi var ekki eins áberandi annars staðar. Síðan taka við hraun sem eru vaxin hraungambra og er hann ríkjandi planta á fyrirhugaðri línuleið í gegnum Þrengslin. Tveir valkostir eru gefnir fyrir línustæði í nágrenni við Þrengslin og við Sandfell, annars vegar valkostur 1 sem liggur vestar og nær Lambafellinu í gegnum Þrengslin og svo vestan Sandfells og hins vegar valkostur 2 sem fylgir Þrengslaveginum austan við Sandfell. Svipað gróðurfur er á báðum þessum svæðum í hrauninu: mosa og lyngmóar. Sunnan við Sandfell hefur gróðri verið raskað vegna malarnáms og þar er melur. Stöku melablett



5. mynd. Tjörn í Lambafellshrauni. Mýrarkragi um tjörn en handan tjarnar er þurrlendi og hraungambri ríkjandi. Ljós. JÓH.

er einnig að finna á leiðinni suður í átt að Búrfelli og Hlíðarendafjalli. Í Lambafellshrauni voru sumar hraunsprungur með vöxtulegum burknum. Í hrauninu eru nokkrar smátjarnir og mýrarblettir (5. mynd). Þegar kemur niður í Djúpadalshraun er gróður í hrauninu gróskumeiri og víða eru blómríkar lautir og gróður meiri en annars staðar á athugunarsvæðinu (7. mynd). Þegar hrauninu sleppir er komið niður á



6. mynd. Lúpína í hraunjaðrinum við Hafnarsand t.v. (ljós ÓE) og baungras (ljós. JÓH).



7. mynd. Gróðurmælingar í gróskumikilli hraunsprungu á athugunarsvæðinu. Ljós. JÓH.

Hafnasand. Við hraunjaðarinn er uppgræðsluvæði þar sem m.a. hefur verið sáð lúpínu og hefur hún skotið rötum í lyngmóanum í hraunjaðrinum (6. mynd). Þar voru einnig að finna töluverðar breiður af baunagrasi og eski (6. mynd).

Frá Hellisheiði á fyrirhuguð raflína, Þorlákshafnarlína 3, að liggja um Orustuhólshraun sem er þakið hraungambra. Í hrauninu eru nokkrar gjótur þar sem gróður var vöxtulegri en annars staðar í heiðinni. Einn möguleiki er að línan liggir norður og austur fyrir Skálafell, Þorlákshafnarlína 3, valkostur 1. Þar liggur línuleiðin að mestu um mosa- og lyngmóa. austur og suðaustur af Skálfelli er móinn rofinn vegna vatnsrofs og uppblásturs, en sunnan Skálafells er minni gróðurþekja og þar er



8. mynd. Melur sunnan Skálafells. Ljós. ÓE.

melur (8. mynd). Hann fer líklega að gróa upp þar sem beit er orðin lítil á Hellisheiði miðað við það sem var á síðustu öld. Mosa- og lyngmóinn er síðan samfelldur þegar komið er suðvestur af Skálafelli og allt yfir í Sanddalahlíð, en þar var graslendi nokkurt með snjódældum. Hinn möguleikinn er að línan liggja upp Hverahlíð og norður og vestur fyrir Skálafell, sem nefnist Þorlákshafnarlína 3, valkostur 2. Þá liggur línustæðið yfir Hverahlíð og þar má finna blómrikar brekkur og snjódældir. Uppi á Norðurhásum eru mosapembur áberandi allt yfir að Sandahlíð og Lönguhlíð en í þeim voru grasbrekkur með snjódældum með mosarimum á milli. Fyrir neðan tekur við Eldborgarhraun og þar eru mosapembur og er hraungambrinn ríkjandi, víða eru gjótur með fjölbreyttari gróðri. Í mögulegu línustæði með Krossfjöllum er hraun þar sem hraungambrinn er áberandi en hér er hraunið með fjölbreyttari gróðri en uppi á Hellisheiði. Athugunarsvæðin vegna valkosta 1 og 2 liggja saman neðan við hlíðina.

Þekja var skoðuð í 56 reitum í mismunandi gróðurfélögum, flestir reitirnir voru teknir í mólendi, enda voru mosa- og lyngmóar mest áberandi gróðurfélögin (3. viðauki). Mosar voru ríkjandi plöntur, fundust í 91% af reitunum, í flestum tilfellum var það hraungambri sem hafði mesta þekju og víða fundust fáar aðrar plöntur þar sem þekjan var mest (7. mynd). Fléttur voru víða og voru skráðar í 53,6% af reitunum en höfðu mun minni þekju en mosar (3. viðauki). Algengar háplöntur með mesta þekjuna voru bláberjalyng, blávingull, bugðupunktur, grasvíðir, hvítmaðra, ilmreyr og krækilyng, en þekja lyngtegundanna var ívið meiri en hinna. Krossmaðra, stinnastör, týtulíngresi og vallhæra fundust einnig í þó nokkrum reitum en þekja þeirra var almennt lítil (3. viðauki).

4.3. Verndarviðmið

Engar háplöntutegundir né byrkningar á valista fundust við athuganir sumarið 2008. Samkvæmt plöntuvalista þá vaxa engar valistaháplöntur þar sem athugunarsvæði liggur (Náttúrufræðistofnun 1996). Engar mosategundir né fléttutegundir á valista fundust við athuganir sumarið 2008. Samkvæmt plöntuvalista þá vaxa hvorki mosar né fléttur á valista á athugunarsvæðinu (Náttúrufræðistofnun 1996).

Upplýsingar um ýmsar lífverur hafa verið skrásettar eftir reitakerfi, en upprunalega var það hugsað til þess að skrásetja upplýsingar um útbreiðslu plantna (Hörður Kristinsson og Bergþór Jóhannsson 1970). Nú er hafinn vinna við að skrásetja plöntur á nákvæmari hátt, í 5x5 km reiti (Hörður Kristinsson 2009). Samkvæmt 10x10 km reitakerfinu þá er athugunarsvæðið í reitum 3761, 3762, 3860 og 3861. Flóra þessara reita er misvel þekkt samkvæmt upplýsingum á Plöntuvefsjá (2009). Í reit 3761 (Geitafell og nágrenni) voru skráðar 94 háplöntutegundir og byrkningar, enginn mosi og einungis fjórar fléttutegundir. Í reit 3762 (Selvogsheiði og nágrenni) voru skráðar 104 háplöntutegundir og byrkningar, ein tegund af mosa (tildurmosi) og sex tegundir fléttna. Í reit 3860 (Hellisheiði og nágrenni) voru skráðar 110 háplöntutegundir og byrkningar, 172 mosa- og 14 fléttutegundir. Í reit 3861 (Eldborgarhraun og nágrenni) voru skráðar 161 háplöntutegundir og byrkningar, 79 mosa- og 30 fléttutegundir. Reitir 3860 og 3861 er greinilega þeir sem eru best skoðaðir enda athafnasvæði vegna háhitavirkjana inni reit 3861, en hluti láglandis í Ölfusi inni á reit 3861. Til samanburðar fannst eins og áður segir 127 tegundir

háplantna og byrkninga, 59 tegundir mosa og 16 tegundir af fléttum á athugunarsvæðinu.

Fimm burknategundir fundust, en flestir burknar hafa takmarkaða útbreiðslu á landsvísu. Burknar sem hafa takmarkaða útbreiðslu á landsvísu fundust í gjótum í Lambafellshrauni og Eldborgarhrauni. Skjaldburkni fannst í Eldborgarhrauni en hann telst frekar sjaldgæfur. Stóriburkni er sjaldgæfur en hann fannst í Lambafellshrauni, þar fannst einnig þríhyrnuburkni. Í Djúpadalshrauni fannst þrílaufungur. Klettafrú fannst í hraundranga í Svínahrauni en henni hefur verið plantað þar ásamt skuggasteinbrjót og fleiri plöntum fyrir allnokkrum árum og þessar tvær tegundir þrífast ennþá. Klettafrú finnst annars nær eingöngu á Suðaustur- og Austurlandi (Hörður Kristinsson 2009). Skuggasteinbrjótur er hins vegar garðplanta. Á Hellsheiði, í hrauninu undir Hverahlíð, fannst ljósadúnurt í gjótu, hún er þar á jaðri útbreiðslusvæðis síns á Suðvesturlandi, en hún finnst ekki á Reykjaneskaga (Hörður Kristinsson 2009).

Nokkrar blaðmosategundir sem fundust hafa frekar takmarkaða útbreiðslu á landsvísu (Bergþór Jóhannsson 1989 og 1991). Þetta voru t.d. vætubrúskur og brúnburi en þeir fundust suður af Sandfelli. Lautahnúskur finnst víða um land, en telst ekki algengur mosi (Hörður Kristinsson 2009), hann fannst uppi á Hellsheiði við Hverahlíð. Fléttan hosuskóf fannst einnig á Hellsheiði, í hrauninu nærri Hverahlíð, þessa fléttu er helst að finna á miðhálandinu og er hún sjaldgæf á Suðvestur- og Vesturlandi (Hörður Kristinsson 2009). Ekki er til aðgengilegar upplýsingar á útbreiðslu lifrarmosa og því ekki vitað hvort að þeir mosar sem fundust hafi takmarkaða útbreiðslu á landsvísu. Plöntuvalisti fjallar heldur ekki um lifrarmosa og hornmosa, þar sem úrvinnsla á gögnum tengdum þessum flokkum var skammt á veg kominn þegar hann kom út (Náttúrufræðistofnun Íslands 1996).

4.4. Umhverfisáhrif

Vegna Þorlákshafnarlínu 2 eru þrír valkostir í boði sem hafa svipuð áhrif á gróður. Valkostur 1 hefur aðeins minni áhrif þar sem hann liggur meira um raskað land en hinar línuleiðirnar. Vegna Þorlákshafnarlínu 3 verður nýtt land brotið undir línuvegi og möstur bæði í valkosti 1 og 2. Gróðurfar var svipað á þessum tveimur leiðum og lítill munur á umhverfisáhrifum. Áhrif á gróður eru aðeins meiri á leið valkosti 2 þar sem þar voru mosapembur meiri og gróðursælar gjótur í hrauninu neðan Hverahlíðar. Við Krossfjöll liggja Þorlákshafnarlínur 2 og 3 saman og er leiðin þaðan um óraskað land sem er vel gróið nema á Hafnasandi.

Gróður sem fer undir línuvegi, mastursstæði og tengivirki tapast. Rafmagnsmöstur eru yfirleitt þannig staðsett að þau eru uppi á hryggjum eða bungum en ekki ofan í lautum, lægðum og snjóðældum þar sem fjölbreytni plantna er meiri en þar sem lítið skjól er fyrir veðri og vindum. Á athugunarsvæðinu er einungis mögulegt að nýta núverandi vegi og slóða að takmörkuðu leiti, á stórum hluta svæðisins verður farið um óröskuð svæði, þar sem engar raflínur eða önnur mannvirki eru fyrir og því er óumflýjanlegt að mosa- og lyngmói sem er ríkjandi á svæðinu verði raskað. Rof kemur í þessa gróðurheild. Þetta verður á línuleiðinni sem liggur frá Hellsheiði og niður í Eldborgarhraun og áfram niður á Hafnarsand, sérstaklega þar sem hraunið er gróðursælast, þegar kemur niður á láglandi, en í Djúpadalshrauni eru blómríkar lautir og gróður þar gróskumikill. Það er mat höfunda, að Þorlákshafnarlínur hafi því talsverð neikvæð áhrif á gróðurfar (3. tafla).

Framkvæmdin er talin hafa óveruleg áhrif á fugla og ekki er mikill munur á þeim valkostum sem eru í boði þar sem áflugshætta á línuleiðunum er ekki álitin mikil. Vegna þess að engir staðir með ríkulegu fuglalífi voru á þessu svæði. Þessi hætta er þó ávallt til staðar þar sem raflínur skera loftið. Þeir fuglar á athugunarsvæðinu, sem helst gætu verið í hættu, voru annars vegar sílamáfar, en línurnar virðast skera flugleið þeirra með Hverahlíð, Þorlákshafnarlína, valkostur 2. Hins vegar rjúpur, en ekki er talin vera munur á áhrifum valkosta á rjúpur með tilliti til legu þeirra.

3. tafla. Mat á áhrifum Þorlákshafnarlína á gróður og fugla.

	Fuglar	Gróður
Verulega jákvæð áhrif		
Talsvert jákvæð áhrif		
Óveruleg áhrif	X	
Talsvert neikvæð áhrif		X
Verulega neikvæð áhrif		
Óvissa um áhrif		
Engin áhrif		

5. Mótvægisáðgerðir

Línum og línulögnum fylgja tvenns konar ógnir fyrir fugla. Annars vegar ýmiss konar jarðrask og búsvæðaröskun, sem fylgir slóðagerð, framkvæmdum og mastursstæðum. Hins vegar hættan á að fuglar fljúgi á línurnar og bíði bana eða veslist upp af sárum sínum. Það er ótvíræður kostur að leggja nýjar línur samhliða eldri línunum, í staðinn fyrir að þær liggja tvist og bast. Slíkt dregur úr áflugshættu og sparar slóðagerð. Það er mat höfunda, að umræddar línur hafi lítil áhrif á fuglalíf, en þó einhver. Þeir fuglar sem helst gætu átt undir högg að sækja eru algengir varpfuglar, eins og heiðlóa, spói og þúfutittlingur. Búsvæði þeirra mun raskast við fyrrnefnt jarðrask, eins og raunin hefur verið á línuleiðum og virkjanasvæðum annars staðar á Hengilssvæði, hvort heldur er á meðan framkvæmdir standa yfir og að verklokum. Sömu tegundir ásamt rjúpu, kjóa og skúmi meðal varpfugla og sílamáfi meðal umferðarfugla er helst hætta búin af áflugi.

Skilyrðislaust ber að hlífa votlendi, vegna þess hve mikilvægt það er á þurrlendu svæðinu. Ekki ætti að leggja línuvegi eða hafa mastursstæði í þeim litlu

votlendisblettum sem er að finna í Lambafellshrauni. Til mótvægis við rask það sem verður af völdum mastra og slóðagerða má græða upp mela og rofbletti á svæðinu og nágrenni þess. Forðast ætti notkun á erlendum plöntum eins og alaskalúpínu og beringspunti (*Deschampsia beringensis*) við uppgræðslu, heldur nýta íslenskar plöntur við það verk og þá tegundir sem vaxa á viðkomandi svæði þar sem uppgræðslan fer fram.

Fylgja ætti þeim tillögum að mótvægisáðgerðum sem stungið er upp á til að minnka dreifingu síns og mosabruna við háspennumöstur í skýrslu sem gerð var á vegum Landsnets vegna gróðurskemmda við háspennumöstur á Suðvesturlandi (Rannsóknastofa Línuhönnunar 2007).

6. Heimildir

- Bartlett, J. 2007. *Reading vegetation: Plant community analysis and its applications*. http://www.britishecologicalsociety.org/epc/submission_bartlett/. (Sótt 5.11.2008)
- Bernarsáttmálin, fastanefnd 2004. „*Recommendation No. 110 (2004) on minimising adverse effects of above-ground electricity transmission facilities (power lines) on birds*” Sótt 17.7.2008: <https://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?id=847305&BackColorInternet=9999CC&BackColorIntranet=FFBB55&BackColorLogged=FFAC75>
- Bevanger, Kjetil 1994. *Bird interactions with utility structures: collision and electrocution, causes and mitigating measures*. Ibis 136:412-425.
- Bevanger, Kjetil & Henrik Brøseth 2001. *Bird collisions with power lines – an experiment with Ptarmigan (Lagopus spp.)*. Biological Conservation 99: 341-346.
- Bergþór Jóhannsson 1989. *Íslenskir mosar. Barnamosaætt*. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar 12. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík. 94 bls.
- Bergþór Jóhannsson 1991. *Íslenskir mosar. Brúskmosaætt*. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar 19. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík. 119 bls.
- Hörður Kristinsson 2009. <http://www.floraislands.is/latflora.htm>. (Sótt 7.5.2009)
- Hörður Kristinsson og Bergþór Jóhannsson 1970. *Reitaskipting Íslands fyrir rannsóknir á útbreiðslu plantna*. Náttúrufræðingurinn 70: 58-65.
- Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Gunnlaugur Pétursson & Jóhann Óli Hilmarsson 1994. *Útbreiðsla varpfugla á Suðvesturlandi. Könnun 1987-1992*. - Fjölrit Náttúrufræðistofnunar Nr. 25, 126 bls.
- María Harðardóttir (ritsj.) 2003. *Náttúruverndaráætlun 2004-2008. Aðferðafræði. Tillögur Umhverfisstofnunar um friðlýsingar*. Umhverfisstofnun, Reykjavík, 291 bls.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 1996. *Válisti 1. Plöntur*. Náttúrufræðistofnun Íslands. Reykjavík. 82 bls.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 2000. *Válisti 2. Fuglar*. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík, 103 bls.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 2008. *Plöntuvefsjá*. Vefslóð: <http://www.ni.is/> (Sótt 8.4.2009).
- Umhverfisstofnun 2009. *Náttúruminjaskrá. Skrá um friðlýst svæði og aðrar náttúruminjar*. 7. útgáfa. Reykjavík. 64 bls. Vefslóð: <http://www.ust.is/Natturuvernd/Natturuminjaskra/> (Sótt 7.4.2009).

- Ólafur Einarsson 1998. *Fuglar og raflínur*. Framvinduskýrsla vegna styrks úr Veiðikortasjóði árið 1997. Náttúrufræðistofnun Íslands, 10 bls.
- Ólafur Einarsson 2000. *IBAs in Iceland*. Bls. 341-363 í: M. F. Heath and M. I. Evans (ritstj). *Important Bird Areas in Europe: Priority sites for conservation*. (Um Ísland í: Skrá um alþjóðlega mikilvæg fuglasvæði í Evrópu). - BirdLife International, Cambridge.
- Ólafur Einarsson 2007. *Gróður á Hellisheiði og við Litla-Skarðsmýrarfjall*. Athuganir vegna fyrirhugaðra raflína á milli mögulegra virkjana á Hellisheiði og Hellisheiðarvirkjunar við Kolviðarhól. Unnið fyrir Landsnet h.f., 26 bls. + kort.
- Ólafur Karl Nielsen 2003. *Skógvist: Mófuglar og skógarfuglar á Héraði 2002*. Náttúrufræðistofnun, skýrsla NÍ 03010, 21 bls.
- Rannsóknastofa Línuhönnunar 2007. *Frumrannsóknir á gróðurskemmdum við háspennumöstur á Suðvesturlandi*. Landsnet, Reykjavík, 38 bls.
- Skipulagsstofnun 2009. *Suðvesturlínur. Styrking raforkuflutningskerfis á Suðvesturlandi*. Álit Skipulagsstofnunar um mat á umhverfisáhrifum, 28 bls.

7. Viðaukar

1. viðauki. Háplöntur og byrkningar sem voru skráðir sumarið 2008 á athugunarsvæði vegna fyrirhugaðra Þorlákshafnarlína.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Íslenskt heiti	Latneskt heiti
Aðalbláberjalyng	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Grávíðir	<i>Salix arctica</i>
Alaskalúpína	<i>Lupinus nootkatensis</i>	Gullmura	<i>Potentilla crantzii</i>
Alaskavíðir	<i>Salix alaxensis</i>	Gulmaðra	<i>Galium verum</i>
Augnfró	<i>Euphrasia wettsteinii</i>	Gulstör	<i>Carex lyngbyei</i>
Axhæra	<i>Luzula spicata</i>	Gulvíðir	<i>Salix phylicifolia</i>
Álftalaukur	<i>Isoetes echinospora</i>	Háliðagras	<i>Alopecurus pratensis</i>
Baldursbrá	<i>Matricaria maritima</i>	Hálingresi	<i>Agrostis capillaris</i>
Barnarót	<i>Coeloglossum viride</i>	Hárdepla	<i>Veronica officinalis</i>
Baunagras	<i>Lathyrus japonicus</i>	Hengistör	<i>Carex rariflora</i>
Beitilyng	<i>Calluna vulgaris</i>	Hnúskakrækill	<i>Sagina nodosa</i>
Beringspuntur	<i>Deschampsia beringensis</i>	Holtasóley	<i>Dryas octopetala</i>
Birki	<i>Betula pubescens</i>	Holurt	<i>Silene uniflora</i>
Bláberjalyng	<i>Vaccinium uliginosum</i>	Hrafnaklukka	<i>Cardamine pratensis</i>
Blágresi	<i>Geranium sylvaticum</i>	Hreggstaðavíðir	<i>Salix borealis</i> x <i>S. phylicifolia</i>
Blásveifgras	<i>Poa glauca</i>	Hrútaberjalyng	<i>Rubus saxatilis</i>
Blávingull	<i>Festuca vivipara</i>	Hundasúra	<i>Rumex acetosella</i>
Blóðberg	<i>Thymus praecox</i>	Hvítmaðra	<i>Galium normanii</i>
Blómsef	<i>Juncus triglumis</i>	Ilmreyr	<i>Anthoxanthum odoratum</i>
Brenninetla	<i>Urtica dioeca</i>	Jakobsffill	<i>Erigeron boreale</i>
Brennisóley	<i>Ranunculus acris</i>	Kattartunga	<i>Plantago maritima</i>
Brjóstagras	<i>Thalictrum alpinum</i>	Klettafrú	<i>Saxifraga cotyledon</i>
Brönugrös	<i>Dactylorhiza maculata</i>	Klóelfting	<i>Equisetum arvense</i>
Bugðupuntur	<i>Avenella flexuosa</i>	Klófífa	<i>Eriophorum angustifolium</i>
Burnirót	<i>Rhodiola rosea</i>	Klukkublóm	<i>Pyrola minor</i>
Einir	<i>Juniperus communis</i>	Kornsúra	<i>Bistorta vivipara</i>
Eski	<i>Equisetum hyemale</i>	Krossffill	<i>Senecio vulgaris</i>
Fellafífill	<i>Hieracium alpinum</i>	Krossmaðra	<i>Galium boreale</i>
Finnungur	<i>Nardus stricta</i>	Krækilyng	<i>Empetrum nigrum</i>
Fjalladepla	<i>Veronica alpina</i>	Lambagras	<i>Silene acaulis</i>
Fjallafoxgras	<i>Phleum alpinum</i>	Ljónslappi	<i>Alchemilla alpina</i>
Fjallapuntur	<i>Deschampsia alpina</i>	Ljósadúnurt	<i>Epilobium lactiflorum</i>
Fjallasmári	<i>Sibbaldia procumbens</i>	Loðvíðir	<i>Salix lanata</i>
Fjallasveifgras	<i>Poa alpina</i>	Lokasjóður	<i>Rhinanthus minor</i>
Flagahnoðri	<i>Sedum villosum</i>	Lógresi	<i>Trisetum spicatum</i>
Friggjargras	<i>Platanthera hyperborea</i>	Lyfjagras	<i>Pinguicula vulgaris</i>
Geithvönn	<i>Angelica sylvestris</i>	Mariústakkur	<i>Alchemilla vulgaris</i>
Geldingahnappur	<i>Armeria maritima</i>	Melablóm	<i>Arabidopsis petraea</i>
Gljávíðir	<i>Salix pentandra</i>	Melgresi	<i>Leymus arenarius</i>
Grasvíðir	<i>Salix herbacea</i>	Mjaðurt	<i>Filipendula ulmaria</i>
Grámulla	<i>Omalotheca supina</i>	Mosajafni	<i>Selaginella selaginoides</i>

1. viðauki. Frh. Plöntutegundr sem voru skráðir sumarið 2008 á athugunarsvæði vegna fyrirhugaðra Þorlákshafnarlína.

Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Íslenskt heiti	Latneskt heiti
Mosalyng	<i>Cassiope hypnoides</i>	Vallarsveifgras	<i>Poa pratensis</i>
Móasef	<i>Juncus trifidus</i>	Vallelfting	<i>Equisetum pratense</i>
Mógrafabrúsi	<i>Sparganium hyperboreum</i>	Vallhumall	<i>Achillea millefolium</i>
Músareyra	<i>Cerastium alpinum</i>	Vallhæra	<i>Luzula multiflora</i>
Mýrastör	<i>Carex nigra</i>	Vegarfi	<i>Cerastium fontanum</i>
Mýrfjóla	<i>Viola palustris</i>	Vætudúnurt	<i>Epilobium watsonii</i>
Naflagras	<i>Königia islandica</i>	Þríhyrnuburkni	<i>Phegopteris connectilis</i>
Njóli	<i>Rumex longifolius</i>	Þrílaufungur	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>
Ólafssúra	<i>Oxyria digyna</i>	Þúfusteinbrjótur	<i>Saxifraga caespitosa</i>
Rauðvingull	<i>Festuca rubra</i>	Ætihvönn	<i>Angelica archangelica</i>
Sauðamergur	<i>Loiseleuria procumbens</i>	Tegundir alls	127
Síkjabrúða	<i>Callitriche hamulata</i>		
Skariffill	<i>Leontodon autumnalis</i>		
Skeggsandi	<i>Arenaria norvegica</i>		
Skjaldburkni	<i>Polystichum lonchitis</i>		
Skollafingur	<i>Huperzia selago</i>		
Skógarkerfill	<i>Anthriscus sylvestris</i>		
Skriðlíngresi	<i>Agrostis stolonifera</i>		
Skriðsóley	<i>Ranunculus repens</i>		
Skuggasteinbrjótur	<i>Saxifraga x urbium</i>		
Skurfa	<i>Spergula arvensis</i>		
Smjörgras	<i>Bartsia alpina</i>		
Snarrótarpuntur	<i>Deschampsia caespitosa</i>		
Sortulyng	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>		
Stinnastör	<i>Carex bigelowii</i>		
Stóriburkni	<i>Dryopteris filix-mas</i>		
Tágamura	<i>Argentina anserina</i>		
Tjarnastör	<i>Carex rostrata</i>		
Tófugras	<i>Cystopteris fragilis</i>		
Trefjasóley	<i>Ranunculus hyperboreus</i>		
Tungljurt	<i>Botrychium lunaria</i>		
Túnnfíll	<i>Taraxacum sp.</i>		
Túnsúra	<i>Rumex acetosa</i>		
Túnvingull	<i>Festuca richardsonii</i>		
Týtulíngresi	<i>Agrostis vinealis</i>		
Umfeðmingur	<i>Vicia cracca</i>		
Undaffill	<i>Hieracium sp.</i>		
Vallarfoxgras	<i>Phleum pratense</i>		

2. viðauki. Lágplöntur sem voru skráðar sumarið 2008 á athugunarsvæði vegna fyrirhugaðra Þorlákshafnarlína.

Latneskt heiti	Íslenskt heiti	Latneskt heiti	Íslenskt heiti
a) Bláðmosar			
<i>Andreaea rupestris</i>	Holtasóti	<i>Sphagnum contortum</i>	Brúnburi
<i>Antitrichia curtipendula</i>	Hraukmosi	<i>Sphagnum subnitens</i>	Fjóluburi
<i>Bartramia ithyphylla</i>	Barðastrý	<i>Straminergon stramineum</i>	Seilmosi
<i>Bryum</i> sp.	Hnokkmosi ógr.	<i>Tetraplodon mnioides</i>	Beinadjásn
<i>Calliergonella cuspidata</i>	Geirmosi	<i>Warnstorfia sarmentosa</i>	Roðakló
<i>Dicranella crispa</i>	Rákarindill	Tegundir alls	41
<i>Dicranum angustum</i>	Vætubrúskur	b) Lirframosar (soppmosar)	
<i>Dicranum fuscescens</i>	Runnabrúskur	<i>Aneura pinguis</i>	Fleðmosi
<i>Dicranum scoparium</i>	Móabrúskur	<i>Anthelia julacea</i>	Vætluhéla
<i>Dicranoweisia crispula</i>	Kármosi	<i>Anthelia juratzkana</i>	Heiðahéla
<i>Fissidens osmundoides</i>	Vætufjöldur	<i>Barbilophozia hatcherii</i>	Urðalarfi
<i>Grimmia</i> sp.	Skeggmosi ógr.	<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	Hýmosi
<i>Grimmia montana</i>	Hlíðaskeggi	<i>Cephalozia pleniceps</i>	Heiðakrýli
<i>Grimmia torquata</i>	Hrokkinskeggi	<i>Diplophyllum albicans</i>	Urðaflipi
<i>Hylocomium splendens</i>	Tildurmosi	<i>Gymnocolea inflata</i>	Laugaslyðra
<i>Kiaeria falcata</i>	Lautahnúskur	<i>Gymnomitrium concinatum</i>	Grænkólfur
<i>Kiaeria starkei</i>	Dældahnúskur	<i>Gymnomitrium coralloides</i>	Grákólfur
<i>Mnium thomsonii</i>	Hnýflaskæna	<i>Hygrobiella laxifolia</i>	Angamosi
<i>Oncophorus elongatus</i>	Deigjuhnúður	<i>Jungermannia obovata</i>	Roðableðla
<i>Oncophorus wahlenbergii</i>	Mýrahnúði	<i>Lophozia</i> sp.	Lápmosi ógr.
<i>Plagiothecium cavifolium</i>	Holtagliit	<i>Lophozia sudetica</i>	Lautalápur
<i>Pleurozium schreberi</i>	Hrísmosi	<i>Lophozia ventricosa</i>	Urðalápur
<i>Pogonatum urnigerum</i>	Melhöttur	<i>Pleurocladula albescens</i>	Heiðaskjanni
<i>Pohlia cruda</i>	Urðaskart	<i>Ptilidium cilare</i>	Móatrefja
<i>Polytrichastrum alpinum</i>	Fjallalubbi	<i>Scapania</i> sp.	Leppmosar
<i>Polytrichum commune</i>	Mýrhaddur	<i>Scapania irrigua</i>	Mýraleppur
<i>Polytrichum juniperinum</i>	Jarðhaddur	<i>Tritomaria scitula</i>	Dílhaki
<i>Racomitrium elongatum</i>	Fjaðurgambri	Tegundir alls	18
<i>Racomitrium ericoides</i>	Melagambri	Heildarfjöldi mosategunda	59
<i>Racomitrium fasciculare</i>	Snoðgambri		
<i>Racomitrium heterostichum</i>	Silfurgambri		
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	Hraungambri		
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	Urðaskraut		
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	Engjaskraut		
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	Runnaskraut		
<i>Sanionia uncinata</i>	Móasigð		
<i>Schistidium</i> sp.	Kragamosar		
<i>Scorpidium revolvens</i>	Mýrkrækja		
<i>Sphagnum auriculatum</i>	Hornburi		

2. viðauki. Frh. Lágplöntur sem voru skráðar
sumarið 2008 á athugunarsvæði vegna
fyrirhugaðra Þorlákshafnarlína.

c) Fléttur

Latneskt heiti	Íslenskt heiti
<i>Cetraria aculeata</i>	Melakræða
<i>Cetraria islandica</i>	Fjallagrös
<i>Cladonia</i> sp.	Bikarflétta ógr.
<i>Cladonia arbuscula</i>	Hreindýrakrókar
<i>Cladonia cervicornis</i>	Tildurbikar
<i>Cladonia gracilis</i>	Þúfubikar
<i>Cladonia rangiferina</i>	Grákrókar
<i>Cladonia uncialis</i>	Gulkrókar
<i>Parmelia saxatilis</i>	Snepaskóf
<i>Peltigera canina</i>	Engjaskóf
<i>Peltigera lepidophora</i>	Hosuskóf
<i>Sphaerophorus fragilis</i>	Klettakrækla
<i>Stereocaulon alpinum</i>	Grábreyksja
<i>Stereocaulon rivulorum</i>	Melbreyksja
<i>Stereocaulon vesuvianum</i>	Hraunbreyksja
Tegundir alls	15

3. viðauki. Plöntur sem skráðar voru í athugunarreitunum 56 á athugunarsvæði vegna fyrirhugaðra Þorlákshafnarlína sumarið 2008. Þekja var metin á Domin kvarða og í töflunni er sýnt meðaltal mælinga fyrir hverja tegund. Alls voru skráðar 56 tegundir eða safntegundir, ekki var greint á milli fléttu- og mosategunda í þekjumælingum.

Plöntur	Skráð í reit	Ekki skráð í reit	Hámarksþekja í stökum reit	Meðaltal þekju
Fléttur	30	26	8	4,3
Mosar	51	5	10	8,6
Aðalbláberjalyng	9	47	7	4,9
Agrostris sp.*	4	52	8	6,5
Baunagras	1	55	8	
Beitilyng	4	52	9	8,0
Bláberjalyng	17	39	9	5,5
Blágresi	7	49	4	1,9
Blávingull	19	37	6	2,9
Blóðberg	6	50	6	3,7
Brennisóley	4	52	2	1,5
Brjóstagras	9	47	4	2,0
Brönugrös	2	54	3	2,0
Bugðupuntur	28	28	7	4,5
Burnirót	2	54	7	4,0
Eski	2	54	6	3,5
Finnungur	1	55	9	
Fjalladepla	1	55	1	
Fjallapuntur	1	55	4	
Fjallasmári	2	54	5	5,0
Friggjargras	1	55	1	
Geithvönn	1	55	4	
Grasvíðir	32	24	9	4,2
Grámulla	1	55	1	
Gulmaðra	6	50	7	3,0
Gulvíðir	2	54	6	3,5
Hálíngresi	4	52	4	3,5
Holurt	3	53	1	1,0
Hundasúra	1	55	4	
Hrafnaklukka	2	54	1	1,0
Hrútaberjalyng	3	53	2	1,3
Hvítmaðra	17	39	4	1,6
Ilmreyr	17	39	5	3,2
Klóelfting	1	55	1	
Klófífa	2	54	9	9,0
Klukkublóm	2	54	4	4,0
Kornsúra	11	45	4	1,7
Krossmaðra	15	41	5	3,3
Krækilyng	24	32	8	5,0

3. viðauki. Plöntur sem skráðar voru í athugunarreitunum 56 á athugunarsvæði vegna fyrirhugaðra Þorlákshafnarlína sumarið 2008. Þekja var metin á Domin kvarða og í töflunni er sýnt meðaltal mælinga fyrir hverja tegund. Alls voru skráðar 56 tegundir eða safntegundir, ekki var greint á milli fléttu- og mosategunda í þekjumælingum.

Plöntur	Skráð í reit	Ekki skráð í reit	Hámarksþekja í stökum reit	Meðaltal þekju
Lambagras	1	55	1	
Ljónslappi	6	50	6	3,5
Loðvíðir	2	54	2	1,5
Maríustakkur sp.	3	53	4	3,0
Melablóm	1	55	1	
Melgresi	1	55	4	
Mosajafni	4	52	2	1,3
Móasef	5	51	5	3,2
Mýrastör	1	55	4	
Mýrfjóra	5	51	4	2,0
Skriðlíngresi	5	51	5	3,6
Smjörgras	1	55	1	
Stinnastör	15	41	5	2,8
Túnfífill sp.	4	52	4	2,3
Túnsúra	1	55	1	
Túnvingull	8	48	5	3,4
Týtulíngresi	15	41	6	3,5
Undafífill sp.	1	55	1	
Vallhæra	12	44	4	1,7
Vegarfi	1	55	1	

*Í þekjumælingum var stundum erfitt að greina á milli grastegunda, sérstaklega ef grös höfðu verið bitin, þetta átti við língresi (*Agrostis* sp) í sumum tilfellum.

4. Viðauki. Þekja var metin í prósentum en síðar umbreytt í gildi á svokölluðum *Domin* kvarða. Miðað var við þau gildi á *Domin* kvarða sem birtur er á vef *British Ecological Society* (Bartlett 2007).

<i>Domin</i> -kvarði.	
<i>Domin</i> kvarði	Þekja %
10	91-100
9	75-90
8	51-74
7	34-50
6	26-33
5	11-25
4	4-10
3	<4 og margir einstaklingar
2	<4 og nokkrir einstaklingar
1	<4 og fáir einstaklingar

Viðauki 2

Ágúst H. Bjarnason, Graeme I. Paton, Gunnar Ólafsson, Hjörtur Ö. Arnason og Rannveig Guicharnaud, 2007. *Frumrannsóknir á gróðurskemmdum við háspennumöstur á Suðvesturlandi*. EFLA verkfræðistofa, Reykjavík. Unnið fyrir Landsnet hf.



LANDSNET

FRUMRANNSÓKNIR Á GRÓÐURSKEMMDUM VIÐ HÁSPENNUMÖSTUR Á SUÐVESTURLANDI



 Landbúnaðarháskóli Íslands

 UNIVERSITY
OF ABERDEEN

:: Vistfræðistofan

 EFLA
VERKFRÆÐISTOFA

SAMANTEKT

Eftir ábendingar grasufræðings um gróðurskemmdir við háspennumöstur Búrfellslínu 3B á svæði frá Selfjalli ofan Lækjarbotna að Hamranesi við Hafnarfjörð, var að beiðni Landsnets ráðist í frumrannsókn til að meta umfang og orsakir gróðurskemmdanna. Frumrannsókn beindist að eftirfarandi atriðum við háspennumöstur:

- Sýnileg áhrif á tegundir og þekju gróðurs, ásamt flatarmáli áhrifasvæðis.
- Orsakir gróðurskemmda og möguleg efnamengun.
- Útskolun efnamengunar úr jarðvegi og mosa í grunnvatn.
- Takmörkun gróðurskemmda og tillögur að frekari rannsóknum.

Gamburmosi (grámosi, *Racomitrium lanuginosum*) þekur gropið hraun frá nútíma og er þar ríkjandi gróður; hann tekur til sín næringu úr úrkomu, og bindur þungmálma og er því góður mengunarvísir. Í apríl og maí 2007 voru gerðar athuganir við þrjú háspennumöstur, sem eru af M-gerð. Þær fólust í mælingum á flatarmáli gróðurskemmda, gróðurskoðun og þekjumælingum, mælingum á heildarefnastyrk í mosa- og jarðvegssýnum, jarðvegslýsingu og flokkun, ákvörðun á efnasamsetningu og sýrustigi jarðvegs ásamt útskolunarprófi fyrir sínk. Jafnframt var í júní 2007, við eitt háspennumöstur, gerð vettvangsmæling með XRF-analyzer á yfirborðsmagni þungmálma. Jarðvegsmengunarforritið P20 var notað til að meta líkur á grunnvatnsmengun.

Uppsöfnuð galvanveðrun 16 ára M-masturs Búrfellslínu 3B var metin þriðjungur af heild (um 90 kg) og árlega sem 1,5 %. Efnasamsetning galvanhúðar er skv. gæðastöðlum: sínk >98 %, blý <1,4 %, kadmín <0,2 %. Niðurstöður frumrannsóknar benda eindregið til þess að staðbundnar gróðurskemmdir við háspennumöstur í Búrfellslínu 3B megi rekja til veðrunar á galvanhúð og dreifingar síns á gróðursamfélag gamburmosa. Aðrir þungmálmar eru ekki taldir valda skemmdum.

Við mastur kom gróðurskemmd fram sem svarbrúnn mosabruni. Mosabruni eða sínkbruni mosa er mjög staðbundinn á litlu svæði (samtals 0,002 km² á 20 km línuleið), ávallt 20-100 m út frá mastri undan megin úrkomuátt. Fer stærð áhrifasvæðis eftir hæðarmismun í landslagi t.a.m. í úfnu hrauni eða jafnvel þar sem

eru litlar þúfur er virðast hlífa mosa fyrir láréttri dreifingu síns og takmarka gróðurskemmd.

Sínkmengun virðist virka mest á mosa, en hefur einnig áhrif á sígrænar tegundir svo sem eini (*Juniperus communis*), sortulyng (*Arctostaphylos uva-ursi*) og krækilyng (*Empetrum nigrum*). Sínskáhrif á gróður eru ekki bersýnileg á dældagróður nálægt háspennumöstrum. Erfitt er að sjá fyrir um gróðurframvindu í sínkbrunnnum mosa. Líklegt má þó telja, að grasleitur gróður og krækilyng nái sér þar einna helst á strik.

Foráhættugreining metur litlar líkur á að útskolun á sínski eða þungmálmum gegnum mosajarðveg geti valdið grunnvatnsmengun. Brunninn mosi bindur sínk mjög vel. Hann mældist með hækkaðan styrk, allt að 735 mg Zn/kg (mælt meðalgildi 363 mg Zn/kg). Hinsvegar mældist ekki marktæk sínskhækkun í jarðvegi (brúnjörð), en hann er grunnur undir mosa (< 10 cm), þó að brúnjörð sé talin binda málma auðveldlega, þar eð hún er að mestu úr kolefni (9%), með hagstætt pH-gildi, og háan dreifistuðul (Kd 4.100-11.200 L/kg). Útreikningar með jarðvegsmengunarforriti (P20) leiddu í ljós að til þess að teljandi mengun á sínski geti borist í grunnvatn þyrfti sínskstyrkur í jarðvegssýnum að mælast hærri en 12.480 mg/kg. Sínsk í jarðvegi mælist svipað við möstur og fjarri þeim, um 73 mg/kg. Ekki er hægt að útiloka sínsklekt í gegnum fyllingarefni undirstöðuplans mastra og einhverja veðrun á blýi frá möstrum, þó frumniðurstöður bendi ekki til þess.

Vænlegar mótvægisaðgerðir til að minnka dreifingu síns og mosabruna eru þessar:

1. Við hönnun er þess gætt að undirstöðuplan og línuvegur séu höfð sem mest á svæði sem snýr undan aðalúrkomuátt (á SV-landi í NV frá mastri).
2. Koma fyrir sínskmön við jaðar undirstöðuplans eða vegstæðis, þ.e. skjólvegg með landslagshækkun NV við mastur.
3. Skoða þörf fyrir (og e.t.v. hanna lausn sem auðveldar) sínskaðsog undir háspennumöstrum, t.d. með sérstökum jarðvegsefnum.
4. Strangt gæðaeftirlit með gæðum og efnissamsetningu galvanhúðar.

Í skýrslunni eru lagðar fram tillögur um rannsóknir til að fá upplýsingar um og betra mat á áhrifum háspennumastra á umhverfi og hönnunarforsendur mótvægisaðgerða.

Efnisyfirlit

SAMANTEKT	3
1 INNGANGUR	7
1.1 FORSAGA OG VIÐFANGSEFNI RANNSÓKNAR	7
1.2 UMFJÖLLUNAREFNI FRUMRANNSÓKNAR, SVÆÐI OG AFMÖRKUN	7
1.3 MARKMIÐ OG RANNSÓKNAREFNI	8
1.4 RANNSÓKNARAÐILAR OG VERKASKIPTING	9
2 FRAMKVÆMD MÆLINGA	10
2.1 GRÓÐURATHUGANIR OG MÆLINGAR	10
2.2 SÝNATÖKUR OG EFNAGREININGAR	10
2.3 EFNAGREININGAR Á MOSA OG JARÐVEGI	11
2.4 JARÐVEGSMÆLINGAR	12
2.5 ÁHÆTTUPRÓFUN FYRIR GRUNNVATNSMENGUN	12
3 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	13
3.1 HÁSPENNULÍNUR OG GALVANHÚÐ	13
3.2 GRÓÐURFAR OG UMFANG SKEMMDA	15
3.3 ÞUNGMÁLMAR Í MOSA	17
3.4 ÞUNGMÁLMAR Í JARÐVEGI	17
3.5 VETTVANGSSKIMUN ÞUNGMÁLMA Á UNDIRSTÖÐUPLANI HÁSPENNUMASTURS	18
3.6 JARÐVEGSGERÐ OG ÚTSKOLUN ÞUNGMÁLMA	18
4 ÁLYKTANIR OG UMRÆÐA	20
5 FRAMVINDA OG TAKMÖRKUN GRÓÐURSKEMMDA	24
6 VIÐAUKAR	28
6.1 GRUNNGÖGN GRÓÐURATHUGANNA	28
6.2 GRUNNGÖGN EFNAGREININGA Á MOSA MEÐ ICP TÆKNI Á RANNSÓKNARSTOFU	30
6.3 GRUNNGÖGN EFNAGREININGA Á JARÐVEGI MEÐ ICP TÆKNI Á RANNSÓKNARSTOFU ...	31
6.4 GRUNNGÖGN VETTVANGSGREININGA Á MOSA OG JARÐVEGI MEÐ XRF TÆKNI	32
6.5 ÚTSKOLUNARPRÓF Í JARÐVEGI - AÐFERÐARFRÆÐI	33
6.6 GRUNNGÖGN FRÁ ANALYTICA VEGNA ÚTSKOLUNARPRÓFA	35
6.7 VEÐURFARSGÖGN	37
6.8 GRUNNGÖGN JARÐVEGSMÆLINGA	38

1 INNGANGUR

1.1 *Forsaga og viðfangsefni rannsókna*

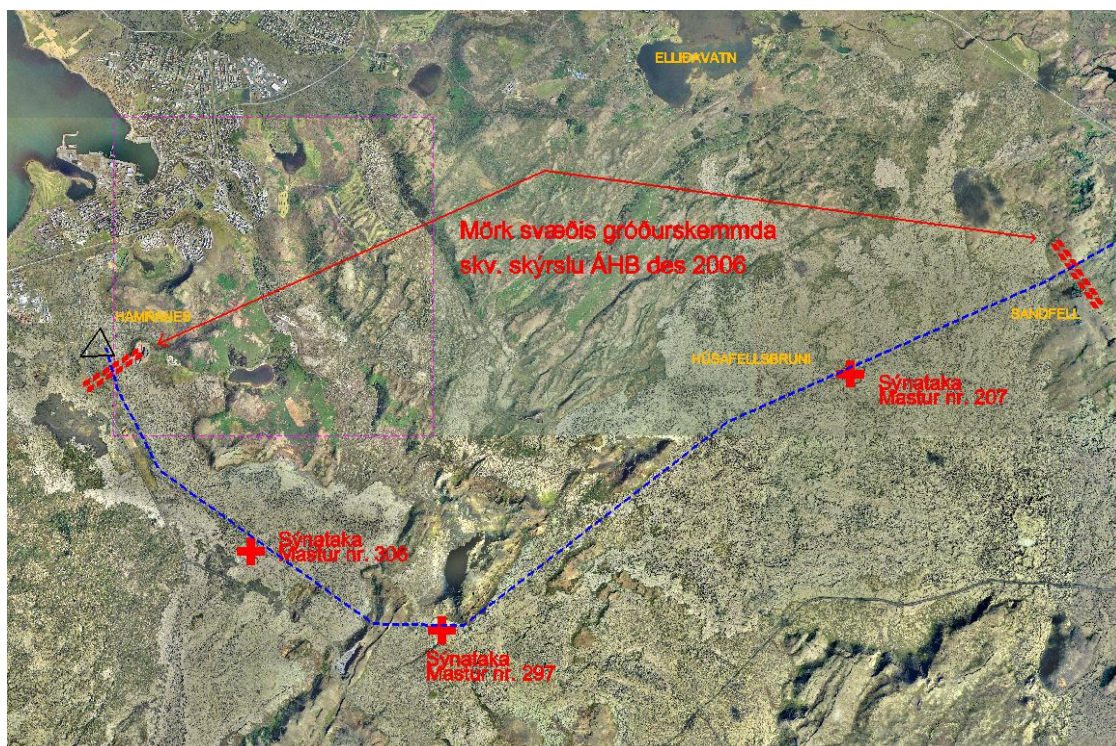
Í desember 2006 vann Vistfræðistofan gróðurskýrslu¹ um athuganir á línuleiðum frá Hellisheiði að Straumsvík í tengslum við mat á umhverfisáhrifum fyrirhugaðra háspennulína Landsnets á svæðinu. Skýrsluhöfundur, Ágúst H. Bjarnason grasafræðingur, bendir á að allmikið beri á gróðurskemmdum við háspennumöstur á línuleiðinni frá Selfjalli að Hamranesi og getur þess að á: „ *um 10 til 15 metra breiðu beltis og um 20-50 metra í norðvestur frá möstrum voru allar mosa- og fléttutegundir dauðar. Blómplöntur voru lifandi en sumar hverjar æði rytjulegar.*”

Landsnet brást við ábendingum um gróðurskemmdir og fól í lok mars 2007 Rannsóknastofu UmhverfisTækni hjá Línuhönnun hf (nú EFLU) að stýra frumrannsókn á gróðurskemmdum við háspennumöstur í Búrfellslínu 3B. Markmiðið var að meta umfang, orsakir, mengunaráhrif á lífríkið, vinna drög að vöktunarrannsókn og benda á leiðir til úrbóta. Tímarammi var miðaður við að frumrannsókn yrði lokið í júní.

1.2 *Umfjöllunarefni frumrannsókna, svæði og afmörkun*

Gróðurskemmdir var að sjá á svæðinu frá Selfjalli og að Hamranesi samkvæmt skýrslu Vistfræðistofunnar (mynd 1). Sýni voru tekin við þrjú háspennumöstur á því svæði þar sem gróðurskemmdir eru mest áberandi, en það skýrist af ríkjandi gróðurgerð. Undirlagið er hraun frá nútíma sem er í samfelldum breiðum, fremur slétt ofan við Undirhlíðar en úfið apalhraun víða annars staðar. Gróður á hrauninu er tiltölulega einsleitur, aðallega tegundasnaud mosapemba¹, ríkjandi tegund er gamburmosi (einnig nefndur hraungambri eða grámosi, *Racomitrium lanuginosum*) sem er einkennandi fyrir Ísland og er viðkvæmur fyrir öllu raski.

¹ Ágúst H. Bjarnason, Vistfræðistofan (desember 2006). Flóra og gróður á fyrirhuguðum línuleiðum frá Kolviðarhóli að Straumsvík. Endanleg útgáfa af skýrslunni var tilbúin í febrúar 2007.



Mynd 1 Afmörkun rannsóknarsvæðis á gróðurskemmdum við háspennumöstur

Rannsóknarsvæðið einkennist af ríkjandi hraungambra á gropnu hrauni, klætt tiltölulega þunnu jarðvegs-/mosalagi, þynnra en 50 cm. Ársúrkoma er töluvert mikil á svæðinu, áætluð um 1.000-1.600 mm,² en aðal úrkomuáttin suðaustur. Enn fremur er gegnumstreymi vatns hratt. Vegna jarðfræði svæðisins er ekki að finna þar yfirborðsvatn með lífríki sem háspennumöstur geta haft áhrif á.

Rannsóknarsvæðið er vatnsverndarsvæði og 3 möstur við Helgafell eru á brunnsvæði. Svæðið er vinsælt til gönguferða og náttúruskoðunar í næsta nágrenni við þéttbýli höfuðborgarsvæðisins.

1.3 Markmið og rannsóknarefni

Á rannsóknarsvæðinu er gamburmosi drottnandi tegund með mikla þekju en lítið ber á öðrum tegundum. Mosar taka flestir upp næringu úr úrkomu allt árið um kring. Þeir eru næmir fyrir loftbornum efnum og geta safnað í sig efnum eins og þungmálmum.

² Vatnaskil 2004. Höfuðborgarsvæði. Grunnvatns- og rennislíkan. Árleg endurskoðun fyrir 2004.

Því þótti strax líklegt að orsakir gróðurskemmda við möstur mætti rekja til þungmálmamengunar frá galvanhúð og var ákveðið að nota efnainnihald í gamburmosa sem mælikvarða á efnamengun.

Frumrannsókn miðaðist við að fá upplýsingar um umfang, orsakir og afleiðingar gróðurskemmda við háspennumöstur á afmörkuðu rannsóknarsvæði við Búrfellslínu 3B. Einnig að gefa upplýsingar um nauðsyn frekari rannsókna á áhrifum háspennumastra á umhverfi og undirbyggja vöktunaráætlun og mótvægisáðgerðir.

Í upphafi frumrannsóknar var sóst eftir að fá upplýsingar um áhrif háspennumastra innan rannsóknarsvæðisins með því að kanna:

- Sýnilegt áhrifasvæði mastra á gróður, þekju og flatarmál gróðurskemmda
- Umfang gróðurskemmda og næmni mismunandi tegunda
- Tilvist efnamengunar og orsakir gróðurskemmda
- Tilfærsla efnamengunar úr mosa og jarðvegi í grunnvatn
- Takmörkun gróðurskemmda og tillögur að frekari rannsóknum

1.4 *Rannsóknaraðilar og verkaskipting*

Að rannsóknarvinnu komu Gunnar Ólafsson efnafræðingur á Rannsóknarstofu UmhverfisTækni hjá Línuhönnun hf, sem stýrði verkefni, hafði umsjón með vettvangsskoðun, sýnatökum og efnagreiningum ásamt skýrslugerð. Ágúst H. Bjarnason grasfræðingur Vistfræðistofunnar, sá um gróðurathuganir. Rannveig Guicharnaud jarðvegsfræðingur hjá Landbúnaðarháskóla Íslands, framkvæmdi jarðvegsathuganir og prófessor Graeme I. Paton jarðvegsmengunarfræðingur við Háskólann í Aberdeen kom að vettvangsgreiningum á mengun og var til ráðgjafar um túlkun gagna og áhættugreiningu á grunnvatnsmengun. Hjörtur Örn Arnason mælingamaður á Línuhönnun hf. sá um flatarmálmælingar við möstur og kortagerð.

2 FRAMKVÆMD MÆLINGA

2.1 *Gróðurathuganir og mælingar*

Gróðurathuganir fóru fyrst fram 4. apríl og mælingar síðan gerðar 23. maí 2007. Þar sem gróður var mjög skammt á veg kominn 23. maí það ár gefa gróðurmælingar ekki nema takmarkaða mynd af gerð gróðursamfélaganna. Þetta verður að hafa í huga, þegar niðurstöður mælinganna eru skoðaðar.

Við gróðurmælingarnar voru afmarkaðir mælireitir (50x50 cm), þar sem þekja hverrar tegundar, auk dauðs mosa og steina, var metin frá 1 til 6 eftir endurbættum kvarða, sem kenndur er við Hult-Sernander-Du Rietz:

Tala (þekja):	1 (< 1/16)	2 (1/16 – 1/8)	3 (1/8 – 1/4)
	4 (1/4 – 1/2)	5 (1/2 – 3/4)	6 (> 3/4)

Unnið var úr niðurstöðum þekjumælinga í tölvuforritinu Twinspan (5; PC-Ord 5, 2006) og fæst þá greinargott yfirlit yfir ólík gróðurfélög (Tafla II).

Flatarmál svæða með gróðurskemmdum var mælt af mælingamanni með nákvæmum Trimble staðsetningartækjum en aðstæður voru góðar á svæðinu. Jaðar gróðurskemmda var metinn sjónrænt eftir skilgreiningu gróðurfræðings.

2.2 *Sýnatökur og efnagreiningar*

Í vettvangsferð sem farin var 4. apríl 2007 voru tekin sýni til efnagreininga við 3 háspennumöstur (merkt nr. 277, 279 og 306) og eru staðsetningar þeirra sýndar á mynd 1. Við hvert mastur voru sýni tekin á þremur stöðum; tvö sýni innan svæðis sýnilegra gróðurskemmda og eitt sýni frá ósnortnum mosa til viðmiðunar:

Sýni 1, merkt GS-1: Tekið um 10 m NV frá mastri, innan svæðis gróðurskemmda.

Sýni 2, merkt GS-2: Tekið um 10 m innan jaðars gróðurskemmdasvæðis.

Sýni 3, merkt ÓS: Tekið um 300 m SA frá mastri, á svæði með ósnortinn gróður.

Hreinn gamburmosi var tekinn af yfirborði til að fá hámarksstyrk aðskotaefna í mosa. Undir mosanum var safnað jarðvegssýni um 20 cm frá yfirborði. Sýni, alls 9 af mosa og 9 af jarðvegi, voru sett í plastpoka og flutt á rannsóknastofu og fryst. Sýnum var haldið vel kældum við flutning á rannsóknastofu ALS Analytica í Svíþjóð þar sem þau voru efnagreind.

2.3 Efnagreiningar á mosa og jarðvegi

Fyrir efnagreiningu voru sýni mosa og jarðvegs þurrkuð við 50°C. Snefilefna- og þungmálmagreining var gerð fyrir alls 16 mismunandi frumefni og þungmálma með ICP-tækni skv. gæðahandbók ALS Analytica. Þurrvigtarhlutfall var ákvarðað og efnainnihald reiknað út frá þurrvig.

Ennfremur var, í vettvangsferð 9. júní 2007 við mastur 297, mældur styrkur þungmálma “ semi-quantitative” með XRF hand-röntgentæki (Thermo Scientific NITON). Aðferðin (samræmi við US EPA Method 6200) er heildarefnagreining á sýni og líkist því fullkominni upplausn og greiningu með ICP-tækni eins og nefnt er að ofan. Aðferðin hentar því vel til að skilgreina útbreiðslu mengunar í jarðvegi. Hún er fljótvirk (í þessari forrannsókn var hvert sýni mælt í 20 sekúndur en skekkju má minnka með lengri greiningartíma). Skekkja og greiningarmörk eru þó ekki með besta móti þar sem áferð og rakainnihald sýnis í mörkinni er yfirleitt ekki sú sama og á fínmöluðum staðli á rannsóknastofu. Vottuð magngreining með XRF fæst einungis þegar sýni hefur fengið sömu meðhöndlun (þ.e. þurrkun og fínmölnun) og staðall sem notaður er til magngreiningar.

Útskolunarpróf voru gerð á jarðvegssýnum sem tekin voru við möstur nr. 277, 297 og 306 (sömu sýni og notuð fyrir snefilefnagreiningar). ALS Analytica vottaðar (accredited) mælingar LS/10 og LS/2 skv. stöðlunum EN 12457-2. Sjá einnig hér neðar í kafla um foráhættugreiningu á grunnvatnsmengun.

2.4 Jarðvegsmælingar

Jarðvegsmælingar frá sýnatökustöðum við möstur nr. 277, 297 og 306 voru gerðar, auk athugana við mastur nr. 265 við Selfjall, af Rannveigu Guicharnaud jarðvegsfræðingi LbHÍ. Jarðgerð var skilgreind m.t.t. kornastærðar, undirlags, litar, rúmpyngdar (bulk density), áferðar, sýrustigs og kolefnisinnihalds, og þykkt jarðvegs áætluð.

2.5 Áhættuprófun fyrir grunnvatnsmengun

Notað var jarðvegsmengunarforritið P20 til að meta líkur á útskolun sínks úr jarðvegi með skemmdum gróðri í grunnvatn. Forritið reiknar út dreifingu mengandi efna milli mismunandi hólfa jarðvegs á grundvelli mikilvægustu afl- og eðlisrænu þátta hans. Mikilvægast í þessu samhengi er svokallaður dreifistuðull, K_d (e. partition coefficient). Dreifistuðull lýsir sambandi efnasambands á yfirborði jarðvegsagna í jafnvægi við vatnslausn sem umlykur agnirnar. Dreifistuðull ræðst af magni lífræns efnis og leirinnihalds jarðvegs og í tilfelli sínks hækkar hann í báðum tilvikum með auknu innihaldi lífræns efnis og leirs. Eftir því sem dreifistuðull hækkar færast jafnvægisstaða efnasambands í átt að yfirborði jarðvegsagna og minnkar því hreyfanleyki þess í umhverfinu. Dreifistuðull var reiknaður með því skola þekkt magn af jarðvegi með þekktu rúmmáli af vatnslausn. Styrkur sínks í jarðvegi og vatnslausn var síðan mældur og K_d reiknaður út frá hlutfallinu: Styrkur í jarðvegi (mg/kg)/Styrkur í vatnslausn (mg/l) = K_d L/kg. Mæling var framkvæmd af Analytica í Svíþjóð. Dreifistuðull reiknaðist á bilinu 4.100 til 11.200 L/kg. Notað var hámarksgildi fyrir Zn sem leyft er í grunnvatni, 3 mg/L³. Nánari lýsingu á útreikningum á dreifistuðlum er að finna í viðauka.

³ Páll Stefánsson 2007. Verndun vatnsgæða – Vatnsverndarflokkun. Ráðstefnurit frá Málþingi um Vötn og vatnasvið á höfuðborgarsvæðinu – ástand og horfur.

3 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

3.1 *Háspennulínur og galvanhúð*

Háspennumöstur Búrfellslínu 3B eru með svokallaða M-lögun og framleidd úr galvanhúðuðu stáli. Þau voru tekin í notkun árið 1992, líklega reist árið 1991.



Mynd 2 M-mastur í Búrfellslínu 3B

Upplýsingar um nákvæmt efnainnihald galvanhúðar á háspennumöstrum Búrfellslínu 3B liggur ekki fyrir, en ekki er vitað til þess að þau séu frábrugðin gæðastöðlum fyrir galvanhúðun.⁴ Efnasamsetning galvanhúðar er að mestu hreinn sínkálmur Zn. Hreinleiki er mismunandi eftir gæðum og framleiðsluaðferð, þ.e. frá 98,0 til 99,995 % Zn af efnispunga. Önnur meginefni í galvanhúð eru blý Pb, að hámarki 1,4-0,003 % og kadmín Cd, að hámarki 0,2-0,003 % af efnispunga. Önnur efni í galvanhúð eru m.a. járn Fe, tin Sn, og ál Al.⁵

⁴ Egill Þorsteins, 2007. Zinc á möstrum í BU3B. Minnisblað. Línuhönnun 4. apríl 2007 og munnlegar upplýsingar.

⁵ Páll Stefánsson 2001. Heitgalvanisering á járn, sínkálmur á járn með niðurdýfingu í bráðið sínk. Skýrsla í umhverfisefnafræði HÍ undir leiðsögn Þórs Tómassonar.

Meðalþungi burðarmastra: M-möstur í Búrfellslínu 3B eru um 6.900 kg. Kröfur um meðalþykkt galvanhúðar á nýjum möstrum er 95-115 μm . Galvanþungi er almennt um 3-4% af þunga masturs eða um 207-276 kg galvanhúð á mastur. Veðrun af hverju mastri er metin 3-9 kg/ári m.v. 1,5-3 % tæringarhraða. Það þýðir að um 3-9 kg af galvanefni veðrast af einu mastri árlega.⁴ Tæring er mest á fyrsta ári. Tæring á nýrri galvanhúð getur verið hröð í raka ef sínhýdroxíðlag nær að myndast yst og þá molnar úr húðinni. Að jafnaði myndast sínkoxíðlag (ZnO) yst sem skolast ekki auðveldlega af. Galvanhúð er stundum lökkuð eða yfirborðsmeðhöndluð með lífrænum efnum til að auka endingu.⁵

Háspennumöstur Búrfellslínu 3B eru 16 ára gömul og eru ekki yfirborðsmeðhöndluð yfir galvanhúð (t.d. máluð). Veðurfarsupplýsingar frá Veðurstofu Íslands⁶ sýna að úrkomuáttir úr suðaustri til austurs ríkja á höfuðborgarsvæðinu og sama á líklega við á rannsóknasvæðinu. Við skoðun á neðri hluta mastra á rannsóknasvæðinu var eyðing sýnileg á galvanhúð sem snýr í SA, en þó ekki mjög greinileg ryðmyndun. Galvanhúð var greinilega minna veðruð á efnishlutum sem snúa í NV.

Til að átta sig á því hvað orsakað geti gróðurskemmdir á rannsóknasvæðinu voru upplýsingar um mögulega hámarksveðrun galvanhúðar frá háspennumöstrum Búrfellslínu 3B og mögulega dreifingu þungmálma frá þeim dregnar saman í töflu 1. Forsendur gefnar: Heildargalvanþungi 276 kg. Veðrun eða tæringarhraði 10% fyrsta ár og síðan 1,5% árlega með endingartíma galvanhúðar um 60 ár.

Tafla 1.. Möguleg hámarksveðrun galvanhúðar af M-mastri

		Heildarmagn á mastri	Veðrað af árið 2007	Veðrun nú árlega
Galvanhúð	100%	< 276 kg	< 90 kg	< 4 kg
þ.a. sínk, Zn	< 98,0 %	< 270 kg	< 88 kg	< 4 kg
þ.a. blý, Pb	< 1,4 %	< 3,9 kg	< 1,3 kg	< 0,1 kg
þ.a. kadmín, Cd	< 0,2 %	< 0,55 kg	< 0,18 kg	< 0,01 kg

⁶ Trausti Jónsson 2007. Tölvupóstur til GÓ 18. maí 2007.

Skv. þessu er galvanveðrun 16 ára M-masturs Búrfellslínu 3B metin vera orðin þriðjungur af heild árið 2007 (að hámarki 90 kg af 276 kg heild) og vera árlega 1,5 %.

3.2 Gróðurfur og umfang skemmda

Gróðurskemmdir við háspennumöstur í Búrfellslínu 3B eru aðallega í stefnu norð-vestur, undan aðal úrkomuáttinni. Umhverfis hvert mastur er jafnan haft gróft fyllingarefni, um 5-10 metra út frá miðju masturs. Þar fyrir utan kemur skemmt svæði, sem teygir sig 50-100 m í norðvestur.

Flatarmál svæðis gróðurskemmda við mastur mældist að jafnaði um 1.800 m² (500-4.000 m²) en flatarmál undirstöðuplans er um 200 m². Rannsóknasvæði var á um 20 km langri línuleið (möstur merkt nr 265-310, meðalhaflegd 384 m). Ef grannsvæði er skilgreint 100 m beggja megin línunnar, er flatarmál grannsvæði rannsóknasvæðis alls 4 km². Áhrifasvæði sínkbruna er samtals um 0,002 km² eða um 0,05 % af grannsvæði.

Flatarmál gróðurskemmda mældist langminnst við mastur neðan Undirhlíða (nr 306) þar sem apalhraunið á mastursstæði er mjög úfið og grýtt, sjá nánar umfjöllun í inngangi.

Á flestum stöðum er gamburmosi einkennistegund, en hann verður fyrir mestum sýnilegum skaða. Unnt er að skipta skemmda geiranum út frá mastri í þrjú svæði: I. Nær allur gamburmosi dauður, meiri hluti gróðurskemmdasvæðis. II. Innan við helmingur mosabekjunnar dauður. III. Lófastórir blettir af gamburmosa mjög dökkir.

Fáar plöntur voru sprotnar, þegar athuganirnar fór fram. Ekki voru sjáanlegar skemmdir á nýmynduðum grænum vefjum. Áhrifa mengunar gætir fyrst og fremst á sígrænum tegundum. Greinilegar skemmdir koma fram á eftirtöldum tegundum:

A. Háplöntur: Einir (*Juniperus communis*), sortulyng (*Arctostaphylos uva-ursi*), krækilyng (*Empetrum nigrum*), blóðberg (*Thymus arcticus*), beitleyng (*Calluna vulgaris*) og sauðamergur (*Loiseleuria procumbens*).

B. Mosar: Gamburmosi (*R. lanuginosum*), *Pogonatum urnigerum*, *Ptilidium ciliare*.

Gera má ráð fyrir því, að fleiri tegundir mosa hafi orðið fyrir áhrifum mengunar, því að langflestir mosar eru fjölærir. Líklegt má telja, að einhverjar tegundir séu þegar horfnar, einkum þær, sem að öðru jöfnu vaxa í gamburmosabreiðu. Ýmsar tegundir vaxa í vari, eins og í gjótum og sprungum og hafa ekki orðið fyrir áhrifum, þó að þær séu innan mengunarsvæðisins.

Athygli vekur, að engar fléttur báru merki mengunar, en þær eru þó taldar viðkvæmari flestum öðrum tegundum. Sérstaklega var eftirtektarvert, að við eitt mastur (það er austasta mastrið) voru mjög ríkulegar breiður af *Cladonia arbuscula* og bar hún engin merki menngunar. Þá sáuust ekki heldur nein merki mengunar á örfáum lambagrasapúfum (*Silene acaulis*), sem uxu á svæðinu.



Mynd 3 Smásjármyndir af brunnum og heilbrigðum gamburmosa

Áhrif mengunar lýsa sér í því, að frumurnar missa lit og frumuveggir verða brúnir. Mynd 3 sýnir annars vegar heilbrigt blað gamburmosa og þverskurð af heilum stöngli og hins vegar dautt blað og þverskurð af skemmdum stöngli.

3.3 Þungmálmar í mosa

Grunngögn og heildarniðurstöður eru gefnar í viðauka skýrslu. Þungmálmarnir sínk (Zn), blý (Pb) og kadmín (Cd), þ.e. aðalefni galvanhúðar, voru skoðaðir sérstaklega og meðalgildi borin saman af skemmdu og ósnortnu svæði. Niðurstöður með útreiknuðum meðalgildum og staðalfrávikum eru sýndar í töflu 2.

Tölfræðiprófun á marktækni var gerð með einhliða t-prófi. Var prófun gerð á hvort meðalgildi efnainnihalds mosa frá gróðurskemmdasvæði væri marktækt hærra en af ósnortnu svæði innan 95 % öryggismarka. Marktækniprófun leiddi í ljós að aðeins er marktæk hækkun á sínk (Zn) innan svæðis á brunnnum mosa. Hvorki er marktæk hækkun á blýi (Pb) né kadmíni (Cd), en sýni voru fá og breytileiki mikill milli sýna. Þungmálmar í gamburmosa á nokkrum stöðum á Íslandi⁷ mældust: að jafnaði (staðalfrávik): Kadmín 0,76 (+/- 0,44) mg/kg, blý 5,5 (+/- 2,5) mg/kg og sínk 46,1 (+/- 18,7 mg/kg).

Tafla 2.. Meðalstyrkur þungmálma í mosa (mg/kg þurrvigti)

	Ósnortið svæði meðalgildi (+/- stdev)	Gróðurskemmdir meðalgildi (+/- stdev)	Hækkun (t critical = 1,89, p<0.05)
Kadmín, Cd	0,02 mg/kg (+/- 0,004)	0,04 mg/kg (+/- 0,019)	ómarktæk (t = 1,47 < t crit)
Blý, Pb	3,5 mg/kg (+/- 1,7)	13,5 mg/kg (+/- 12,2)	ómarktæk (t = 1,36 < t crit)
Sínk, Zn	9 mg/kg (+/- 12)	363 mg/kg (+/- 295)	marktæk 40 föld (t = 2,01 > t crit)

Styrkur sínks hækkar 40-falt innan gróðurskemmdasvæðis í nánd við háspennumöstur. Meðalhækkun á sínkstyrk í mosa á gróðurskemmdasvæðum, þ.e. sínkstyrkur frá háspennumöstrum, reiknast um 353 mg/kg þurrvigti.

3.4 Þungmálmar í jarðvegi

Grunngögn og heildarniðurstöður eru í viðauka skýrslunnar. Meðalgildi fyrir styrk þungmálmana Zn, Pb, Cd eru gefin í töflu 3. Hækkun á meðalefnainnihaldi í jarðvegi

mælist nokkur fyrir blý (Pb), en engin fyrir sínk (Zn) né kadmín (Cd). Tölfræðiþrófun (t-próf) leiddi í ljós að ekki var marktæk hækkun á blýi (Pb) í jarðvegi á gróðurskemmdasvæði miðað við ósnortið ($t_{Pb} 0,75 < t_{crit} 1,89$).

Pungmálmar í jarðvegi á nokkrum stöðum á Íslandi⁷ mældust að jafnaði (staðalfrávik): Kadmín 0,63 (+/- 0,58) mg/kg, blý 5,8 (+/- 3,4) mg/kg og sínk 83,0 (+/- 19,0 mg/kg).

Tafla 3. Meðalstyrkur þungmálma í jarðvegi (mg/kg þurrvig)

	Osnortið svæði meðalgildi (+/- stdev)	Gróðurskemmdir meðalgildi (+/- stdev)	Hækkun (t critical = 1,89, p<0.05)
Kadmín, Cd	0,15 mg/kg (+/- 0,019)	0,15 mg/kg (+/- 0,052)	engin
Blý, Pb	6,6 mg/kg (+/- 1,6)	11,6 mg/kg (+/- 8,9)	ómarktæk (t = 0,75 < t crit)
Sínk, Zn	73 mg/kg (+/- 18)	73 mg/kg (+/- 20)	engin

Athygli vekur að mikil hækkun á sínki í mosabruna er ekki merkjanleg í jarðvegi beint undir mosanum, sem bendir til að jafnvel brunninn mosi bindi vel sínk.

3.5 Vettvangsskimun þungmálma á undirstöðuplani háspennumasturs

Styrkur sínks var mældur í grófri mól undir mastri nr. 297 og mældist hann 43.720 mg/kg með XRF mælingu á staðnum, sem er langtum hærrí styrkur en í jarðvegi og mosa umhverfis möstur. Styrkur sínks í ómengaðri mól var ekki mældur en algengur styrkur sínks í íslensku basalti er 63 mg/kg⁷. Líklegt þykir að hér hafi verið um að ræða sinkhýdroxíðlag sem hefur molnað af mastrinu. Þar sem sinkhýdroxíð er torleyst efnasamband í vatni er á þessu stigi ekki talið líklegt að mikið skolist niður í grunnvatn vegna uppleysingar sinkhýdroxíðs. Aðrir þungmálmar voru undir greiningarmörkum með XRF handtæki (sjá greiningarmörk í viðauka 5.3). Áður en nokkuð er hægt að fullyrða verður þó að rannsaka þennan þátt betur.

3.6 Jarðvegsgerð og útskolun þungmálma

Grunngögn jarðvegsmælinga eru í viðauka skýrslunnar. Jarðvegsgerð á rannsóknasvæðinu er *brúnjörð* (Brown Andosol). Brúnjörðin er hinn klassíski þurrlendisjarðvegur, og í henni er oft mikið af allófan og járnhýdrati, en það eru leirsteindir sem binda hvað best mengandi málma. Brúnjörð af rannsóknarsvæði

mældist að meðaltali með sýrustig pH 6,01 og hátt kolefnishlutfall, um 9,0 %. Nokkur munur mælist á pH-gildi hjá LbHÍ á Íslandi og hjá Analytica á sýnum af sama svæði (sjá viðauka), sem stafar fyrst og fremst af misleitni í jarðveginum. Þannig er algengt að pH-gildi sömu jarðvegsgerðar geti sveiflast frá t.d. 6,2 upp í 7. Á þessu pH-bili er stuðpúðaeiginleiki jarðvegsins mjög takmarkaður og lítið þarf til að breyta pH-gildinu, til dæmis dugar smávægileg breyting á kolefnis- eða leirinnihaldi.

Við mastur nr. 277 og 297 er kornastærð í jarðvegi silt (*silty loam*), sem bendir til þess að jarðvegur hafi töluverða bindigetú fyrir málma, og er Kd á bilinu 4.160 til 9.360 L/kg. Við mastur nr. 306 neðan Undirhlíða er kornastærð sandur (*sandy loam*), jarðvegur er fremur sendinn og hefur því minni bindigetú en á öðrum svæðum. Jarðvegsþykkt þar er lítil, eða um 1cm, og hraun gropið.

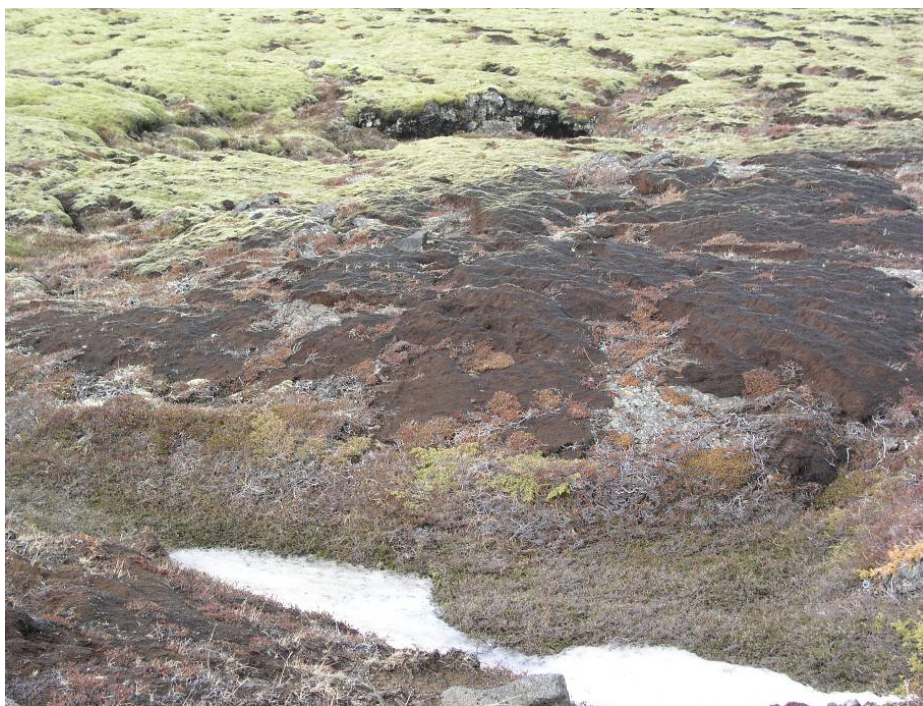
Mat á hættu á útskolun sínks í gegnum jarðveg niður í grunnvatn með P20 jarvegsmengunargreiningu (sjá kafla um framkvæmd mælinga) gaf gildi fyrir Level 1 remedial target milli 12.480 mg/kg Zn og 33.750 mg/kg Zn. Það þýðir að til þess að einhver síngmengun geti borist í grunnvatn þyrfti síngstyrkur í jarðvegsýnum að mælast hærri en 12.480 mg/kg þar sem lægsti Kd-stuðull mælist, og 33.750 mg/kg þar sem hæstur Kd-stuðull mælist, sem er langt yfir hæstu mældu gildum fyrir síng í jarðvegi á rannsóknasvæðinu (100 mg/kg þurrvigt).

Tafla 4. Mældur síngstyrkur í jarðvegi og hámark fyrir hættu á útskolun

Sýni	Kd L/kg	Mælt Zn mg/kg	Hæsta leyfilega Zn mg/kg
277 BM	7090	78	21.270
277 M	4160	62	12.480
297 BM	7770	62	23.310
297 M	9360	87	28.080
306 BM	6670	46	20.010
306 M	11250	100	33.750

4 ÁLYKTANIR OG UMRÆÐA

Gróðurskemmdir við háspennumöstur koma fram sem brunnin mosapemba, svarbrún að lit, og eru mjög áberandi í mosapembum með allskörpum litaskilum, sjá mynd 4.



Mynd 4 Gróðurskemmd eða mosabrúni við háspennumöstur

Gamburmosi er einkennistegund fyrir gróður á rannsóknarsvæðinu, en hann verður fyrir mestum sýnilegum skaða. Sigrænn hágróður verður einnig fyrir áhrifum, þó í minna mæli, eins og krækilyng og einir, sjá mynd 5.

Athygli vekur að engar fléttur báru merki mengunar, en eru þó taldar viðkvæmari flestum plöntum. Gróður á mosabrunnu svæði er mun tegundafærri en á ósnortnu svæði.

Gróður í dældum mjög nærri möstrum var lítið brunninn og ekki sjáanlegar skemmdir á nýmynduðum grænum vefjum, sjá mynd 4.

Lauslegar athuganir á öðrum svæðum benda til að sýnileiki gróðurskemmda minnki í samræmi við minni þekju mosa og stærri þekju háplantna.



Mynd 5 Sigrænn einir rytjulegur í mosabruna en ekki dauður

Mosabrúni er staðbundinn með mismikilli þekju á 500-2.000 fm svæði og er sýnilegur í allt að 100 m fjarlægð undan aðal úrkomuátt frá háspennumöstrum. Þekja mosabrúna minnkar með fjarlægð. Mjög áberandi er að lítil hækkan í landslagi, jafnvel örfáir cm, virðist nægja til að mynda nægilegt var svo minni mosabrúni verður áberandi skjólmegin, þ.e. mishæðir, þótt litlar séu, veita eins konar " þúfunaskjól" , sjá mynd 5. Þetta er sérstaklega áberandi því fjær sem dregur frá mastri. Þar sem landslag er mishæðótt eins og á svæði neðan Undirhlíða, er fjarlægð skremmda frá mastri styttri og flatarmál mosabrúna mun minna (helmingur til fjórðungur) en ella, sjá mynd 6. Vegna þessara " þúfunakjólshrifa" má því gera ráð fyrir að sínk dreifist hlutfallslega langa leið lárétt með landi, þ.e.a.s. veðrun galvanhúðar sé mest í sterkum úrkomuvindum.



Mynd 5 og 6 Þúfna- og landslagsskjól fyrir mosa gagnvart sínkmenngun

Niðurstöður frumrannsóknar benda eindregið til að staðbundnar gróðurskemmdir við háspennumöstur í Búrfellslínu 3B megi rekja til veðrunar á galvanhúð og dreifingar síns yfir gamburmosapembur. Það er ályktað út frá mælingum á uppsöfnun þungmálma í mosanum. Sínkbrunninn mosi mælist innihalda 40-falt sínk miðað við ósnortinn mosa. Önnur frumefni mælast með lágan styrk m.v. bakgrunnsgildi⁷ í gamburmosa. Tölfræðilega marktæk hækkun kemur fram í brunnum mosa. Nokkur hækkun mælist á blýi næst mastri og er því mögulegt að blýmengun berist frá möstrum. Hækkun er þó ekki tölfræðilega marktæk, en sýni eru of fá til að draga megi traustar ályktanir.

Mosinn bindur sínk frá möstrum og er meðalstyrkur í brunnum mosa um 350 mg/kg að jafnaði skv. mælingum hér. Þekkt er að sínk í háum styrk í jarðvegi takmarkar gróðurframvindu og þá miðað við tölur frá 100-200 mg/kg fyrir viðkvæmar plöntur, m.a. fléttur⁸. Rannsókn á loftborinni þungmálmamengun í jarðvegi og plöntum frá háspennulínunum erlendis leiddi í ljós vaxtarhamlandi áhrif sínkmenngunar á gróður, en þó ekki vegna kadmín.^{9,10} Í þessum rannsóknum voru ekki gerðar mælingar á blýi.

Efnagreiningar á mosa og jarðvegi, ásamt jarðvegsgreiningum á brúnjörð af rannsóknasvæðinu og foráhættugreiningu á grunnvatnsmengun, benda til þess að litlar líkur eru á að sínk eða aðrir þungmálmur geti skolast í gegnum jarðveg í grunnvatn. Sé miðað við Kd-gildi í töflu í viðauka, má styrkur síns í jarðvegi vera frá 12.480 mg/kg til 33.750 mg/kg svo sínkstyrkur í jarðvatninu fari ekki yfir viðmiðunarmörk. Styrkur í þessum athugunum mældist aldrei yfir 100 mg/kg og telst

⁷ E. Panek og B. Kepinska 2002. Trace metals (Cd, Cu, Pb, Zn) and sulphur content in soils and selected plant species of Iceland. *Icel. Agr. Sci.* 15, 2002: 3-9.

⁸ R. Eisler 1993. Zinc Hazards to Fish, Wildlife, and Invertebrates: A synoptic Review. *Biological Report 10. Contaminant Hazard Reviews Report 26*, bls. 4.

⁹ R. Jones & S.E. Burgess 1984. Zinc and cadmium in Soils and Plants Near Electrical Transmission (Hydro) Towers. *Environ. Sci. Technol.*, vol 18, No. 10,

¹⁰ R. Jones, K.A. Prohaska and S.E. Magdalena 1988. Zinc and cadmium in corn plants growing near electrical transmission towers.

Því mjög ólíklegt að sínk leiti niður í grunnvatn, komist það í snertingu við jarðveg á svæðinu.

Lítill hluti af veðruðu sínki frá möstrum getur borist í gegnum gropið hraun á rannsóknasvæðinu, en magnið er talið hverfandi og hætta á grunnvatnsmengun þar með mjög lítil. Mosalaust land á rannsóknasvæði er metið um 20% að hámarki. Útreikningar á fræðilegu hámarksmagni sínks frá mastri¹¹ gerðu ráð fyrir að 9 kg sínks gætu borist árlega frá M-mastri. Ef gert er ráð fyrir jafnri dreifingu og að 20% efnisins berast beint í grunnvatn, getur fræðileg hækkun á sínkstyrk orðið mest 5 µg/L, það er 0,1-0,2% af leyfilegum styrk. Sínk er almennt ekki talið skaðlegt fyrir menn og dýr¹².

¹¹ Þróstur Grétarsson 2007. Útskolun á sínki í neysluvatn. Minnisblað, Línuhönnun, 2. maí 2007.

¹² US departement of Health and Human Services 2005. Toxicological profile for zinc.

5 FRAMVINDA OG HINDRUN GRÓÐURSKEMMDA

Fyrirliggjandi upplýsingar um gróðurframvinndu eftir mosabruna eru mjög takmarkaðar og því erfitt að sjá fyrir um væntanlegar gróðurfarsbreytingar við Búrfellslínu 3B. Athuganir hafa verið gerðar á breytingum sem urðu á gróðri vegna áhrifa frá iðnaði í Straumsvík. Breytingarnar eru að því leyti sambærilegar, að mosi þolir mengun síst og hverfur. Þar jókst þekja krækilyngs mest í kjölfarið. Ósennilegt er, að sínk hafi valdið þar skemmdum, og því er ekki um sambærilega mengun að ræða. Hitt er miklu sennilegra, að graskenndar tegundir verði mest áberandi við háspennumöstrin, ef gróður þar nær sér á strik að nýju.

Til að reyna að spá fyrir um gróðurframvindu á rannsóknasvæði Búrfellslínu 3B þarf meiri upplýsingar úr gróðurathugunum við möstur í eldri línunum en hinni 16 ára gömlu Búrfellslínu 3B, og þá á svæðum með áberandi mosapekju.

Með yfirborðsmeðhöndlun eða lökkun á sínki er hægt að minnka tæringarhraða á galvanhúð og þar með loftborna dreifingu sínks, sjá niðurstöðukafla framar. Þessháttar lausnir virðast vera notaðar í Sviss, m.a. við flest háspennumöstur, til að minnka tæringarhraða á galvanhúð og jarðvegsálag við mannvirki.¹³ Í tilvitnaðri grein kemur fram að umhverfisvandamál geta skapast við hreinsun eldri mannvirkja fyrir yfirborðsmeðhöndlun.

Erfitt er að snúa gróðurframvindu við og er líklegt að gróður á mosabrunnu svæði verði langan tíma að ná fótfestu. Ættu tilraunir til að minnka síngmengun að miðast við það, þ.e. horfa til lausna þegar unnið er að nýjum raforkumannvirkjum.

Til að minnka eða komast hjá sjónrænum áhrifum af völdum gróðurskemmda vegna tæringar á galvanhúð háspennumastra, væri kleift að taka tillit til þess við hönnun og hafa mótvægisaðgerðir tilbúnar.

¹³ J. Marti & A. Stettler 2001. Korrosionsschutz und Umwelt. UWSF – Z Umweltschem Ökotox 13 (3) 185-188.

Mótvægisáðgerðir gegn fyrirsjáanlegum gróðurskemmdum krefjast hönnunar sem tekur tillit til staðsetningar masturs á undirstöðufyllingu og vegalagningar ásamt landslagsformun. Þær geta minnkað gróðurskemmdir umtalsvert. Má þar nefna:

1. Plön við möstur séu sem mest á líklegu gróðurskemmdasvæði, þ.e. undan aðal úrkomuátt (NV við mastur á SV-landi), sjá mynd 7 til skýringar.
2. Stækka flatarmál plans undan aðal úrkomuátt, mynd 7.
3. Hanna línuvegsstæði svo liggi yfir gróðurskemmdasvæði.
4. Búa til “ sínkön” , þ.e. skjólvegg með landslagshækkun og eins mætti hækka vegstæði sem minnkar sínkdreifingu, sjá mynd 8 til skýringar.
5. Skoða þörf og e.t.v. hanna lausn sem felur í sér sínkaðsog undir háspennumöstrum.t.d. með sérstökum jarðvegsefnum.



Mynd 7 Staðsetning línuvegjar og plans við möstur er mikilvæg



Mynd 8 Úfið hraun virkar sem náttúruleg sínkön við mastur nr 306 á svæði neðan Undirhlíða. Þar er flatarmál svæðis með gróðurskemmdum við mastur mun minna en þar sem slétt helluhraun er við möstur.

Nánari rannsóknir á gróðurskemmdum þarf til að finna nauðsynlegar hönnunarforsendur fyrir ofangreinda liði, það á sérstaklega við um lið 4. Einnig þarf frekari rannsóknir til að fá betri upplýsingar um umhverfisáhrif vegna sínkengunar.

Hönnunarforsendur mótvægisáðgerða og betra mat á umhverfisáhrifum fást með:

1. Skoðun á útbreiðslu og eðli gróðurskemmda almennt á misgömlum línuleiðum.
2. Vettvangsmælingum á yfirborðsmagni þungmálma á og við möstur.
3. Vöktunarmælingum á veðrun og tæringarhraða galvanhúðar á háspennumöstrum.
4. Mælingum á láréttri dreifingu sínks með úrkomusöfnun og síngreiningu.
5. Könnun á legu sínkmenaðra svæða nærri viðkvæmum vistkerfum (ferskvatn).

Rannsóknir gætu m.a. falist í eftirfarandi:

- ◆ Mæla lárétta dreifingu á sínski frá nýgalvanhúðuðu mastri með úrkomusöfnun og síngreiningu yfir langt tímabil.

- ◆ Skoða hversu útbreiddar gróðurskemmdir og síngmengun eru almennt á línuleiðum og reyna að meta gróðurframvindu hjá misgömlum möstrum til að gera grein fyrir hvort sjónræn vandamál sé aðallega að finna á línuleið Búrfellslínu 3B. Vettvangsskimun (screening) til að afmarka menguð svæði er unnt að gera með XRF handmælitæki. Það mælir þungmálma í yfirborði staðbundið eins og lýst hefur verið að framan.

- ◆ Skoða hvort línuleiðir liggi hjá lífríki sem er viðkvæmt fyrir síngmengun eins og t.d. ferskvatni með hægri endurnýjun. Ýmsir hryggleysingjar og fiskar, t.d. laxfiskar geta verið viðkvæmir fyrir síngmengun ef málmurinn nær að myndað uppleysanlegt efnasamband.⁸

- ◆ Lífmassi í jarðvegi gegnir mikilvægu hlutverki í næringarefnahringrás jarðvegs og rannsóknir á áhrifum sínski á hann gætu auðveldað túlkun á orsökum gróðurskemmda.

6 VIÐAUKAR

6.1 *Grunngögn gróðurathuganna*

Þar sem gróður var mjög skammt á veg kominn 23. maí 2007 gefa gróðurmælingar ekki nema takmarkaða mynd af gerð gróðurfélaganna. Þetta verður að hafa í huga, þegar niðurstöður eru skoðaðar.

Helstu niðurstöður þekjumælinga voru þessar: Í 17 athugunarreitum var allur gamburmosi dauður. Þessir reitir liggja næst möstrunum í stefnu norð-vestur (dálkur í töflu II lengst til hægri). Ekki fundust þar aðrar tegundir, svo að mjög sennilega eru þær, sem óhjákvæmilega hafa vaxið þar, löngu horfnar.

Í 15 athugunarreitum (dálkur til vinstri í töflu II) voru verulegar skemmdir á gamburmosa, en þó voru hér og hvar sprotar óskaddaðir. Þeirri spurningu er ósvarað, hvort þessi mosi hafi sloppið við mengun eða hér sé um endurvöxt skemmds mosa að ræða. Krækilyng (*Empetrum nigrum*) og sauðamergur (*Loiseleuria procumbens*) báru greinileg merki um skemmdir, en ekkert sá á öðrum tegundum.

Í 23 reitum (dálkur fyrir miðju í töflu II), sem má skilgreina sem krækilyngs- og beitilyngsmóa, bar sums staðar á dauðum mosa. Greinilegar skemmdir voru á blóðbergi (*Thymus arcticus*), krækilyngi (*Empetrum nigrum*) og sauðamergi (*Loiseleuria procumbens*) nema í þremur reitum. Utan mælinga voru einir (*Juniperus communis*) og sortulyng (*Arctostaphylos uva-ursi*) og báru þau augljós merki um mengun. Á hinn bóginn var sums staðar nóg af fléttum (einkum við mastur 267) og sáust engin ummerki skemmda á þeim.

Tafla: Niðurstöður þekjumælinga

	<i>Athugunarreitir (1-54)</i>		
	222222233323435	11115445544544	1111112333333444
	560237892340913	12345678901234781246035	4567891456789012
<i>Teg.</i>	<i>Þekja 1-6</i>		
Cla arb	1-----	1311221212122-----	-----
Thy arc	-----	111-1-1-1111 -----	-----
Ste alp	-----	--11--1-11-1-----	-----
Pel can	-----	-----1-----	-----
Hyl spl	-----	-----1-----	-----
Pti cil	-----	-----1-----	-----
Cla unc	-----	-----1-----	-----
Bis viv	-----	-1-----11--1-----	-----
Sal her	-----	--21312-----11-----	-----
Alc alp	-----	-----12-----	-----
Sal phy	-----	-----1-----	-----
Emp nig	-----	-2 1223-215133-1144-1--12	-----
Gra min	-----	11111212233331212-1-111	-----
Cet isl	-----	-1--11-1-1--11111--1-----	-----
Cal vul	-----	211-----1-4361133--	-----
Gal nor	-----	-1-1-11-1-----11	-----
Car pet	-----	-----1-----	-----
Cla spp	-----	-111-----11-----	-----
Loi pro	-----	-2 -----2---1-3-	-----
Rac lan	111111334422266	-2-424---6656-1221--2--	-----
Pog urn	1-----	-----1--1-----	-----
Cla fur	-1-----	-----	-----
Ste ves	-----	-1--1--- -----1-12	-----
Dautt	666666341154312	62625251501201022100400	6666666666603562
Steinar	130000001311012	00010000000000010066063	0000000112266216

Skammstafanir tegundarheita: Alc alp, Alchemilla alpina, ljónslappi; Bis viv, Bistorta vivipara, kornsúra; Cal vul, Calluna vulgaris, beityllyng; Car pet, Cardaminopsis petraea, melablóm; Cet isl, Cetraria islandica, fjallagrös (flétta); Cla arb, Cladonia arbuscula, fléttutegund; Cla fur, Cladonia furcata, fléttutegund; Cla spp, Cladonia spp., ógreindar fléttutegundir; Cla unc, Cladonia uncinata, fléttutegund; Emp nig, Empetrum nigrum, krækilyng; Gal nor, Galium normanii, hvítmaðra; Gra min, graskenndar tegundir; Hyl spl, Hylocomium splendens, mosategund; Loi pro, Loiseleuria procumbens, sauðamergur; Pel can, Peltigera caniona, fléttutegund; Pog urn, Pogonatum urnigerum, mosategund; Pti cil, Ptilidium ciliare, lifrarmosategund; Rac lan, Racomitrium lanuginosum, gamburmosi; Sal her, Salix herbacea, grasvíðir; Sal phy, Salix phylicipholia, gulvíðir; Ste alp, Stereocaulon alpinum, fléttutegund; Ste ves, Stereocaulon vesuvianum, fléttutegund.

Feitletraðar þekjutölur þar sem sýnilegar skemmdir eru á plöntum.

6.2 Grunn gögn efnagreininga á mosa með ICP tækni á Rannsóknastofu

Mæld efni (mg/kg þv) í mosasýnum frá svæði gróðurskemmda:									
	Meðalgildi	Stdev	Hámark	RUT 277		RUT 297		RUT 306	
				BM	M	BM	M	BM	M
TS %	30,1	5,4	37,0	37	21,6	26,3	31,1	32,8	31,8
Al	5928	3547	11200	2350	4910	4420	9400	3290	11200
As	0,246	0,138	0,423	0,102	0,264	< 0,1	0,387	0,198	0,423
Cd	0,036	0,019	0,062	0,0188	0,0538	0,0252	0,0621	0,0157	0,042
Co	1,911	1,301	3,890	0,707	1,17	1,41	3,89	1,1	3,19
Cr	7,03	5,07	15,80	1,95	4,53	6,37	15,8	3,68	9,87
Cu	9,15	3,89	14,50	5,34	6,01	8,97	14,5	6,8	13,3
Fe	8797	5683	18000	3150	8010	5880	13100	4640	18000
Hg	0,254	0,162	0,466	0,0633	0,376	0,198	0,33	0,0902	0,466
Mn	56,1	51,1	138,0	15,5	23,1	32,9	102	25,1	138
Mo	0,126	0,043	0,205	0,0857	0,114	0,097	0,142	0,113	0,205
Ni	6,2	4,0	11,9	2,33	3,19	5,75	11,9	3,87	10,4
Pb	13,5	12,2	34,4	3,02	34,4	5,27	16,7	3,61	18
S	338	93	509	244	326	285	365	296	509
Si	122	21	151	104	122	112	99,9	151	141
Sn	0,297	0,137	0,465	0,199	0,465	0,182	0,415	0,146	0,374
V	21	17	50	6,91	13,7	11,1	31,8	12	50,1
Zn	363	295	735	84	735	115	682	136	423

Mæld efni (mg/kg þv) í mosasýnum frá ósnortnu svæði:									
	Meðalgildi	Stdev	Hámark	RUT 277		RUT 297		RUT 306	
				V	V	V	V	V	V
TS %	32,3	2,5	34,2	29,4		33,2		34,2	
Al	4400	2720	7430	2170		7430		3600	
As	0,251	0,129	0,399	0,186		0,399		0,167	
Cd	0,019	0,004	0,023	0,0202		0,0226		0,0149	
Co	1,494	1,045	2,670	0,673		2,67		1,14	
Cr	4,92	3,23	8,41	2,03		8,41		4,31	
Cu	7,49	2,59	10,00	4,82		10		7,65	
Fe	6427	4162	11100	3120		11100		5060	
Hg	0,088	0,014	0,104	0,0829		0,104		0,077	
Mn	52,9	40,5	99,6	28,9		99,6		30,1	
Mo	0,118	0,037	0,157	0,0837		0,157		0,112	
Ni	4,0	1,6	5,4	2,32		5,42		4,34	
Pb	3,5	1,7	5,4	2,04		5,4		3,16	
S	300	65	373	250		373		277	
Si	131	54	180	73,1		180		141	
Sn	0,237	0,047	0,287	0,228		0,287		0,195	
V	16	12	30	6,75		29,8		11,6	
Zn	9	2	12	6,88		11,7		8,5	

Marktækniprófun á hækkun þungmálma í mosa á gróðurskemmdasvæði

	Kadmín Cd		Plý Pb		Sink Zn	
	Gróður- skemmd	Ósnortið	Gróður- skemmd	Ósnortið	Gróður- skemmd	Ósnortið
Mean	0,036	0,019	14	3,5	363	9,0
Variance	0,00037	0,00002	149	2,9	86924	6,0
Observations	6	3	6	3	6	3
df	7		7		7	
t Stat	1,47		1,36		2,01	
P(T<=t) one-tail	0,09		0,11		0,04	
t Critical one-tail	1,89		1,89		1,89	

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

6.3 Grunn gögn efnagreininga á jarðvegi með ICP-tækni á Rannsóknarstofu

Mæld efni (mg/kg þv) í jarðvegssýnum frá svæði gróðurskemmda:									
	Meðalgildi	Stdev	Hámark	RUT 277		RUT 297		RUT 306	
				BM	M	BM	M	BM	M
TS %	42	15	60	18	33	44	60	51	48
Al	32317	9052	41300	17900	25100	38000	38300	33300	41300
As	1,8	1,1	3,2	3,2	2,9	0,8	2,1	0,8	1,0
Cd	0,15	0,05	0,22	0,21	0,12	0,14	0,22	0,08	0,13
Co	15	9	25	5	5	15	25	16	23
Cr	32	17	52	14	15	50	52	30	29
Cu	41	15	57	21	24	53	57	40	49
Fe	51050	10697	63600	32700	46400	55200	57300	51100	63600
Hg	0,12	0,07	0,22	0,22	0,20	0,07	0,06	0,07	0,10
Mn									
Mo	0,62	0,68	2,00	0,38	0,37	0,38	0,33	0,27	2,00
Ni	20,6	11,3	37,3	9,1	7,2	26,5	37,3	19,1	24,1
Pb	12	9	25	25	20	6	10	4	5
S	814	162	1020	924	1020	908	696	595	740
Si	93	66	211	59	53	27	211	117	90
Sn	0	0	1	1	0	0	0	< 0,3	<5
V	146	26	174	103	129	158	155	159	174
Zn	73	20	100	78	62	62	87	46	100

Mæld efni (mg/kg þv) í jarðvegssýnum frá ósnortnu svæði:						
	Meðalgildi	Stdev	Hámark	RUT 277	RUT 297	RUT 306
				V	V	V
TS %	53	11	62	41	62	56
Al	33700	2587	36500	31400	36500	33200
As	1,09	0,39	1,52	0,98	1,52	0,76
Cd	0,15	0,02	0,17	0,13	0,15	0,17
Co	20	2	22	18	22	20
Cr	31	14	46	18	46	28
Cu	41	9	52	35	52	36
Fe	52900	1931	54600	50800	54600	53300
Hg	0,09	0,04	0,12	0,12	0,04	0,09
Mn						
Mo	0,29	0,03	0,32	0,28	0,32	0,26
Ni	24	11	37	16	37	20
Pb	6,6	1,6	8,0	7,06	7,97	4,87
S	768	163	902	902	587	815
Si	47	16	57	28,2	57,4	54,7
Sn	0,21	0,03	0,23	0,23	0,22	0,17
V	152	7	160	150	146	160
Zn	73	18	91	53,7	74,6	90,5

6.4 Grunn gögn vettvangsgreininga á mosa og jarðvegi með XRF-tækni

Styrkur síns (mg/kg) í jarðvegi og mosa mælt með NITON XRF tæki í mörkinni

Tölur í jarðvegi eru allar undir opinberum greiningarmörkum en eru sýndar hér til að undirstrika dreyfingu síns í fjarlægð frá möstrum. Önnur efni undir greiningarmörkum.

	Fjarlægð frá mastri (m)						
	0	5	10	20	30	40	50
Tegund efnis							
Fylliefni undir mastri	43720						
Mosi a gróðurskemmda- svæði		842	362	127	110		
Ósnortinn mosi				14	21	12	2
Jarðvegur		41	22	8	6	7	1

Greiningarmörk ýmissa þungmálma með NITON XRF tæki skv. US EPA Method 6200

Frumefni	Tákn	mg/kg
Antímón	Sb	40
Arsen	As	40
Barín	Ba	20
Kadmín	Cd	100
Króm	Cr	150
Kóbolt	Co	60
Kopar	Cu	50
Blý	Pb	20
Mangan	Mn	70
Kvikasilfur	Hg	30
Mólybden	Mo	10
Nikkel	Ni	50
Selen	Se	40
Silfur	Ag	70
Tin	Sn	60
Vanadíum	V	50
Sínk	Zn	50

6.5 Útskolunarpróf í jarðvegi - Aðferðarfræði

Útskolunarpróf voru framkvæmd á jarðvegi til að reikna dreifnistuðla síns í snertingu við jarðveginn. Með þessu móti var einnig ákvarðað vatnsleysanlegt sínk í jarðveginum. Mæling var framkvæmd af Analytica í Svíþjóð.

Dreifnistuðull var reiknaður með því hrista þekkt magn af jarðvegi með þekktu rúmmáli af vatnslausn í 24 klukkustundir. Styrkur síns í jarðvegi og síaðri vatnslausn var síðan mældur og K_d reiknaður út frá formúlunni:

$$Kd_{Zn}(L/kg) = \frac{\text{styrkur í jarðvegi}(mg/kg)}{\text{styrkur í vatni}(mg/L)}$$

Vatnsinnihald jarðvegs var reiknað út með formúlunni:

$$\text{Vatnsinnihald}(mL) = \text{blautvigt}(g) * \left(\frac{100 - \text{hlutfall þurrefnis}(\%)}{100} \right)$$

Heildarlausn (mL) var fundin með því að leggja saman skollausn (mL) + rakainnihald jarðvegs (mL).

Útskolanlegt Zn var fundið með formúlunni:

$$Zn(mg/kg) = \frac{Zn \text{ í vatnslausn}(\mu g/L) * \frac{1mg}{1000\mu g} * \text{heildarlausn}(mL) * \frac{1L}{1000mL}}{\text{þurrvigt jarðvegs}(g) * \frac{1kg}{1000g}}$$

Tafla með frumgögnum og útreikningum fyrir eiginleika síns í jarðvegi.

Sýni	Blautvigt	Hlutfall	Þurrvigt	Vatnsinni-	Skol-	Heildar-	Zn í vatns-	Zn í jarð-	Útskolan-	K_{dZn}
	jarðvegs	þurrefnis	jarðvegs	hald jarðvegs	lausn	lausn	lausn	vegi	legt Zn	
	g	%	g	mL	mL	mL	Zn ug/L	mg/kg b.v.	mg/kg	L/kg
Rut277BM	105	31	32.6	72.5	257	323	11	78	0.109	7091
Rut277M	100	33	33.0	67.0	259	326	14.9	62	0.147	4161
Rut297BM	177	51	90.3	86.7	813	841	7.98	62	0.074	7769
Rut297M	150	48	72.0	78.0	641	676	9.29	87	0.087	9365
Rut306BM	170	47	79.9	90.1	706	737	6.9	46	0.064	6667
Rut306M	167	54	90.2	76.8	823	851	8.89	100	0.084	11249
	mælt	mælt	reiknað	reiknað	mælt	reiknað	mælt	mælt	reiknað	reiknað

Útþrentun á forritinu P20 fyrir sýni Rut277M jarðveg með lægsta K_d gildið í rannsókninni, 4161 L/kg.

Einungis voru Level 1 reikningar í líkaninu gerðir fyrir jarðveginn.



Hydrogeological risk assessment for land contamination

Remedial Targets Worksheet , Release 3.1

Date of Workbook Issue: February 2006

This worksheet has been produced in combination with the document 'Remedial Targets Methodology: Hydrogeological risk assessment for land contamination (Environment Agency 2006).

Users of this worksheet should always refer to the User Manual to the Remedial Targets Methodology and to relevant guidance on UK legislation and policy, in order to understand how this procedure should be applied in an appropriate context.

© Environment Agency, 2006. (Produced by the Environment Agency's Science Group)

The calculation of equations in this worksheet has been independently checked by Entec (UK) Ltd on behalf of the Environment Agency. All rights reserved. You will not modify, reverse compile or otherwise dis-assemble the worksheet.

Liability: The Environment Agency does not promise that the worksheet will provide any particular facilities or functions. You must ensure that the worksheet meets your needs and you remain solely responsible for the competent use of the worksheet. You are entirely responsible for the consequences of any use of the worksheet and the Agency provides no warranty about the fitness for purpose or performance of any part of the worksheet. We do not promise that the media will always be free from defects, computer viruses, software locks or other similar code or that the operation of the worksheet will be uninterrupted or error free. You should carry out all necessary virus checks prior to installing on your computing system.

IMPORTANT: To enable MS Excel worksheet, click Tools, Add -Ins, Analysis Tool Pak and Analysis Tool Pak-VBA (to calculate error functions).

Details to be completed for each assessment

Site Name:	Moss damage nearby Pylones (project RUT In06km)		
Site Address:	Burfellslína 3b south of Helgafell - Pylone nr. 277, 297 and 306.		
Completed by:	Rannveig Guicharnaud	Version:	1
Date:	15-Jun-07		
Contaminant	Zn		
Target Concentration (C _t)	3 mg/l	Origin of C _t :	EPA Drinking water guideline in USA (2005 US Dep. Of

This worksheet can be used to determine remedial targets for soils (Worksheets Level 1 Soil, Level 2 and Level 3 Soil) or to determine remedial targets for groundwater (Level 3 Groundwater). For Level 3, parameter values must be entered separately dependent on whether the assessment is for soil or groundwater. For soil, remedial targets are calculated as either mg/kg (for comparison with soil measurements) or mg/l (for comparison with leaching tests or pore water concentrations).

Site details entered on this page are automatically copied to Level 1, 2 and 3 Worksheets. Worksheet options are identified by brown background and employ a pull-down menus. Data entry are identified as blue background.

Data origin / justification should be noted in cells coloured yellow and fully documented in subsequent reports.

Data carried forward from an earlier worksheet are identified by a light green background

It is recommended that a copy of the original worksheet is saved (all data fields in the original copy are blank).

The spreadsheet also includes a porosity calculation worksheet, a soil impact calculation worksheet and a worksheet that performs some simple hydrogeological calculations.

Remedial Targets Worksheet , Release 3.1

Level 1 - Soil



Select the method of calculating the soil water Partition Co-efficient by using the pull down menu below

User specified value for partition coefficient

Contaminant	Zn				
Target concentration	C _t	3	mg/l		
Input Parameters	Variable	Value	Unit	Source of parameter value	
<i>Standard entry</i>					
Water filled soil porosity	θ _w	3.00E-01	fraction	Measured	This sheet calculates the Level 1 remedial target for soils(mg/kg) based on a selected target concentration and theoretical calculation of soil water partitioning. Three options are included for determining the partition coefficient.
Air filled soil porosity	θ _a	7.00E-01	fraction	Measured	
Bulk density of soil zone material	ρ	8.50E-01	g/cm ³	Soil analysis by RG LBHI in sample taken23.05.07	
Henry's Law constant	H	0.00E+00	dimensionless	Not necessary for these data	The measured soil concentration as mg/kg should be compared with the Level 1 remedial target to determine the need for further action.
<i>Entry if specify partition coefficient (option)</i>					
Soil water partition coefficient	K _d	4.16E+03	l/kg	Calculated from leaching test by Analytica	
<i>Entry for non-polar organic chemicals (option)</i>					
Fraction of organic carbon (in soil)	f _{oc}		fraction		
Organic carbon partition coefficient	K _{oc}		l/kg		
<i>Entry for ionic organic chemicals (option)</i>					
Sorption coefficient for neutral species	K _{oc,n}		l/kg		
Sorption coefficient for ionised species	K _{oc,i}		l/kg		
pH value	pH		pH units		
Acid dissociation constant	pKa				
Fraction of organic carbon (in soil)	f _{oc}		fraction		

Soil water partition coefficient used in Level Assessment K_d 4.16E+03 l/kg Specified value

Level 1 Remedial Target

Level 1 Remedial Target	1.25E+04	mg/kg	(for comparison with soil analyses)
	or		
	3	mg/l	(for comparison with leachate test results)

Site being assessed:	Moss damage nearby Pylones (project RUT In06km)
Completed by:	Rannveig Guicharnaud
Date:	15-Jun-07
Version:	1

6.6 Grunn gögn frá Analytica vegna útskolunarprófa.

Rapport



L0707506-B

Sid 2 av 3

Registrerad : 21.5.2007
Analyserad : 4.6.2007
Rapporterad : 4.6.2007

Linuhönnun Consulting Eng
Gunnar Olafsson

Sudurlandsbraut 4a
IS-108 Reykjavik

Analyspaketi: Beräknad urlakad mængd

Provnummer : U10322315-00			Provnummer : U10322473-00		
Beteckning : RUT 297 BM Soil L/S 10			Beteckning : RUT 297 M Soil L/S 10		
Analys	Resultat	Enhet	Analys	Resultat	Enhet
DW before leaching	51	%	DW before leaching	47,9	%
Weighing	176,6	g	Weighing	150	g
Volume added	813	ml	Volume added	641	ml
Zn	0,0798	mg/kg TS	Zn	0,0929	mg/kg TS
pH	5,3		pH	7,2	
Kond.	1,78	mS/m	Kond.	1,68	mS/m

Leaching test according to SS-EN 12457-2. The expanded uncertainty is 51% according to SS-EN 12457-2. Uncertainty calculated using a coverage factor of 2 which gives a level of confidence of approximately 95%."

This report may not be reproduced other than in, expect with the prior written approval of the issuing laboratory.

ver_117

ALS Analytica AB
Aurorum 10
977 75 Luleå

Webb: www.analytica.se
E-post: lulea@analytica.se
Tel: +46 920 28 9900
Fax: +46 920 28 9940

Eva Lidman

Rapport



L0707506-B

Sid 3 av 3

Registrerad : 21.5.2007
Analyserad : 4.6.2007
Rapporterad : 4.6.2007

Linuhönnun Consulting Eng
Gunnar Olafsson

Sudurlandsbraut 4a
IS-108 Reykjavik

Analyspaket: Beräknad urlakad mängd

Provnummer : U10322475-00			Provnummer : U10322477-00		
Beteckning : RUT 306 BM Soil L/S 10			Beteckning : RUT 306 M Soil L/S 10		
Analys	Resultat	Enhet	Analys	Resultat	Enhet
DW before leaching	46,9	%	DW before leaching	53,8	%
Weighing	170	g	Weighing	167,3	g
Volume added	706	ml	Volume added	823	ml
Zn	0,069	mg/kg TS	Zn	0,0889	mg/kg TS
pH	7,1		pH	7	
Kond.	1,8	mS/m	Kond.	1,87	mS/m
<p><i>Leaching test according to SS-EN 12457-2. The expanded uncertainty is 51% according to SS-EN 12457-2. Uncertainty calculated using a coverage factor of 2 which gives a level of confidence of approximately 95%."</i></p> <p><i>This report may not be reproduced other than in, except with the prior written approval of the issuing laboratory.</i></p>					
					ver_117

ALS Analytica AB
Aurorum 10
977 75 Luleå

Webb: www.analytica.se
E-post: lulea@analytica.se
Tel: +46 920 28 9900
Fax: +46 920 28 9940

Eva Lidman

6.7 Veðurfarsgögn

Trausti Jónsson Veðurstofu Íslands, t-póstur 18maí07

Sæll vertu, ég tók í fljótheitum saman töflu sem sýnir heildarúrkomu eftir vindáttum í Reykjavík eins og hún mælist á sjálfvirku stöðinni hér í reitnum á Veðurstofunni. Ég held að niðurstöðurnar séu ágæt ábending um hvernig úrkoma dreifist á vindáttir á þessu svæði. Fyrsti dálkurinn sýnir vindáttir í tugum gráða (1 = 10 til 19 gráður, 2 = 20 til 29 gráður ... 36 = 0 til 9 gráður). Næsti dálkur sýnir fjölda athugana (vindrós) eins og þær skiptast á áttir á tímabilinu (frá 1997 til 2006 - nokkra mánuði vantar þó inn í). Þriðji dálkurinn sýnir úrkomusummu hvernar áttar. Fjöldinn og summan fylgjast nokkuð að, en þó sést ef fjöldanum er deilt í summuna (síðast dálkurinn) að atburðir úr suðaustri og suðri eru áberandi stærri en aðrir. Bestu kveðjur, Trausti J.

átt	fjöldi úrk	atb	
1	2597	73,3	0,0282
2	1945	61,2	0,0315
3	1446	47,2	0,0326
4	1108	55,3	0,0499
5	1667	125,4	0,0752
6	2847	156	0,0548
7	4592	254,4	0,0554
8	7194	423,5	0,0589
9	5105	343,4	0,0673
10	4285	347,6	0,0811
11	4135	529,9	0,1281
12	3380	364,2	0,1078
13	3720	397,8	0,1069
14	2830	349,5	0,1235
15	3150	454,2	0,1442
16	2497	270,2	0,1082
17	2866	364	0,127
18	3201	385	0,1203
19	3006	325,3	0,1082
20	2775	297,9	0,1074
21	2995	308,3	0,1029
22	2401	295,8	0,1232
23	1942	203,9	0,105
24	1846	151,4	0,082
25	1931	151,2	0,0783
26	1597	85,8	0,0537
27	1150	52,3	0,0455
28	1391	69,8	0,0502
29	1590	79,5	0,05
30	1443	103,4	0,0717
31	1328	67,8	0,0511
32	1222	42,7	0,0349
33	1629	77,3	0,0475
34	2167	70	0,0323
35	2543	76,9	0,0302
36	3156	118,5	0,0375

6.8 Grunn gögn jarðvegsmælinga

Mæld gildi á jarðvegi umhverfis háspennumöstur

Mastur	Dýpi	pH	C%	N%	C/N	Kd _{Zn} L/kg	
261	0-10cm	6.1	4.93	0.253	19.0		
	10-30cm	6.4	3.53	0.233	15.2	BM	M
277	-	5.9	12.31	0.430	28.6	7090	4160
297	-	5.9	8.53	0.362	23.5	7770	9360
306	-	6.2	6.07	0.319	19.1	6670	11250

Jarðvegsgerð

Jarðvegsgerð á öllum svæðum er *Brown Andosol* eða *brúnjörð*. Brúnjörðin er hinn klassíski þurrlendisjarðvegur. Hann inniheldur víða mikið af allófan og járnhýdríti. Öskulög geta verið áberandi. Minna er af leir þar sem brúnjörðin verður fyrir miklu áfoki, en þeim mun meira af lítið veðruðu gjóskugleri. Brúnjörðin getur safnað umtalsverðu magni lífrænna efna, og algengt að sjá 2-6 %C í jarðveginum. Þessi jarðvegsgerð er mest rannsökuð á Íslandi. Brúnjörð hefur einnig mikla jónarýmd (mikla bindigetu og getur því bundið mengandi efni eins og málma sem og önnur jónasambönd) sem ræðst af leirsteindunum allófan og járnhýdrít en einnig lífrænu efnis sem sömuleiðis eykur bindigetu jarðvegsins. (Hægt er að fá nánari lýsingu á brúnjörð í Catena, Volcanic soils of Iceland, Arnalds 2004). Allt hraun á svæðinu er gropið en það eykur hættu á útskolun á svæðinu þar sem jarðvegsþekja er rýr eða engin.

Mastur 267

Mikill jarðvegur miðað fyrri svæði. Sammfelld þekja. Meðaldýpt 30cm. Fjölbreyttari og meiri gróður þar sem jarðvegur er dýpri. Kornastærð: *sandy loam*, þannig að jarðvegur er fremur sendinn. Því sendnari sem jarðvegur er, því minni bindigetu hefur hann. Jarðvegur er vel ræstur. Engar rætur í jarðvegi enda gróður að mestu mosi. Undirlag: apalhraun

Mastur 277

Nánast enginn jarðvegur. 0,5-1 cm þykkur og er jarðvegur u.þ.b. 30 % af mengaða svæðinu. Jarðvegur finnst í dældum. Kornastærð: *silty loam* og á stöku stað *silty clay*. Kornastærð bendir til að þess að jarðvegur hafi talsverða bindigetu. Jarðvegur er vel ræstur, þótt merki sé á stöku stað um að loftfirrtar aðstæður hafi skapast. Engar rætur í jarðvegi enda gróður að mestu mosi. Undirlag: apalhraun

Mastur 297

Kornastærð á jarðvegi umhverfis mastur 297 er *silty loam*. Kornastærð bendir til þess að jarðvegur hafi töluverða bindigetu. Meðaldýpt jarðvegs á þessu svæði er 0,5-1 cm, en dýpstur er hann 18 cm (á örfaúm stöðum milli gjóta). Jarðvegurinn er einnig vel ræstur (freely drained) sem þýðir að ekki skapast loftfirrtar aðstæður í þessum jarðvegi sem hefur mikið að segja í sambandi við örveruvirknina í jarðveginum. Þunnt öskulag finnst í jarðveginum sem enn frekar stuðlar að eldfjallaeiginleikum þessa jarðvegs (þ.e.a.s. hann hefur mikla bindigetu. Engar rætur í jarðvegi enda gróður mestu mosi. Undirlag: helluhraun

Mastur 306

Lítill jarðvegur. Meðaldýpt 1-6 cm. Jarðvegur mestur í dældum og nánast enginn á hrauntoppum. Kornastærð: *sandy loam*, þannig að jarðvegur er fremur sendinn og hefur því minni bindigetu en á öðrum svæðum en getur þó haldið töluverðu. Ennig er jarðvegurinn vel ræstur. Undirlag: apalhraun

Viðauki 3

Brynhildur Magnúsdóttir, 2009. *Jarðfræði á línuleiðum Þorlákshafnarlína 2 og 3.* EFLA verkfræðistofa, Reykjavík. Unnið fyrir Landsnet hf.

**JARÐFRÆÐI Á LÍNULEIÐUM
ÞORLÁKSHAFNARLÍNA 2 OG 3**

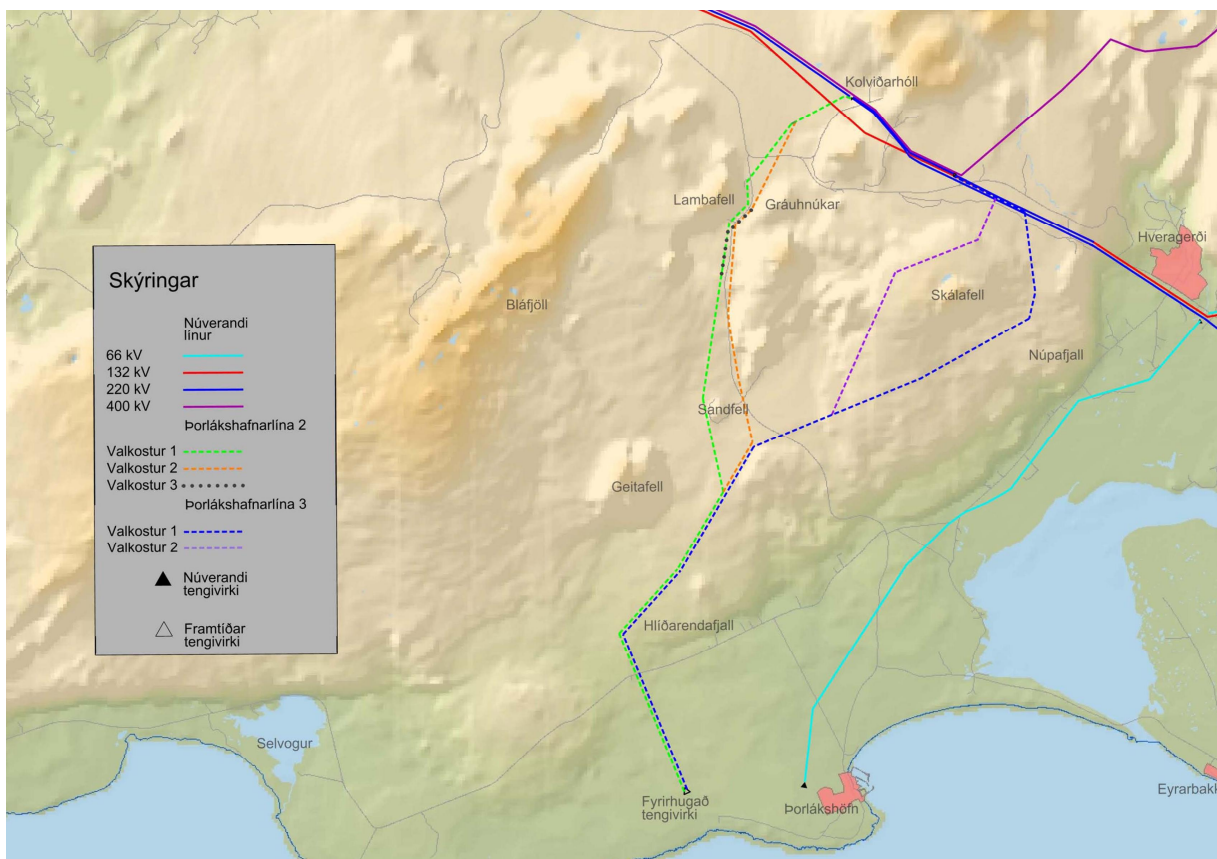


1. INGANGUR OG LÍNULEIÐ	3
1.1. Þorlákshafnarlína 2.	4
1.2. Þorlákshafnarlína 3.	4
2. GRUNNÁSTAND	5
2.1. Jarðsaga og almenn jarðfræði svæðisins.....	5
2.2. Nútímahraunin.....	9
2.3. Jarðhiti.....	10
2.4. Höggun.....	10
2.5. Hraunhellar á svæðinu	11
3. JARÐFRÆÐI Á LÍNULEIÐUM	12
3.1. Þorlákshafnarlína 2	12
3.2. Þorlákshafnarlína 3	22
4. NÁTTÚRUVÁ Á SVÆÐINU	28
5. EINKENNI OG VÆGI ÁHRIFA	29
5.1. Háspennumöstur: Undirstöður, plön og slóðagerð	29
5.2. Mótvægisaðgerðir.....	30
6. NIÐURSTÖÐUR – ÁHRIF Á JARÐMYNDANIR.....	31
6. HEIMILDIR	32

1. INGANGUR OG LÍNULEIÐ

Umfangsmiklar jarðfræðirannsóknir hafa farið fram á Helligshéiði og í Þrengslum í gegnum tíðina. Skýrslur um jarðfræði vegna orkurannsókna eru fjölmargar og til eru tugir ritrýndra greina í íslenskum og erlendum fagritum og bókum eftir íslenska og erlenda sérfræðinga, auk greina í tímaritum á borð við Náttúrufræðinginn.

Við mat þetta á umhverfisáhrifum Þorlákshafnarlína 2 og 3 er stuðst við hluta þessara gagna. Í mati þessu eru skoðaðar mögulegar línuleiðir fyrir Þorlákshafnarlínu 2 og 3. Skoðaðar eru 3 mögulegar línuleiðir Þorlákshafnarlínu 2 og í Þorlákshafnarlínu 3 eru 2 mögulegar línuleiðir skoðaðar. Allir þessir möguleikar gera ráð fyrir að línuleiðirnar sameinist sunnarlega í Þrengslum og liggi samhliða að fyrirhuguðu tengivirki vestan við Þorlákshöfn.



Mynd 1. Yfirlitsmynd af valkostum

Auk gagnakönnunar er matið byggt á vettvangsferðum um athugunarsvæðin og var gengið og ekið meðfram mest allri línuleiðinni og á þeim svæðum sem ekki var farið beinlínis um var leitast við að lýsa svæðinu með ljósmyndum. Í einhverjum tilvikum leikur vafi á örnefnum eða þau vantar og er þá reynt að hafa umfjöllunina sem skýrasta og fara eftir jarðfræðikortum eins og unnt er.

Auk beinna áhrifa línulagna á jarðmyndanir er jarðsaga svæðisins rakin lauslega en þeim mun ítarlegar fjallað um jarðfræði og jarðfræðileg fyrirbæri á línuleiðum, ásamt vá sem tengja má eldsumbrotum eða brotahreyfingum og jarðskjálftum.

1.1. Þorlákshafnarlína 2.

Skoðaðar voru þrjár mögulegar línuleiðir fyrir Þorlákshafnarlínu 2.

Valkostur 1 gerir ráð fyrir að línan liggja frá Hellisheiðarvirkjun við Kolviðarhól yfir flatann fyrir framan Hveradali og upp að austanverðu Lambafelli. Frá Lambafelli liggja línan gegnum Þrengslið milli Lambafells og Gráuhnjúka upp við Lambafellið og þaðan nánast beint í suður að vestanverðu Litla Sandfelli. Frá Litla Sandfelli sveigir línan aðeins í austur áleiðis að Krossfjöllum og sveigir þaðan aftur til vesturs og fer niður af hálendinu í Þrengslum við vestanvert Hlíðarendafjall og liggja þar að fyrirhuguðu tengivirki austan við Þorlákshöfn.

Valkostur 2 gerir ráð fyrir að línan liggja frá Hellisheiðarvirkjun yfir flatann fyrir framan Hveradali að vesturhluta Gráuhnjúka. Frá Gráuhnjúkum liggja leiðin meðfram Gráuhnjúkum og Meitlunum tveimur (nánast samhliða Þrengslavegi) og liggja yfir flatirnar sunnan við Litla Meitil og taki þar sveigju til vesturs rétt norðan við Krossfjöll og liggja meðfram Krossfjöllunum og sameinast þar valkosti 1.

Valkostur 3 gerir ráð fyrir að línan liggja frá Hellisheiðarvirkjun og fylgi valkosti 2 að Þrengslum en sveigi til vesturs í Þrengslunum og fylgi eftir það valkosti 1.

1.2. Þorlákshafnarlína 3.

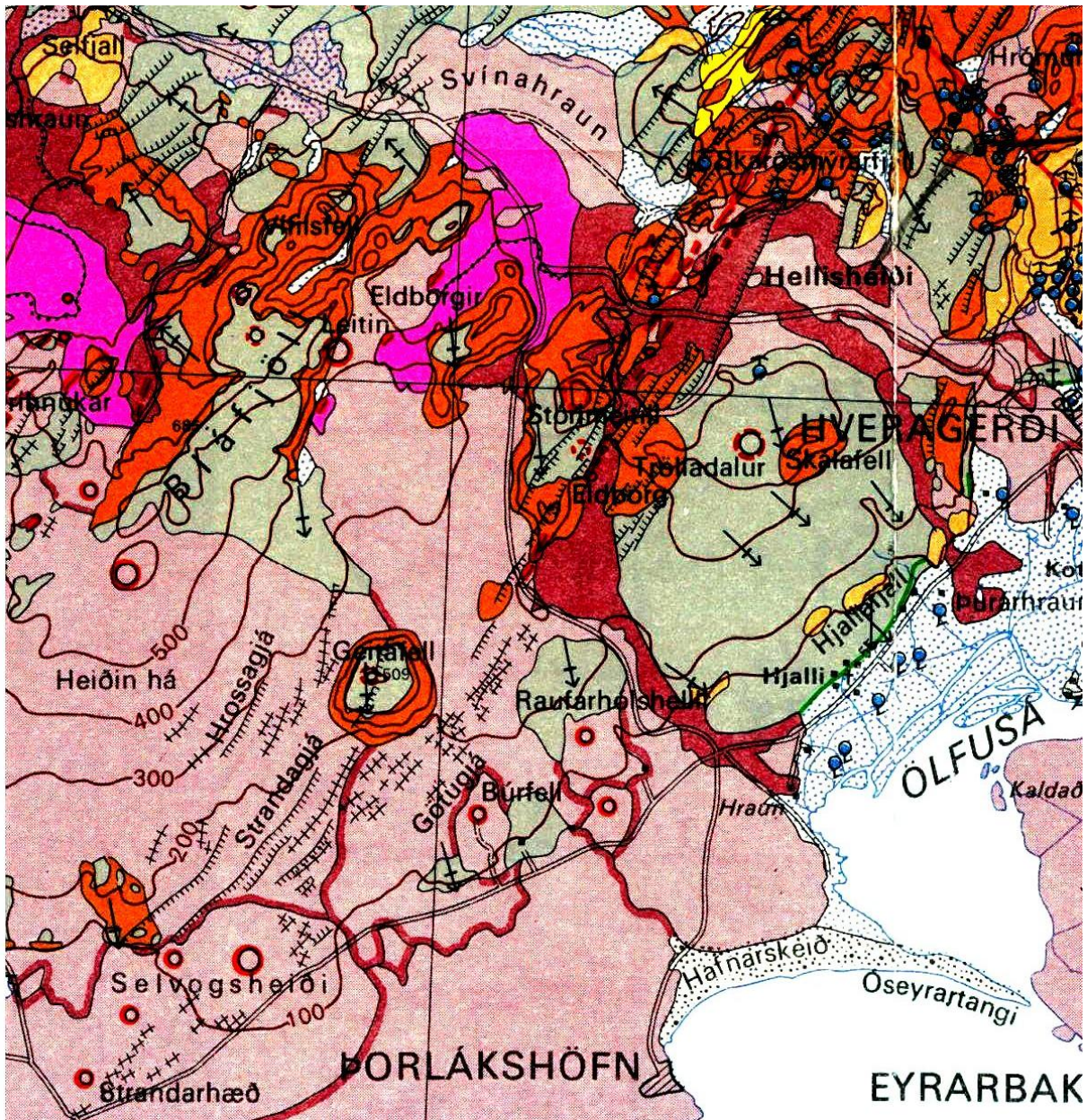
Nefndar hafa verið tvær mögulegar línuleiðir fyrir Þorlákshafnarlínu 3.

Valkostur 1 gerir ráð fyrir að orkan fari um núverandi línur frá Hellisheiðarvirkjun upp Helliskarð og upp á Hellisheiði og sveigi frá núverandi línunum norðan megin við Skálafell og liggja austan í Skálafelli út að Núpafjalli og sveigi þaðan til suðvesturs og sameinist línuleiðum Þorlákshafnarlínu 2 norðan við Krossfjöllin í Þrengslum.

Valkostur 2 liggur eins og valkostur 1 frá Hellisheiðarvirkjun en sveigir út frá núverandi línunum aðeins vestar en valkostur 1 og liggur vestan megin í Skálafellinu og sameinast valkosti 1 suðvestan í Skálafelli.

2. GRUNNÁSTAND

2.1. Jarðsaga og almenn jarðfræði svæðisins



Mynd 2. Jarðfræðikort af Hellisheiðinni (Kristján Sæmundsson og Sigmundur Einarsson 1980)

Jarðfræðilega tilheyrir Hellisheiði og Ínuleið Þorlákshafnarlínu Reykjanesskaganum. Reykjanesskagi er hluti af eldvirku rekbelti (SV-rekbeltið eða vestara rekbeltið). Flóknar hreyfingar jarðskorpufleka og hrinubundin eldvirkni stýra uppbyggingu jarðlaga á skaganum.

Upphaf eldvirkni á Reykjanesskaga er tilkomin vegna rekbeltaflutnings. Fyrir um 6 - 7 milljónum ára lá ás rekbeltisins um Snæfellsnes, en fluttist þá yfir á Reykjanesskagann með tilheyrandi eldvirkni.

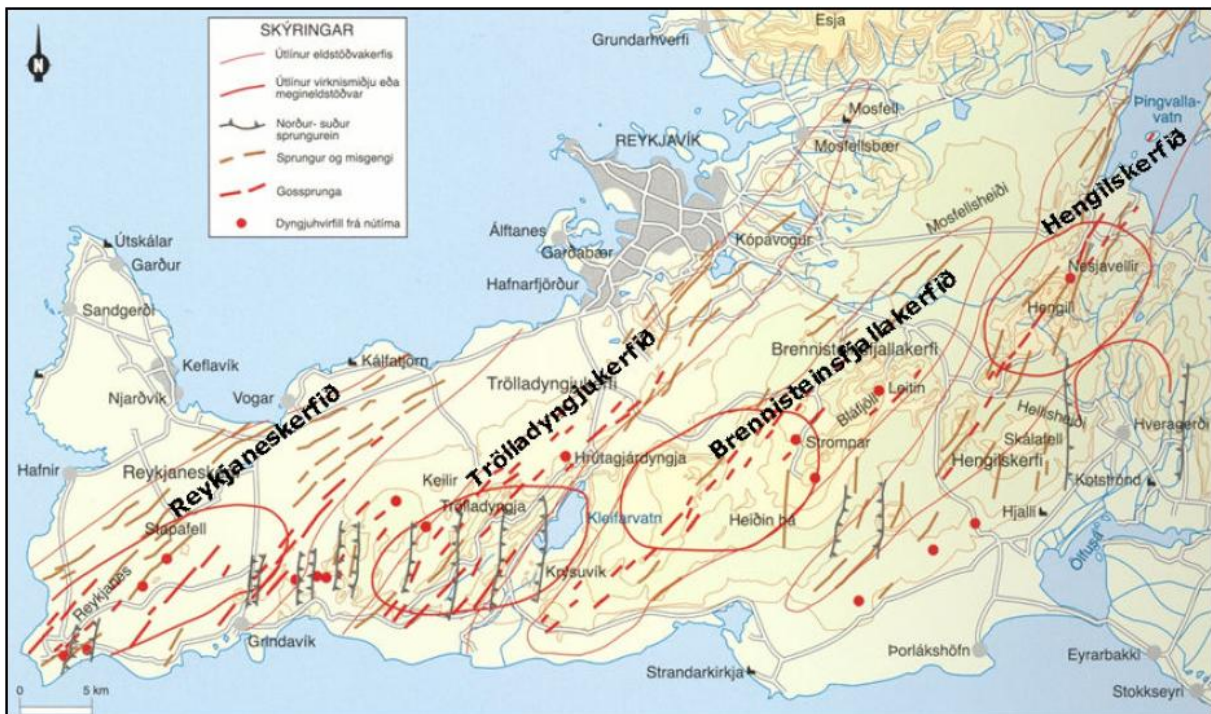
Eldvirkni hefur verið viðvarandi á Reykjaneskaga og norðan hans alla ísöldina, bæði á jökul- og hlýskeyðum, en flestar yfirborðsmýndanir skagans eru frá tveimur síðustu jökulskeyðum og hlýskeyðum eins og má sjá á fjölmörgum móbergs- og grágrýtisjarðlögum á svæðinu.

Á Reykjaneskaga og austur fyrir Þingvallavatn eru skilgreind fjögur eldstöðvakerfi, kennd við virknismiðjur. Þessar virknismiðjur eru Reykjaneskerfið sem liggur yst á Reykjaneskaganum, Trölladyngjukerfið sem liggur vestan við Kleifarvatn, Brennisteinsfjallakerfið sem m.a. Bláfjöll tilheyra og Hengilskerfið sem er ung megineldstöð. Eldvirknin í eldstöðvakerfunum takmarkast að mestu við miðhluta hvers kerfis en brotalínur með jarðskorpuhreyfingum án eldvirkni, þ.e. sprungusveimar, ná lengra í stefnu SV-NA.

Talið að eldvirkni og brotahreyfingar á Reykjaneskaga gangi yfir í hrinum. Slíkar hrinur urðu síðast í öllum þremur eldstöðvakerfunum frá því að land byggðist og a.m.k. fram á 13. öld. Sú síðasta stöð yfir í Reykjaneskerfinu, líklega frá 1211 til 1240.

Með því að aldursgreina forsöguleg hraun, hafa jarðfræðingar dregið þá ályktun að eldsumbrot á Reykjaneskaga verði samfara gliðunarhrinum á norðaustlægum sprungum. Hrinurnar standa í örfáar aldir hið mesta, en 700 til 1.000 ár virðast líða milli þeirra. Á því tímabili verða brotahreyfingar án eldsumbrota, oft á N-S sprungum en einnig á SV-NA-lægum brotalínum. Í umbrotahrinum samfara eldgosum má gera ráð fyrir töluverðri skjálftavirkni og færslum á NA-lægum misgengjum með svipuðum hætti og í Kröflueldum, en mörg misgengi á Reykjanesi sýna uppsafnaða lóðréttu færslu sem nemur fáeinum tugum metra.

Eldstöðvakerfin á Reykjaneskaga liggja með norðaustlægrri stefnu, skáhallt yfir plötuskilin milli N-Ameríku-flekans og Evrasíu-flekans. Háhitasvæði skagans eru flest þar sem flekaskilin og sprungukerfin skerast og einmitt í nánd við eldvirkasta hluta hvers kerfis (virknismiðjur með mestri upphleðslu gosefna), sbr. Reykjanes/Eldvörp/Svartsengi, Trölladyngju og nágrenni, Brennisteinsfjöll og svo loks Hengillinn.



Mynd 3. Eldstöðvakerfi á Reykjanesi (Fyrirmynd: Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 1998, heimild: Ari Trausti Guðmundsson)

Línuleið Þorlákshafnarlínu liggur að mestu innan eldstöðvakerfis Hengils eldstöðvarinnar sem er austasta og stærsta eldstöðva- og sprungukerfið á skaganum um 100 km langt og 3-16 km á breidd. Mesta eldgosa og spunguvirknin er í og við Hengilinn sem er eina eldstöðvakerfið á Reykjanesskaga sem skartar megineldstöð og þar með kvikuhólfi (Ari Trausti Guðmundsson 1986).

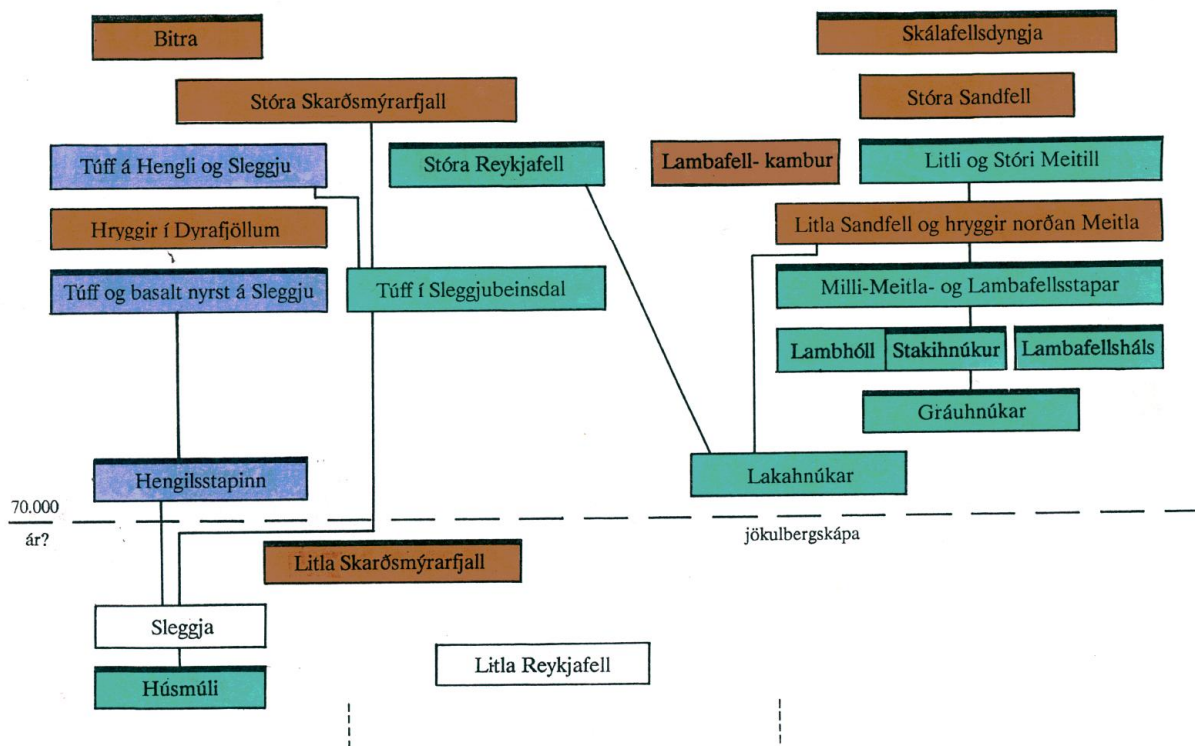
Inn á línuleiðina renna síðan hraun úr Brennisteinsfjallakerfinu sem liggur vestan við Hengilskerfið. Brennisteinsfjallakerfið nær frá sjó við Krýsuvíkurbjarg og inn á Mosfellsheiði. Kerfið er um 45 km langt og 5-10 km breitt (Ari Trausti Guðmundsson 2001).

Almennt má skipta jarðmyndunum á línuleið Þorlákshafnarlína 2 og 3 í þrjá hluta. Tveir elstu hlutarnir eru myndaðir við gos undir jökli á jökulskeiðum og tilheyra móbergsmýnduninni. Eldri hlutinn samanstendur af móbergi og grágrýti með þykkri jökulkápu og er talin vera eldri en 70.000 ára (Kristján Sæmundsson og fl.1990). Í yngri hlutanum er móberg og grágrýti sem er eitthvað sorfið af jökulágangi en er með óverulega jökulbergskápu í hlíðum. Í yngsta flokknum eru síðan nútímahraunin sem hafa runnið eftir að ísöld lauk fyrir um 10.000 árum og er þau helst að finna á láglendinu milli móbergsfjallana.

Við eldgos undir jökli hlaðast gosefnin upp á gossprungum og mynda móbergsstapa eða móbergshryggi, allt eftir því hvort gýs á mjög stuttri sprungu (einn megingígur) eða á lengri gossprungu. Móbergið (samanlímd gosaska og basaltbrot) er því í

langflestum tilfellum eldra en 10.000 ára og er algengt að það finnist í bland við hraungrýti (brota- eða þursaberg) og hnyklótt hraun (bólstraberg), sem er þá samstofna.

Af stefnu jökulráka má ráða að jökulskil hafi legið frá Sleggju í Bláhnjúk og vestur í Bláfjöll. Móbergsmýndanirnar má sjá sem hryggi, fell eða stapa og dæmi um fjöll frá jökulskeiðum á svæðinu má nefna Stóra og Litla Reykjafell, Gráuhnjúka og Stakahnjúk, Meitlarnir tveir og Milli Meitla, Lambafell og Stóra og Litla Sandfell. Hryggirnir stefna í NA-SV og eru menjar um eldvirkni undir fremur þunnum ísaldarjökli. Skálafellsdyngjan er talin vera frá lokum síðasta jökulskeiðs, en eftir að gosi lauk hefur jökull gengið yfir hana að einhverju leyti og sorfið yfirborð hraunsins.



Mynd 4. Aldursröð fjalla á svæðinu kringum línuleiðirnar (Kristján Sæmundsson 1995).

2.2. Nútímahraunin

Á síðjökultíma og fyrstu árpúsundin eftir að síðasta jökulskeiði lauk og jökla leysti með öllu urðu mörg eldgos á svæðinu þar sem þunnfljótandi (hellu)hraun runnu langar leiðir út frá gosstöðvum. Á línuleið Þorlákshafnarlínu liggja Hellisheiðarhraunin þrjú uppi á Hellisheiðinni sjálfri og fyrir neðan Hellisskarð og Hveradali fléttast saman hraun sem runnið hafa úr eldstöðvum tengdum Hengilskerfinu og hraun sem eiga uppruna sinn í Brennisteinsfjallakerfinu.

Í suðvestur sprungurein Hengilskerfisins hefur gosið í þremur hrinum á síðustu 11000 árum eða eftir að ísöld lauk og hafa þau verið aldursgreind með C^{14} aðferð. Hraunin eru flokkuð eftir aldri í Hellisheiðarhraun A – D (ISOR 2003). Elstu hraunin eru um 10200 ára (Hellisheiðarhraun A) Síðan hefur orðið önnur hrina fyrir um 5800 árum (Hellisheiðarhraun B/C) og yngstu hraunin eru um 1850 – 2000 ára (Hellisheiðarhraun D).

Elstu nútímahraunin er talið vera um 10200 ára og finnast víða smáskæklar af þessum hraunum undir yngri hraunlögum. Það er talið ættað úr gígaröð sem nær frá suðvesturenda Lakahnjúka norðaustur í Gígahnúk austur af Hellisskarði.

Miðhrinan varð fyrir um 5800 árum og kallast Skarðsmýrareldar. Gosprungan eru um 7 km löng og sker suðurhlíðar Skarðsmýrarfjalls. Sprungan sker fjallið en slitnar við Hengilinn en kemur aftur fram norðan Hengils í Kýrdalsbrúnum og nær langleiðina að Þingvallavatni. Hraun úr þessari hrinu rann m.a. til norðurs að Hagavík, en eru kaffærð undir yngri hraunum á suðurhlutanum.

Leitahraun er stór smádældóttur helluhraunsfláki sem kom upp í gígnum Leiti, sunnan undir Bláfjöllum fyrir um 5200 árum. Leiti tilheyrir Brennisteinsfjallakerfinu. Leitahraunið rann til suðurs og náði líklegast niður að sjó við Ölfusárósa. Leitahraunið rann einnig til norðausturs, niður Bolaöldur og Sandskeið og til sjávar í Elliðavogi í farvegi Elliðaáanna. Rauðhólar eru gervigígar í Leitahrauni og Tröllabörn við Suðurlandsveg eru taldir vera strompar í Leitahrauni. Stærsti þekkti hraunhellir á Íslandi, Raufarhólshellir, er í Leitahrauninu í Þrengslunum. Á þessu svæði þ.e. í Leitahrauni í þrengslum og út fyrir Hlíðarendafjall eru nokkrir þekktir hraunhellir og eru sumir þeirra töluvert stórir eins og t.d. Búri og Árnahellir.

Á láglandinu fyrir neðan Hlíðarendafjall hafa Leitahraunin runnið út á víðáttumikið dyngjuhraun sem kennd eru við Heiðina Háu. Hraun sem hafa runnið úr þessari dyngju eru talin þau víðáttumestu á svæðinu. Heiðin Há er dyngja sem staðsett er við

suðvestur hluta Bláfjalla og tilheyrir því Brennisteinsfjallakerfinu, en talið er að gígurinn hafi verið um 400 m í þvermál og þvermál dyngjunnar um 3,6 km. Þessi hraun eru talin hafa runnið á sléttuna á milli Bláfjalla og Þríhnjúka og væntanlega eitthvað norður með Bláfjöllum. Þessi hraun hafa einnig þakið svæðið frá Austurásum austur að Geitafelli og niður að sjó. Þau hafa einnig runnið báðum megin við Selvogsheiði og niður að sjó við Þorlákshöfn (Jón Jónsson 1978). Lítið er vitað um aldur þessara hrauna að öðru leyti en því að þau eru eldri en Leitahraunin (5200 ár) og eru runnin eftir að ísöld lauk, þau eru talin vera um 7000 – 9000 ára gömul.

Yngsta goshrina Hellisheiðahraunanna er talin hafa orðið fyrir 1850 – 2000 árum og kallast Nesjavallaeldar. Gosprungan, sem er syðsta sprungurein Hengilskerfisins nær frá Eldborg undir Meitli, eða syðri Eldborg öðru nafni, sem er austan við Stóra Meitil, og er framhald sprungunnar á Hellisheiði við Lakahnjúka og liggur þjóðvegurinn yfir hana rétt ofan við Hveradali. Sprungan sker endann á Skarðsmýrarfjalli, en tekur sig aftur upp norðan Hengilsins og nær nánast jafnlangt og sprungan úr Skarðsmýrareldum, en er staðsett aðeins austar. Úr suðurhluta sprungunnar rann hraun út með Meitlunum og fram af hjöllumum í Ölfusi á tveimur stöðum og úr miðhluta sprungunnar runnu hraun út um Hellisheiði.

Yngsta hraunið á svæðinu er hinn svokallaði Svínahraunsbruni, sem er ættaður úr Brennisteinsfjallakerfinu. Svínahraunsbruni liggur undir grun um að vera hið svokallaða Kristnitökuhraun, enda rann það í kringum árið 1000. Svínahraunsbruni er runnin úr tveimur gígum, Nyrðri- og Syðri Eldborg, sem eru á milli Bláfjalla og Lambafells. Svínahraunsbruni er úfið apalhraun sem hefur runnið út á flatirnar vestan við Litla og Stóra Reykjafell, en hefur stoppað við Þrengslin. Svínahraunsbruni hefur að mestu leyti runnið yfir Leitarhraunið en einnig út á yngsta Hellisheiðarhraunið sem breiðir úr sér á flatanum framan við Hveradali (Sigmundur Einarsson, 1995).

2.3. Jarðhiti.

Jarðhiti er víða að finna innan Hengilskerfisins, en ekki er um mikin jarðhita að ræða á línuleiðunum. Jarðhita á yfirborði er þó að finna í Hverahlíð sem er aðeins austar en fyrirhugaðar línuleiðir Þorlákshafnarlínu 3.

2.4. Höggun.

Ríkjandi sprungustefna á svæðinu er norðaustlæg og liggur í sömu stefnu og Hengilskerfið. Flestar þessara sprungna eru ennþá virkar (þ.e. það hefur orðið

hreyfing á þeim á síðustu 10.000 árum). Á línuleiðunum sjálfum er ekki mikið um sprungur og misgengi fyrir utan svæðið þar sem Þorlákshafnarlínur 2 og 3 mætast (þ.e. sunnan við og við Litla-Meiti) og út fyrir Hlíðarendafjall. Þessar sprungur eru allar yngri en Lambafellshraunið og hafa því hreyfst á s.l. 5200 árum.

Sprunguhreyfingarnar í virku sprungureininni á Hengilssvæðinu verða í hrinum sem ganga yfir á nokkur hundruð ára fresti. Þessar hreyfingar eru s.k. gliðunarrykkir sem einkennast af snöggum hreyfingum sem verða bæði lóðrétt og lárétt og geta hreyfingarnar verið allt frá nokkrum cm upp í einhverja metra. Tíðni þessara hreyfinga á Hengilssvæðinu er ekki nákvæmlega þekkt, en síðast urðu þessar brotahreyfingar árið 1789. Fyrir utan þessa gliðunarrykki er svæðið á línuleiðunum nánast kjúrt utan þess að mælst hefur mjög hæg lóðrétt og lárétt hreyfing á mm skala við mælingar á 10 ára tímabili (Gunnar Þorbergsson 2003)

2.5. Hraunhellar á svæðinu

Eitt af einkennum helluhrauna er að í þeim geta leynst stórir hellar, sem eru í rauninni fornar hraunrásir þar sem bráðið hraun hefur runnið undir storknuðu yfirborði. Algengast er að finn hraunhella í helluhraunum á borð við hraunin frá Heiðinni Hárrí og Leitahrauninu. Á svæðinu fyrir sunnan Þrengsli er töluvert um hraunhella. Stærsti þekkti hraunhellir á SV landi, Raufarhólshellir, er í Lambafellshrauninu rétt við þjóðveginn um Þrengsli, en hann kemur ekki inn á svæðið sem hér er til skoðunar.

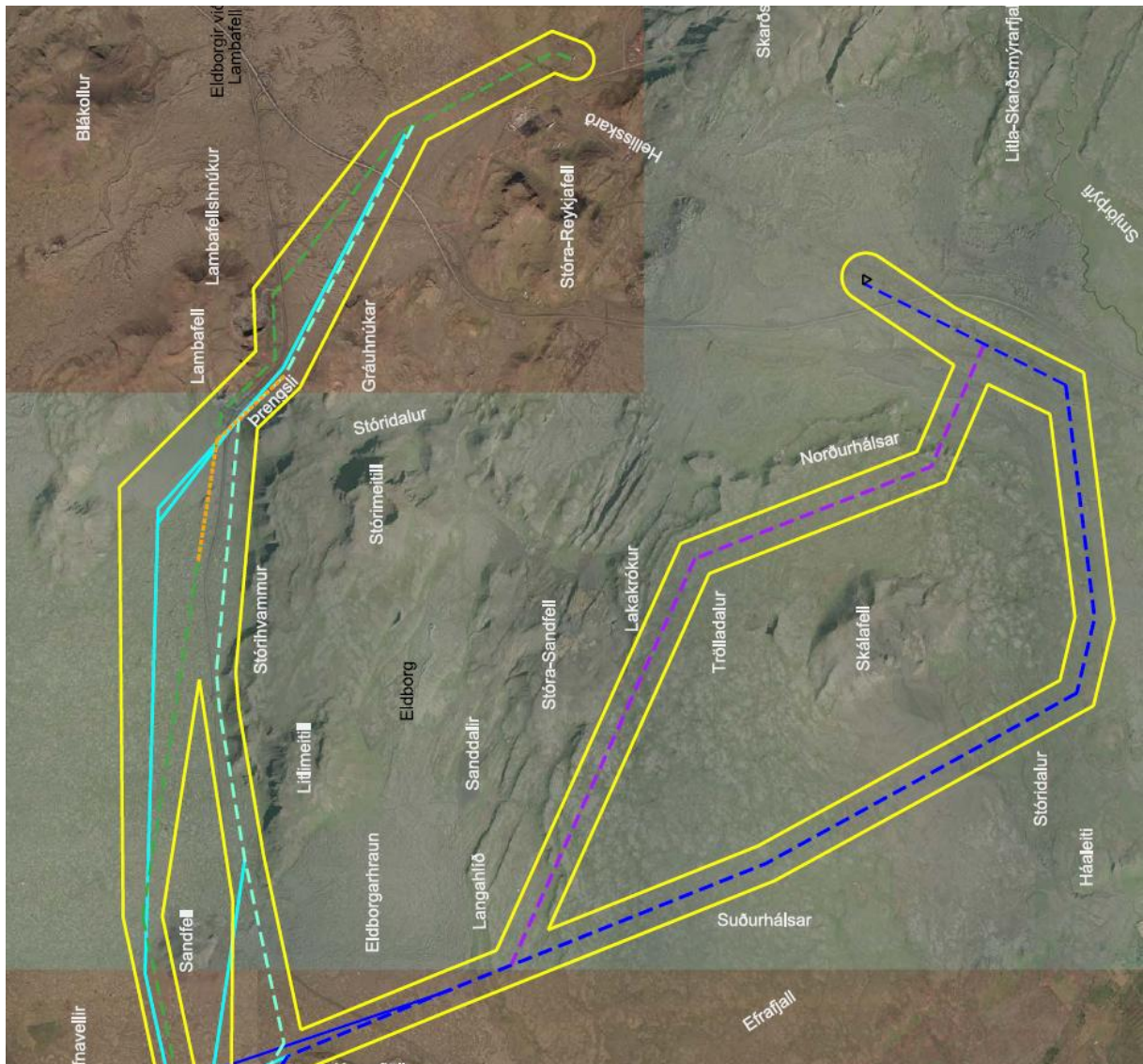
Innan athugunarsvæðisins er hellirinn Búri sem liggur á milli Geitafells og Búrfells. Búri er um 1 km að lengd og er á köflum 10 – 15m breiður og með 15 m lofthæð (Björn Símonarson, 2008) Árnahellir í Leitahrauni liggur einnig rétt við athugunarsvæðið og er hann friðlýst náttúruvætti sem skartar glæsilegum og ósnortnum hraunmyndunum á heimsvísu.

Á korti 1 má sjá staðsetningu Búra og Árnahellis og afstöðu þeirra til athugunarsvæðisins.

Miðað við legu og staðsetningu Búra og Árnahellis í leitarhrauni má áætla að um fleiri stóra hella geti verið að ræða á svæðinu, sem hafa ekki op til yfirborðs og eru því ennþá óþekktir.

3. JARÐFRÆÐI Á LÍNULEIÐUM

3.1. Þorlákshafnarlína 2



Mynd 5. Þorlákshafnarlínur 2 og 3. Þorlákshafnarlína 2 er innan gula svæðisins til Vinstri. Gula svæðið er athugunarsvæðið og línurnar innan þess eru mögulegar línuleiðir.

Við Kolviðarhól þar sem línan byrjar er fyrst komið út á Hagavíkurhraun sem tilheyrir miðsyrpu Helliðshaiðarhrauna (Helliðshaiðarhraun B/C), og er aldur þess um 5500 ár. Ekki sést mikið í hraunið á þessu svæði þar sem það er nánast alpakið seti sem komið hefur úr fjöllum í kring. Þykkt setsins getur farið alveg upp í 4 m næst fjöllum. Þetta svæði er vel gróið.

Eftir að Hagavíkurhrauni sleppir er komið út á Nesjahraun sem tilheyrir yngstu syrpu Helliðshaiðarhraunanna og er um 2000 ára gamalt. Þetta er vel gróið helluhraun með

stöku apalhraunshraukum á víð og dreif, mest þó næst endimörkum hraunsins þar sem það hefur hrúgast upp hálfstorkið.



Mynd 6. Hagavíkurhraun, rétt utan við Kolviðarhól. Sjá má að hraunið er vel gróið. Efst á myndinni til vinstri sést í hraunbrún Svínahraunsbrunnans.

Línan liggur síðan eftir Nesjahrauninu langleiðina í átt að Þrengslum en þá liggur línan upp á Svínahraunsbruna sem fyllir Þrengslin en endar við suðurhluta þrengslanna. Svínahraunsbrunninn er úfið apalhraun og mjög erfitt yfirferðar. Hraunið er mosagróið og falletg á að líta með allskonar kynjamyndum.



Mynd 7. Svínahraunsbruni er fallega mosagróið apalhraun.



Mynd 8. Í forgrunni er mosavaxin Svínahraunsbrunninn og í baksýn má sjá mosavaxið Nesjahraunið sem er Helluhraun. Í bakgrunni má síðan sjá stöðvarhús Hellisheiðarvirkjunar og Kolviðarhól. Þorlákshafnarlína 2 mun liggja nánast í stefnu myndarinnar.

Sunnan við Þrengslin er komið út á Sléttabruna sem tilheyrir yngstu syrpu Hellisheiðarhraunanna og er sama hraunið og Nesjahraunið. Eins og upp við Kolviðarhól er um að ræða mosavaxið helluhraun.

Til móts við Lambafellsháls fer línuleiðin upp á Lambafellshraun sem tilheyrir Leitahrauninu og er það hraun um 5200 ára gamalt. Báðir valkostirnir liggja síðan eftir Lambafellshrauninu til suðurs. Valkostur 1 (og 3) gera ráð fyrir að línan liggi nánast beint til suðurs frá Lambafelli og vestur fyrir Litla Sandfell sem tilheyrir Dyrafjallamyndun og er talin hafa myndast á síðasta jökulskeiði (Kristján Sæmundsson 1995). Litla Sandfell er móbergsfjall sem samanstendur af bólstrabergi og móbergstúffi og er það umlukið Lambafellshrauninu.



Mynd 9. Staðið uppi á Hraunkolli í Lambafellshrauni og horft yfir hraunið til suðurs. Litla Sandfell er fyrir miðju, til hægri má sjá Geitafell og til vinstri sér í Krossfjöllin.

Lambafellshraun er vel gróið helluhraun. Víða má sjá sprungna hraunkolla stingast upp úr mosanum og í dældum má sjá fallegar lautir. Neðst á hraunin næst Krossfjöllum er víða að finna snotrar tjarnir í hrauninu.



Mynd 10. Hraunkollur í Lambafellshrauni.



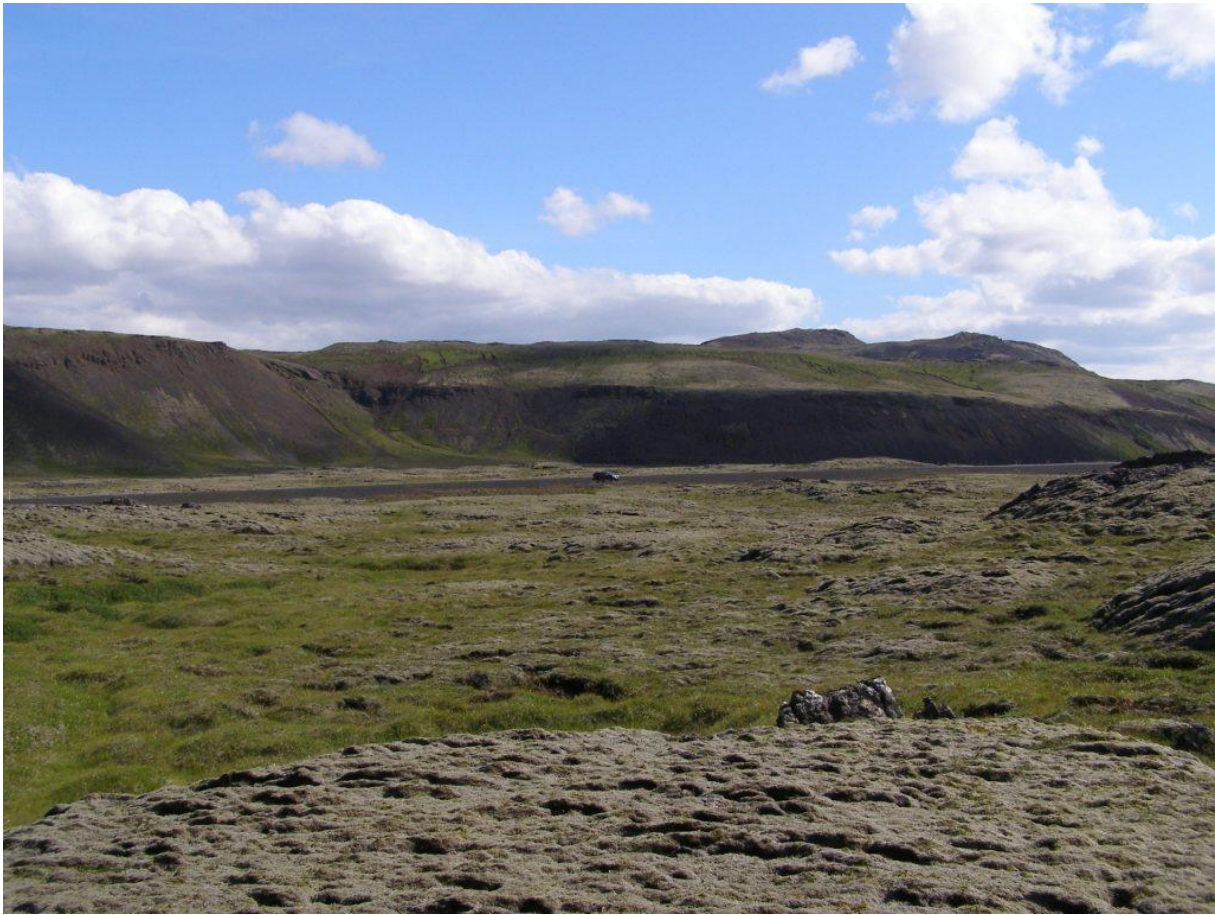
Mynd 11. Berjalaut í Lambafellshrauni.



Mynd 12. Snotur tjörn í suðurhluta Leitahrauns. Krossfjöll má sjá í baksýn til hægri.

Valkostur 2 gerir ráð fyrir að línan liggi eftir Lambafellshrauninu meðfram móbergsfjöllunum Stóra Meitli og Litla Meitli og dyngjunni sem kallast Milli Meitla, sem er eins og nafnið gefur til kynna milli Stóra Meitils og Litla Meitils, og út fyrir Meitilstagl sem er smá rani við suðurenda Litla Meitils. Austan megin við Þrengslaveg er hraunið eins og í valkosti 1, slétt mosavaxið helluhraun með hraunkollum.

Lambafellshraunið nær niður á láglandi fyrir vestan Hlíðarendafjall og rennur þá út á eldra hraun sem ættað er úr Heiðinni Há.



Mynd 13. Fjöllin austan megin við Þrengslaveg. Samkvæmt valkosti 2 fyrir Þorlákshafnarlínu 2 mun línan liggja meðfram fjöllumunum.

Áætlað er að Þorlákshafnarlínur 2 og 3 liggi yfir Lambafellshraunið meðfram Krossfjöllunum, síðan meðfram norðurhlíðum Hlíðarendafjalls, sunnan við Geitafell og beygi til suðurs þar sem Hlíðarendafjall endar. Á þessari leið liggur línan á Lambafellshrauninu og fylgir því hrauni niður á láglandi þar sem endimörk Leitahraunsins liggja rétt sunnan við þjóðveginn milli Þorlákshafnar og Krísuvíkur. Á þessu svæði er misgengis- og sprungubelti sem liggur í norðvestlæga stefnu. Áætlaðar línuleiðirnar sem hér um ræðir myndu liggja í sömu stefnu og sprungurnar og myndu því ekki þvera það og dregur það úr hættu á að línumannvirki skemmist vegna sprunguhreyfinga.



Mynd 14. Sameinaðar línuleiðir Þorlákshafnarlínua 2 og 3. Gula svæðið er athugasvæðið og línurnar innan þess eru mögulegar línuleiðir. Gula svæðið í kringum Götugjá (og bláu og ljósbláu línurnar) er það svæði sem bættist við á síðari stigum þegar lagt var til að færa línurnar frá Búra.

Á síðari stigum kom fram hugmynd að færa línuna á þessu svæði þ.e. þaðan sem línurnar sameinast og að beygjuni fyrir Hlíðarendafjall, aðeins til NV eða nær Geitafelli til að hlífa hellinum Búra fyrir ágangi. Sú hugmynd breytir litlu í þessu mati þar sem línurnar yrðu áfram á Lambafellshrauninu sem er tiltölulega einsleitt og áfram yrðu línurnar samsíða misgengissprungum á svæðinu.

Þegar Lambafellshrauni sleppir niðri á láglandinu við þjóðveginn milli Þorlákshafnar og Krísuvíkur er áætlað að línan liggja inn á hraun sem ættað er frá Heiðinni Há að tengivirkinu austan við Þorlákshöfn. Sunnan við þjóðveginn eru Lambafellshraunið og hraunið frá Heiðinni Há fallega mosagróin, en eftir því sem nær dregur sjó verður hraunið frá Heiðinni Há mjög sandorpið og lítið gróið. Töluvert uppgræðsustarf hefur verið unnið á hrauninu í nágrenni við Þorlákshöfn (mynd 14) til að hefta sandfok, en hraunið er ennþá tilölulega gróðursnautt.



Mynd 15. Sprungnir hraunkollar í sandorpnu hrauni frá Heiðinni Há.

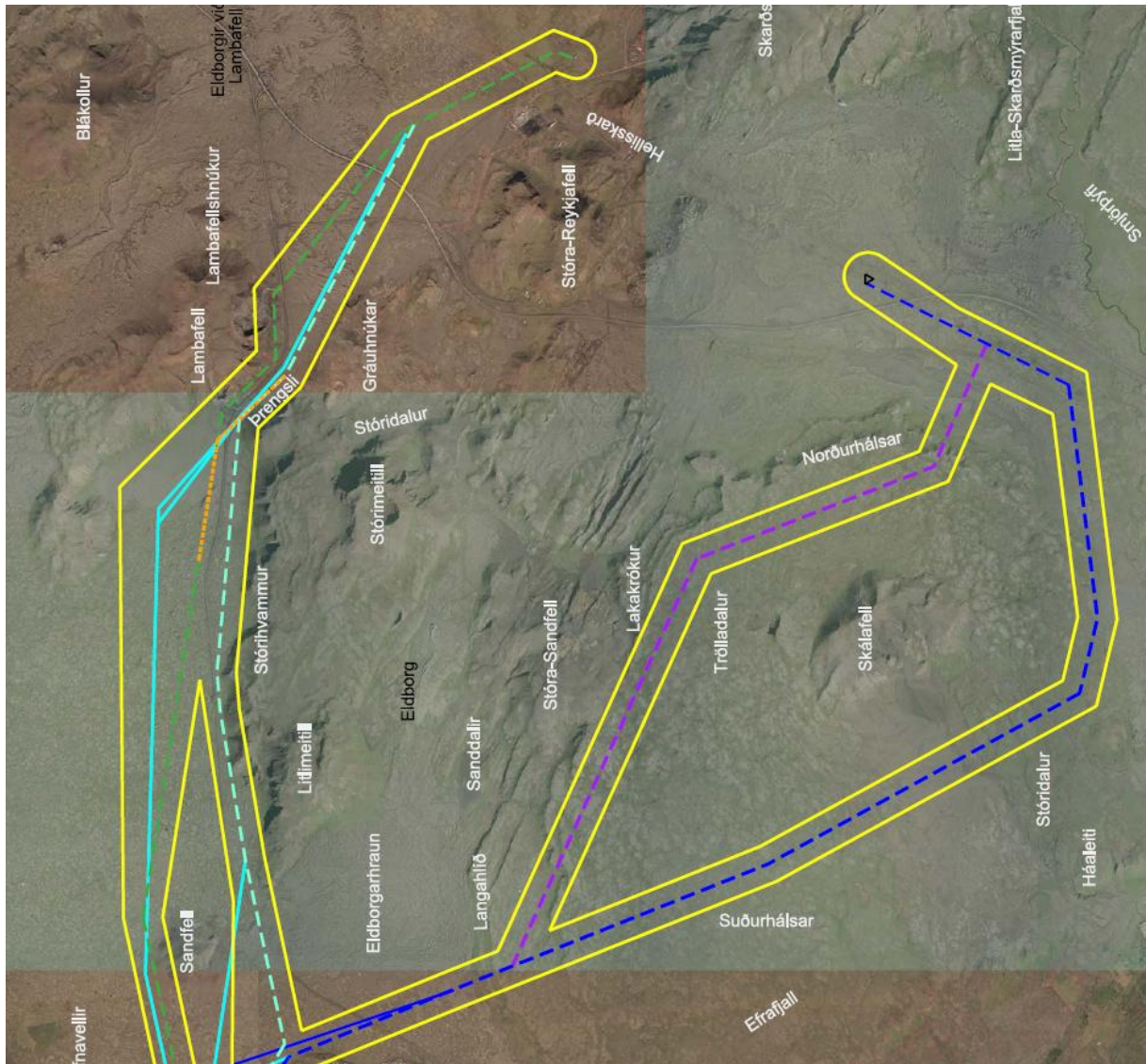


Mynd 16. Uppgrætt helluhraun frá Heiðinni Há í nágrenni Þorlákshafnar.

2.5.1. Höggun á línuleið Þorlákshafnarlínu 2

Ekki er mikið um sjáanlegar sprungur á leiðum Þorlákshafnarlínu 2 fyrr en komið er suður fyrir Þrengsli, en fyrst fer að bera á sprungum þegar komið er að Litla-Meitli. Sprungurnar má finna báðum megin við Litla-Sandfell. Mest er af þessum sprungum á svæðinu fyrir norðan Krossfjöllin og að norð-austur hluta Hlíðarendafjalls, en þar liggur fyrirhugað línustæði nánast samhliða sprungustefnunni, eða í norðaustur.

3.2. Þorlákshafnarlína 3



Mynd 17. Línuleiðir Þorlákshafnarlínu 2 og 3. Athugunarsvæði Þorlákshafnarlínu 3 er gula svæðið hægra megin á myndinni sem fer í kringum Skálatellið. Bláu og fjólubláu punktalínurnar eru valkostir 1 og 2.

Áætlað er að Þorlákshafnarlína 3 fari út frá línunum uppi á Helliðsheiði í átt að Skálatelli. Línan byrjar efst á Helliðsheiði á Nesjahrauninu sem tilheyrir yngstu syrpu Helliðsheiðarhraunanna og er það um 2000 ára gamalt. Hér uppi á heiðinni er Nesjahraunið vel mosavaxið en heldur úfnara en neðan við Hveradali.



Mynd 18. Nesjahraunið fyrir norðan Skálafellssdyngjuna. Fremst má sjá mosavaxið Nesjahraunið en í baksýn má sjá Skálafell og dyngjubasaltið sem umlykur fjallið. Hverahlíð er í slakkanum til hægri.



Mynd 19. Fremst á myndinni má sjá dyngjubasalt frá Skálafellssdyngunni (í skugga) sem hér er mjög uppbrotið, en aftur sér í Nesjahraunið sem tilheyrir yngstu syrpu Hellisheiðarhrauna.

Valkostur 1 liggur frá tengivirki á Hellisheiði og fylgir öðrum línunum á heiðinni smáspöl, en sveigir síðan frá öðrum línunum og liggur nánast til suðurs á leiðis að Núpafjalli. Vestan við Núpafjall sveigir línun til suðvesturs og liggur fyrir sunnan Skálafellið og tengist Þorlákshafnarlínu 2 norðan við Krossfjöll í Þrengslum. Línun liggur fyrst á Nesjahrauninu og síðan yfir smáskækil af Hellisheiðarhrauni A, Hagavíkurhrauni, sem er um 10300 ára gamalt. Fljótlega liggur leiðin upp á hraunlög frá Skálafellsdyngjunni sem talin er hafa myndast í lok síðasta jökulskeiðs. Skálafell samanstendur af grágrýti og skálaga móbergi. Svæðið í kringum Skálafellið er tiltölulega slétt dyngjubasalt sem er vel gróið mosa og lyngi. Stöku hraunkollar stingast uppúr gróðrinum og á stöku stað má sjá veðruð hraunreipi í yfirborði. Svæðið er fremur auðvelt yfirferðar, en er þó töluvert grýtt á stöku stað, sérstaklega nálægt brúnum dyngjunnar (sjá mynd 16).



Mynd 20. Dyngjubasalt frá Skálafellsdyngjunni. Hraunið er fremur slétt og er ágætlega gróið með grasi, lyngi og mosa. Myndin er mjög lýsandi fyrir svæðið kringum Skálafellið.

Fyrir norðan Núpafjall er áætlað að línun liggji yfir hrauntungu Nesjahraunsins (Hellisheiðarhraun D, um 2000 ára) smá spöl. Þaðan sveigir línun til suðvesturs og liggur yfir hraunlög frá Skálafellsdyngjunni og kemur síðan niður af dyngjunni inn á hraunlög sem tilheyra Lönguhlíðardyngjunni, en hraunlög frá Lönguhlíðardyngjunni liggja undir hraunlögum Skálafellsdyngjunnar. Eftir að hraunlögum Lönguhlíðardyngjunnar sleppir er áætlað að línun liggji yfir Eldborgarhraunið sem tilheyrir

yngstu syrpu Hellisheiðarhraunanna og er um 2000 ára gamalt. Eldborgarhraunið kemur úr gíg sem liggur austan við Milli Meitla dyngjuna. Hraunið er vel mosavaxið og fremur lítið úfið en flokkast þó engu að síður sem apalhraun.



Mynd 21. Yfirlit yfir Eldborgarhraunið. Myndin er tekin af gígbrúninni. Í baksýn sér í Krossfjöll.

Valkostur 2 beygir frá línunum á Hellisheiði aðeins vestar en valkostur 1 og liggur vestan við Skálafellið meðfram Stóra Sandfelli á hraunlögum frá Skálafellsdyngunni sem eru með sömu ásýnd hér vestan megin við Skálafellið og austan megin. Valkostur 2 fyrir Þorlákshafnarlínu 3 sameinast valkosti 1 á hrauninu frá Lönguhlíðardyngjunni.



Mynd 22. Yfirlit yfir línuleiðir Þorlákshafnarlína 2 og 3. Myndin er tekin frá Skálafelli. Valkostir 1 og 2 munu sameinast á svæðinu fyrir neðan Skálafellið, nokkurn vegin fyrir miðju myndar vinstra megin og liggja niður af heiðinni að norðurhluta Krossfjalla þar sem línan mun sameinast Þorlákshafnarlínu 2. Línan mun síðan liggja fyrir norðan Krossfjöllin og sveigja til suðvesturs við norðurenda Krossfjalla út fyrir Hlíðarendafjall og þaðan nánast beint til suðurs að tengivirkinu.



Mynd 23. Skálafell séð úr austri frá Núpafjalli. Áætlað er að Þorlákshafnarlína 3, valkostur 1. liggi yfir dyngjubasaltið efst til hægri, meðfram Skálafellinu og fari yfir brúnina hægra megin við fjallið.



Mynd 24. Skálfell séð frá Þrengslum. Báðir valkostir Þorlákshafnarlínu munu sameinast sunnan megin við Skálafellið og síðan koma niður hlíðina fyrir miðri mynd og fara síðan yfir Eldborgarhraunið sem er fremst á myndinni.

2.6.1. Höggun á línuleið Þorlákshafnarlínu 3

Línuleiðir Þorlákshafnarlínu 3 eru að mestu lausar við sýnilegar sprungur nema á smá svæði uppi á Skálafellsdyngjunni í vestanverðum Norður-Hálsum. Líklegt er þó að þessa sprungur séu gamlar og ekki mjög virkar. Eitthvað fer að bera á sprungum þar sem valkostir 1 og 2 sameinast í Lönguhlíðinni utan í Skálafellsdyngjunni. Ekki eru neinar sprungur sjánlegar á Eldborgarhrauninu þar sem Þorlákshafnarlína 3 fer yfir það. Hraun er þó ekki nema um 2000 ára og liggur innan sprungusveimsins sem einkennir svæðið þannig að á þessu svæði eru líklegast sprungur þó þær sjáist ekki á yfirborði. Út frá því má því áætla að ekki hafi orðið höggun á þessu svæði síðustu 2000 árin. Þegar komið er út fyrir Eldborgarhraunið er komið á Lambafellshraunið sem er með virkum sprungum á yfirborði, með sprungustefnu í norð-Austur, en á því svæði Sameinast valkostir fyrir Þorlákshafnarlínu 2 og 3.

4. NÁTTÚRUVÁ Á SVÆÐINU

Helstu náttúrulegu áhættuþættir fyrir línur á mögulegum línuleiðum Þorlákshafnarlínu 2 og 3 eru af völdum eldgosa og jarðskjálfta.

Eins og fyrr hefur verið bent á í þessari skýrslu eru línuleiðirnar á virku eldgosasvæði. Inn á svæðin hafa runnið hraun úr bæði Hengils- og Brennisteinsfjallakerfunum í gegnum tíðina og er engin ástæða til að ætla að það breytist í framtíðinni. Nánast öll línuleið Þorlákshafnarlínu 2 liggur á ungum nútímahraunum. Þorlákshafnarlínua 3 (nema áður en farið er upp á Skálafellsdyngjuna) ætti að vera nokkuð laus við áhættu vegna eldgosa, þar til komið er niður á láglendið við Eldborgarhraunið. Eldgos á þessum slóðum yrðu hins vegar að öllum líkindum róleg flæðigos, þannig að hugsanlega gæfist einhver tími til að vernda línumannvirki ef til goss kæmi.

5. EINKENNI OG VÆGI ÁHRIFA

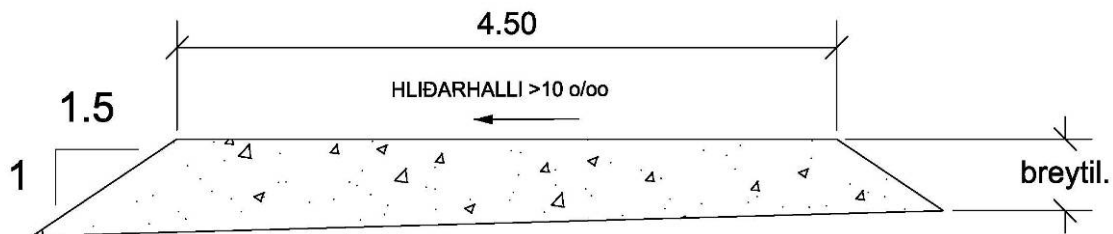
5.1. Háspennumöstur: Undirstöður, plön og slóðagerð

Til að gæta samræmis í útliti verða fyrirhugaðar háspennulínur líklega af svipaðri gerð og þær línur sem fyrir eru á svæðinu, þ.e. stöguð stálgrindarmöstur. Stöguð stálgrindarmöstur hafa verið lengi í notkun og reynst vel en aðrar mastragerðir verða einnig skoðaðar.

Í öllum tilfellum þarf að grafa fyrir undirstöðum mastranna og í einhverjum tilfellum líka fyrir stagfestum. Bergboltar eru í flestum tilfellum notaðir fyrir stagfestur þar sem því er viðkomið og þarf að bora og grauta fyrir þeim. Til að hífa upp möstrin þarf burðarhæft plan, ca. 10 x 10 m nálægt mastursstæði og tengislóða frá aðal línuslóða.

Í nágrenni hvers masturs mun því verða umtalsvert varanlegt rask á afmörkuðu svæði.

Rask af slóðagerð myndi verða töluvert þar sem engar línur eru nú á því svæði sem um ræðir. Gera þyrfti nýja vegi og afleggjara að hverju mastursstæði auk þess sem gera þyrfti plön við hvert mastur.



Mynd 25: Þversnið af dæmigerðri línuslóð.

Samkvæmt tillögu að matsáætlun verða slóðar um 5 m breiðir, auk fláa 1,5:1, þannig að breidd nýrra slóða á svæðinu getur orðið umtalsverð ef slóði er lagður í halla.

Nýja slóða ætti að leggja þannig að sem minnst rask verði á landi og ef leggja þarf slóða yfir múrlandi eða önnur blaut svæði ætti að nota jarðvegsdúk til að hægt verði að fjarlægja ummerki eftir slóða síðar meir.

Í hraunum ætti að forðast að leggja slóða í jaðri hrauna svo ummerki um stærð og útbreiðslu hrauna glatist ekki eða tynist. Forðast ætti líka að leggja slóða í eða við

hrauntraðir þar sem hrauntraðirnar sýna rennslissögu hrauna og eru auk þess oft á tíðum grónar. Alls ekki má leggja slóða í eða við gossprungur, gíga og gervígiga né yfir hverasvæði.

Ljóst er að töluvert magna af efni mun þurfa við nýframkvæmdir á slóðum og mastursplönunum Ekki er gert ráð fyrir að opna nýjar námur vegna framkvæmdanna heldur kaupa efni úr þeim námum sem fyrir eru á svæðinu.

5.2. Mótvægisaðgerðir

Ljóst er að framkvæmd sú sem hér er lagt mat á mun hafa rask í för með sér sem er varanlegt að hluta til. Ef farið yrði að eftirtöldum mótvægisaðgerðum má hins vegar ljóst vera að óþarfa raski mun verða haldið í lágmarki meðan á framkvæmum stendur:

- Tekið verði tillit til jarðmyndana og umhverfis sem minnst er á í kafla 2 þegar staðsetning mastra er valin þannig að sérstökum jarðmyndunum stafi ekki ógn af framkvæmdum þeim tengdum. Hér er einkum verið að tala um hraunhella og hraunjaðra.
- Þegar/ef efni er mokað upp úr mastursstæðum eða skurði fyrir línur skal tryggja að ekki sé haugsett yfir svæði sem teljast hafa verndunargildi og að almennt verði reynt að halda haugsvæðum í lágmarki. með því að moka beint á bíla sem haugsetja efni á þar til gerðum haugsvæðum.
- Til að hindra að mengunarslys verði á framkvæmdasvæði með varanlegum afleiðingum á vatnasviði svæðisins er mælt til þess að verktakar og aðrir sem vinna á svæðum þar sem berggrunnur er gropinn (í nútímahrauni) lágmarki umferð stórra olíubíla á svæðinu. Einnig er mælt til þess að öllum tækjum verði lagt ofan á þartilgerðum dúkum sem safna í sig olíu og glussa ef leki á sér stað og að olíuhreinsunarútbúnaður sé alltaf til taks nálægt vinnuvélum.
- Til að tryggja að unnið verði eftir þessu mati ætti reyndur jarðfræðingur að koma að eftirlitsframkvæmdunum og jafnvel setja út fyrir nýjum slóðum þar sem þeirra er þörf. Það eru einnig töluverðar líkur á að við framkvæmdirnar komi ýmislegt í ljós sem vert er að vernda án þess að minnst hafi verið á það í þessu mati, þar sem svæðið sem um ræðir er ansi stórt og víðfeðmt.

6. NIÐURSTÖÐUR – ÁHRIF Á JARÐMYNDANIR

Það er niðurstaða þessa mats að framkvæmd þessi mun hafa í för með sér einhverjar varanlegar breytingar á jarðmyndunum. Breytingunum er þó hægt að halda í lágmarki ef settum skilyrðum er fylgt eftir á réttan hátt. Valkostir Þorlákshafnarlína 2 og 3 fela í sér að meðfram línuleiðunum verður að leggja nýja slóða og mastursplön, sem liggja myndu að miklu leyti í nútímahraunum

Af lýsingu á jarðfræði leiðarinnar má hins vegar ljóst vera að stíga verður varlega til jarðar á flestum þeim svæðum þar sem framkvæmdir eru fyrirhugaðar vegna 37. greinar náttúruverndarlaganna.

Forðast ber því að láta framkvæmdir sem snerta línulögnina og slóðagerð hafa áhrif á eftirtalin atriði:

- Hrauntraðir í nútímahraunum
- Jaðrar nútímahrauna svo sem Svínahraunsbruna og Eldborgarhrauns.
- Ósnert útlit Svínahraunsbruna og Lambafellshrauns þ.e. ekki fara með slóða beint yfir miðju hraunanna heldur velja leiðir við jaðra og meðfram fjöllum. Að því leyti væri valkostur 2 fyrir Þorlákshafnarlínu 2 betri kostur þar sem í þeim valkosti er ekki farið beint yfir Svínahraunsbruna og Lambafellshraun.
- Hrauntunga Nesjahraunsins (Hellisheiðarhraun D, um 2000 ára). Valkostur 1 fyrir Þorlákshafnarlínu 3 gerir ráð fyrir að línun liggi nánast eftir þessari hrauntungu á kafla, en s.k.v. náttúruverndarlögum, 37 grein njóta nútímahraun sérstakrar verndar og forðast skal að raska þeim. Af þeim sökum er valkostur 2 heppilegri fyrir Þorlákshafnarlínu 3
- Niðurföll, hraunkolla, hraunreipi og gjár
- Óröskuðum misgengisstöllum

Eftirtöldum jarðmyndum ætti hins vegar alls ekki að raska vegna jarðsögulegs mikilvægis:

- Hraunhellum í Leitahrauni, Arnarhellir og Búri

6. HEIMILDIR

Ari Trausti Guðmundsson. Íslandseldar. Reykjavík 1986, 168 bls.

Ari Trausti Guðmundsson. Íslenskar eldstöðvar. Reykjavík 2001, 320 bls.

Björn Símonarson 2008, Hellarannsóknafélag Íslands. Munnlegar upplýsingar.

Gunnar Þorbergsson, 2003: Nesjavallaveita. GPS-mælingar á Hengilssvæði í apríl og maí 2003. OS-2003/033, Orkustofnun.

Jón Jónsson, 1978. Jarðfræðikort af Reykjanesskaga. I. Skýringar við Jarðfræðikort, II. Jarðfræðikort. OS JHD 7831.

Kristján Sæmundsson, 1995: Hengill, Jarðfræðikort (Berggrunnur) 1:50.000 Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur og Landmælingar Íslands

Kristján Sæmundsson, Snorri Páll Snorrason og Guðmundur Ó Friðleifsson, 1990: Skýrsla um jarðfræðikort af suðurhluta Hengilssvæðis milli Hengladala og Krossfjalla (jarðfræðikort og jarðhitakort í handriti). Orkustofnun OS-90008/JHD-02 B

Kristján Sæmundsson og Sigmundur Einarsson, 1980: Jarðfræðikort af Íslandi, blað 3, Suðvesturland, Önnur útgáfa. Náttúrufræðistofnun Íslands og Landmælingar Íslands, Reykjavík.

ISOR 2003: Virkjun á Hellisheiði, Rafstöð allt að 120 MW. Varmastöð allt að 400 MW. Mat á umhverfisáhrifum. Sérfræðiskýrsla: Hellisheiðarvirkjun jarðfræðilegar aðstæður á virkjunarsvæði. Greinargerð KS 03/02, unnin fyrir Orkuveitu Reykjavíkur.

Sigmundur Einarsson, 1995: Hellisheiði og Kristnitökuhraun. Eyjar í eldhafi, safn greina um náttúrufræði. Gott mál Reykjavík 1995, 292 bls.

Friðlýsing Árnahellis: <http://ust.is/LogOgReglur/Fridlysingar/Natturuvaetti//nr/213>

Viðauki 4

Bjarni F. Einarsson, 2009. Fornleifaskráning vegna mats á umhverfisáhrifum rafmagnslína frá Hellisheiði í átt að Þorlákshöfn. Fornleifafræðistofan, Reykjavík. Unnið fyrir Landsnet hf.

FORNLEIFAFRÆÐISTOFAN

Fornleifaskráning vegna mats á umhverfisáhrifum rafmagnslína frá Hellisheiði í átt að Þorlákshöfn



Unnið fyrir Landsnet
Bjarni F. Einarsson
Apríl 2010

Forsíðumyndin sýnir fjárborg skammt sunnan við Krýsuvíkurveg í landi Hlíðarenda. (Ljósmynd. BFE. Fornleifar Ölfuss nr. 82).

FORNLEIFAFRÆDISTOFAN

© Bjarni F. Einarsson
Unnið fyrir Landsnet
Apríl 2010

Inngangur

Að beiðni Eflu hf. fyrir hönd Landnets hf., kannaði Fornleifafræðistofan nokkrar hugmyndir að línuleið frá Hellisheiði og Kolviðarhóli suðaustur í átt að Þorlákshöfn (Þorlákshafnarlínur, sjá mynd 1), með tilliti til fornleifa. Svæði sem afmarkað er utan um hinar ýmsu tillögur var skoðað.

Ekki voru könnuð svæði utan áhrifasvæðis veglínanna sem hugsanlega verða fyrir raski af völdum framkvæmdanna svo sem efnisgeymslur, vinnubúðir eða annað.

Farið var í gegnum nokkrar heimildir svo sem sýslu- og sóknarlýsingar, örnefnaskrár, *Jarðabók Árna Magnússonar og Páls Vídalíns og Friðlýsingarskrá*.

Vettvangsvinna fór fram í áföngum frá janúar 2009. Síðasti dagur vettvangsvinnu var 27. apríl síðastliðinn. Hver staður fékk eitt númer og fornleifar á viðkomandi stað, einar eða fleiri, fengu sitt undirnúmer. Þannig getur einn staður geymt einar eða fleiri fornleifar (t.d. nr. 26:1-20 o.s.frv.). Hvert sveitarfélag hefur sitt eigið númerakerfi frá 1 – n.

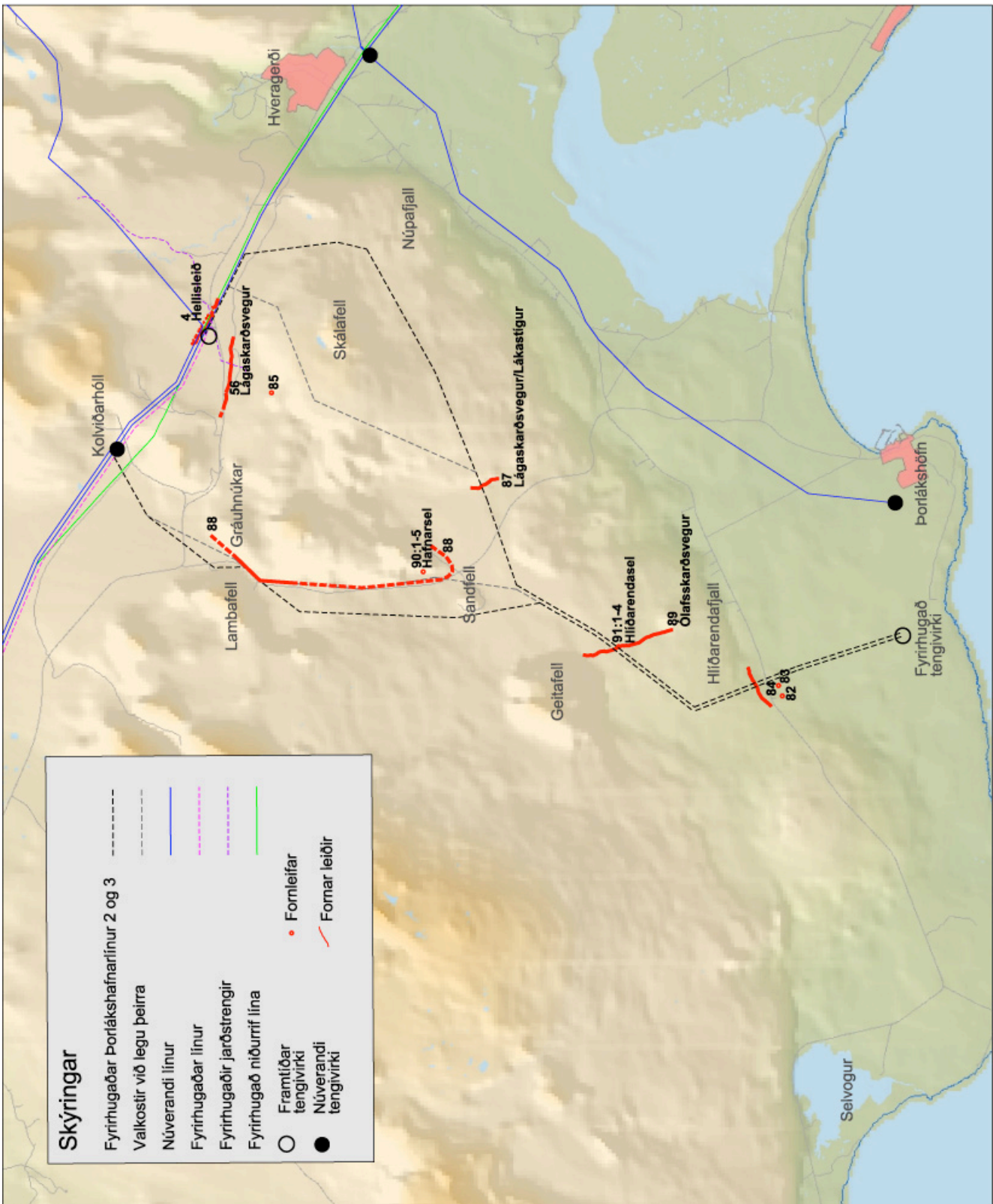
Í tengslum við virkjanirnar sjálfar fór fram mat á umhverfisáhrifum og er vísað til þeirra þegar kemur að hugsanlegum fornleifum á áhrifasvæði þeirra.

Einhver vinna hefur verið lögð í fornleifaskráningu sveitarfélagsins sem ekki er lokið. Ekki var leitað eftir upplýsingum um hana í þessari vinnu, en þó er vísað til þeirra heimilda í fornleifaskrá þegar við á.

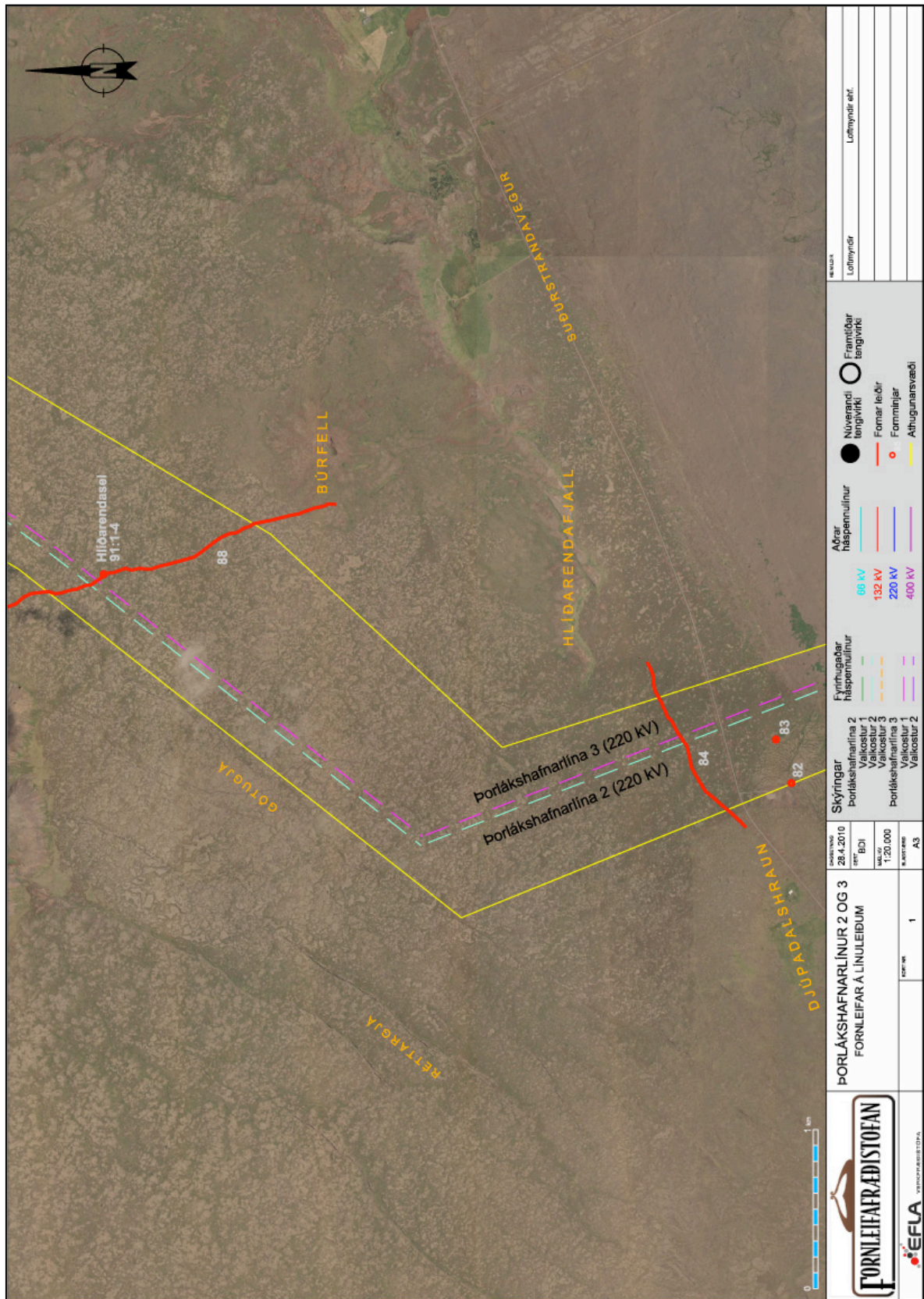
Bent skal á að verði línuleiðum breytt þarf að skoða þau svæði sem þá verða innan áhrifasvæðisins með tilliti til fornleifa.

Þegar hættumatið var skilgreint í fornleifaskránni var gengið út frá því að hinar fyrirhuguðu kvæmdir myndu ætíð taka tillit til fornleifa og ekki skaða þær. Þó var talið að af framkvæmdunum væri tímabundin hætta og lagt var mat á hana í viðeigandi reit í skránni. Sú hætta ætti að vera yfirstaðin eftir að framkvæmdum lýkur, nema að ekki hafi verið hægt að taka tillit til þeirra og farið út í þær mótvægisáðgerðir sem Fornleifavernd ríkisins taldi nauðsynlegar.

Fulltrúi verkkaupa var Ólafur Árnason hjá Eflu hf.



Mynd 1. Yfirlit yfir hinar ýmsu hugmyndir að línuleiðum (skástrikaðar gráar línur) frá Hellisheiði og Kolviðarhöli suðaustur í átt að Þorlákshöfn. Nákvæm staðsetning fornleifa má sjá á loftmyndum í skýrslu þessari. Loftmynd: Loftmyndr ehf. Viðbætur Efla hf./Fornleifafræðistofan.



Mynd 2. Staðsetning fornleifa syðst á hinu kannaða svæði. Loftmynd: Loftmyndir hf. Viðbætur Efla hf./BFE.

Skráningin

Á hinu kannaða svæði eru tveir staðir með fornleifum friðlýstir, en það eru Hellisgatan á Hellisheiði nr. 4 ásamt öllum vörðum og rústir Hafnarsels undir Votabergi (einnig Þorlákshafanarsel). Samkvæmt þjóðminjalögum frá 2001 eru allar fornleifar eldri en 100 ára friðaðar og sumar friðlýstar. Þeim má enginn, hvorki landeigandi, framkvæmdaaðili né nokkur annar spilla, granda né úr stað færa, nema með leyfi Fornleifaverndar ríkisins (10. gr.). Því eru allar fornleifarnar á svæðinu, sem eldri eru en 100 ára, friðaðar skv. lögnum.

Friðlýstum fornleifum fylgir 20 m friðhelgt svæði út frá ystu sýnilegu mörkum þeirra. Um friðaðar fornleifar gilda engin sérstök ákvæði hvað þetta varðar. Sú hefð hefur þó komist á að fara ekki of nærri fornleifum og taka tillit til *eðlis* þeirra og þarfa.

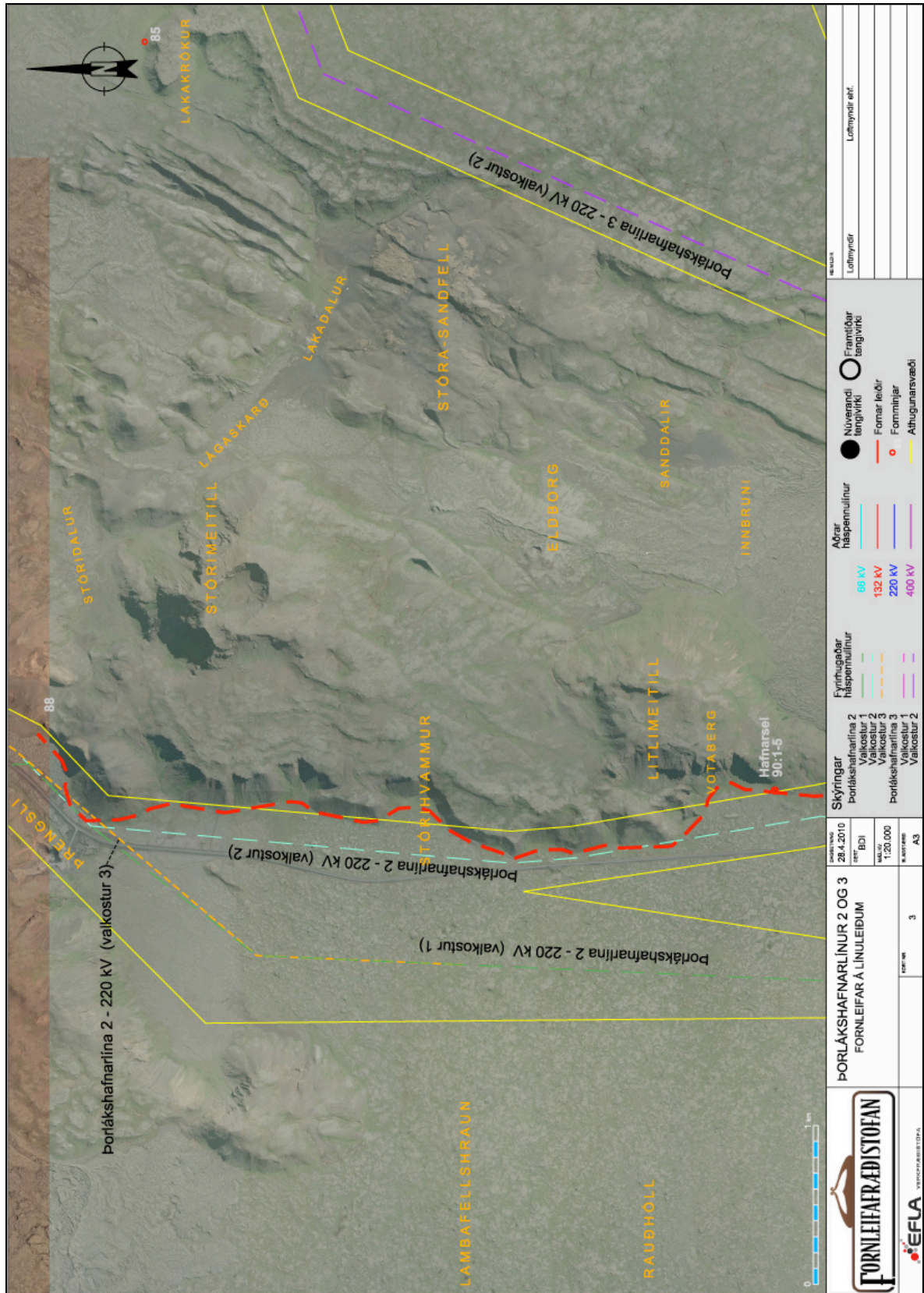
Á hinu kannaða svæði fundust samtals 11 staðir með 18 fornleifum eða minjum (sjá töflu 1).

Nr.	Tegund	Fj.	Hættumat	Hætta	Ástand	Aldur	Minjagildi	Varðveigildi	Mónvaðgerðir
Ölfus									
4:1	Fornleið	1	Byggingar	Mikil	Ágætt	1550-1900	Hátt (7,5)	Hátt (7,5)	Nákv. GPS mæl.
56:1	Vegur	1	Virkjun	Talsverð	Sæm.	1550-1900	Lítið (2)	Lítið (2)	Nákv. GPS mæl.
82:1	Fjárborg	1	Ekkert	Engin	Ágætt	1550-1900	Hátt (7,5)	Hátt (7,5)	Rannsókn
83:1	Aðhald	1	Ekkert	Engin	Ágætt	1550-1900	Talsvert (6)	Talsvert (6)	Rannsókn
84:1	Gata	1	Ekkert	Engin	Ágætt	1900-	Lítið (2)	Lítið (2)	Nákv. GPS mæl.
85:1	Rúst	1	Ekkert	Engin	Ágætt	1900-	Lítið (2)	Lítið (2)	Engar
87:1	Fornleið	1	Ekkert	Engin	Ágætt	1550-1900	Lítið (4)	Lítið (4)	Nákv. GPS mæl.
88:1	Gata	1	Ekkert	Engin	Lélegt	1900 -	Lítið (2)	Lítið (2)	Engar
89:1	Fornleið	1	Ekkert	Engin	Sæm	1550-1900	Lítið (4)	Lítið (4)	Nákv. GPS mæl.
90:1-5	Sel	5	Landeyðing	Talsverð	Ágætt	1550-1900	Hátt (8,5)	Hátt (8,5)	Rannsókn
90:1	Sel	1	Ekkert	Engin	Ágætt	1550-1900	Hátt (8,5)	Hátt (8,5)	Rannsókn
90:2	Garður	1	Landeyðing	Mikil	Lélegt	1550-1900	Lítið (2)	Lítið (2)	Rannsókn
90:3	Rúst	1	Landeyðing	Mikil	Sæm.	1550-1900	Lítið (2)	Lítið (2)	Rannsókn
90:4	Rúst	1	Landeyðing	Mikil	Lélegt	1550-1900	Lítið (2)	Lítið (2)	Rannsókn?
90:5	Stekkur	1	Ekkert	Engin	Ágætt	1550-1900	Talsvert (6)	Talsvert (6)	Rannsókn
91:1-4	Sel	4	Ekkert	Engin	Ágætt	1550-1900	Hátt (8,5)	Hátt (8,5)	Rannsókn
91:1	Rúst	1	Ekkert	Engin	Ágætt	1550-1900	Talsvert (7)	Talsvert (7)	Rannsókn
91:2	Sel	1	Ekkert	Engin	Ágætt	1550-1900	Hátt (8,5)	Hátt (8,5)	Rannsókn
91:3	Rúst	1	Ekkert	Engin	Ágætt	1550-1900	Talsvert (7)	Talsvert (7)	Rannsókn
91:4	Rúst	1	Ekkert	Engin	Ágætt	1550-1900	Talsvert (7)	Talsvert (7)	Rannsókn
<i>11 staðir</i>		<i>18 fornleifar/minjar</i>							

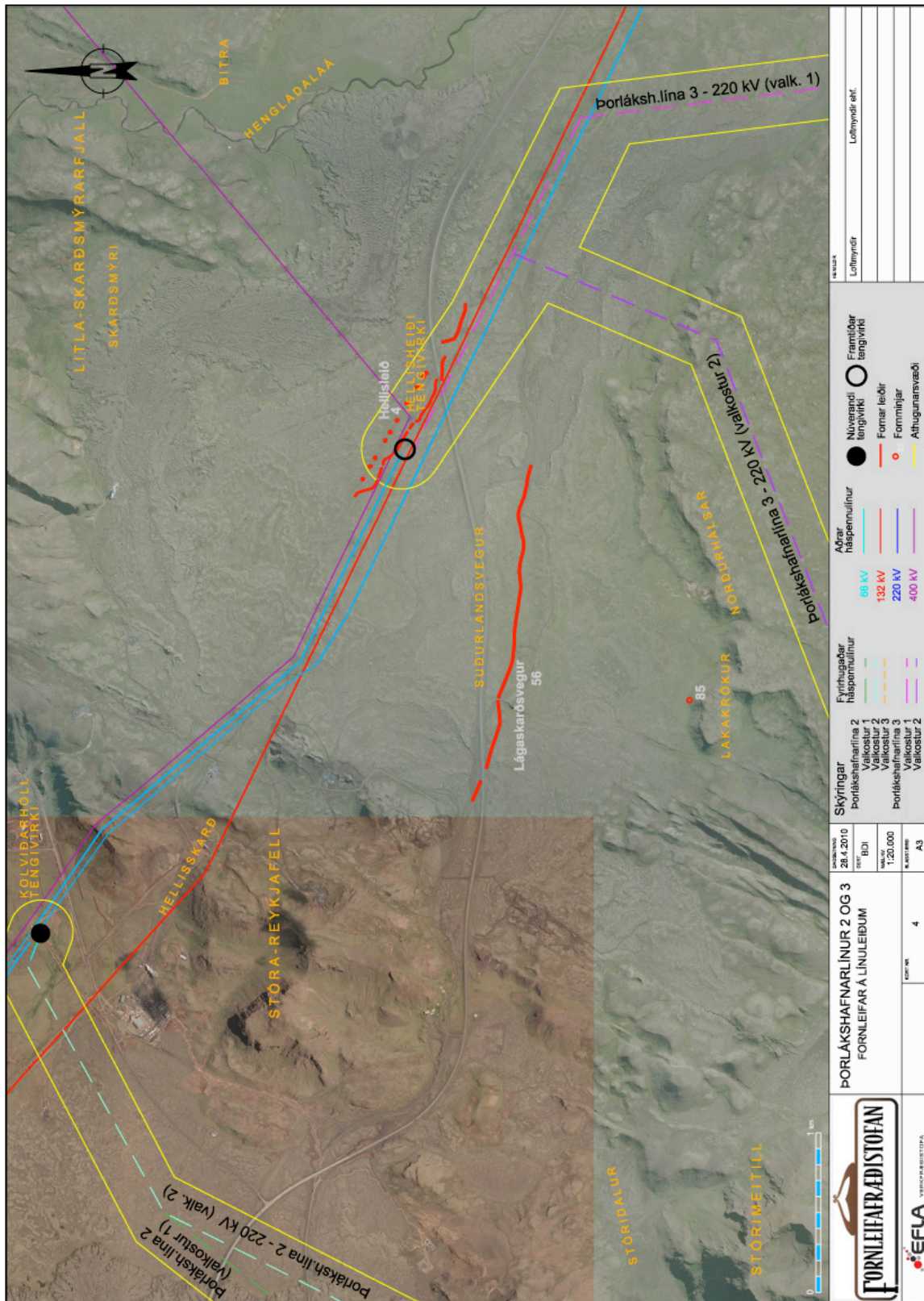
Tafla 1. Helstu niðurstöður fornleifaskráningarinnar vegna fyrirhugaðra línuleiða. Sérstaklega er bent á að hættumat miðast við ástandið eins og það er nú, en í fornleifaskrá er tímabundin hættu skilgreind. Sjá nánar upplýsingar í fornleifaskrá.

Af þessum 11 stöðum teljast fjórir hafa hátt minjagildi, einn talsvert og aðrir lítið. Sama á við um varðveislugildin. Hér er aðeins lagt mat á staðina sem slíka, en ekki einstakar fornleifar á hverjum stað, en þær geta haft meira eða minna gildi en staðurinn sjálfur. Þetta á einnig við um þá þætti sem nefndir eru hér á eftir.

Í ágætu ástandi voru átta staðir, tveir voru í sæmilegu ástandi og einn í lélegu.



Mynd 3. Staðsetning fornleiðarinnar vestur af Löguhlíð. Leiðin sameinast svo fornleiðum nr. 56 sem einnig heitir Lágaskarðsvegur. Loftmyndir: Loftmyndir hf. Viðbætur: Efla hf./BFE.



Mynd 4. Staðsetning fornleifa nyrst á hinu kannaða svæði. Punktur við Helluleiðina sýna vörður, en aðeins nokkrar slíkar. Þær voru einnig við leiðina sunnan við hringveginn. Loftmynd: Loftmyndir hf. Viðbætur Efla hf/BFE.

Tveir staðir eru taldir vera í mikilli hættu vegna virkjana/bygginga og einn í mikilli hættu vegna landeyðingar. Aðrir eru ekki í neinni hættu. Hins vegar

eru allar fornleifarnar í tímabundinni hættu vegna hinna fyrirhuguðu framkvæmda (sjá fornleifaskrá).

Allar fornleifarnar, nema þrjár, voru taldar vera frá tímabilinu 1550-1900 Þrjár eru yngri en 1900 og þar með ekki fornleifar. Ekki er þó hægt að útiloka að fornleiðir nr. 4 og 87 séu eldri en 1550. Sama mætti segja um selin tvö, Hafnarsel (nr. 90:1-5) og Hlíðarendasel (nr. 91:1-4).

Ástæða þykir til að merkja fernar fornleifar og það er Hellisgatan nr. 4, fjárborg nr. 82:1 og selin tvö. Með merkingu er átt við að merkja þá á almennum kortum en þó einkum á staðnum sjálfum með skiltum. Fjárborgir setja ákveðin svip á rústaflóru *sveitarfélagsins* þó ekki sé yfirlit yfir þær aðgengilegt enn um sinn.

Mælt er með því að leggja ekki línuleið á milli fornleifa nr. 82:1 og 83:1. Einnig er mælt með því að leggja línu neðan við Hlíðarendasel, úr augsýn við selið. Sérstaklega skal bent á að fornleifar eru utan við könnunarsvæðið, í næsta nágrenni þeirra. Þetta eru t.d. selstöður sem hafa hátt minjagildi. Fornleifar þessar voru ekki skráðar nú, en ef línustæðum verður breytt verður að skoða breytingarnar sérstaklega.

Mælt er með því að Hlíðarendasel verði friðlýst. Bæði er sjálf selstaðan einstaklega falleg og óvenjuleg á margan hátt og þar sem ástæða þótti til að friðlýsa Hafnarsel, er ekki minni ástæða til að friðlýsa Hlíðarendasel. Selstaðan þar er mun betur farin en í Hafnarseli.

Skv. 12 gr. Þjóðminjalaga er öllum gert skylt að gera Fornleifavernd ríkisins viðvart ef fornleifar liggja undir skemmdum. Eins er öllum þeim sem finna áður óþekktar fornleifar skylt skv. 13. gr. laganna að skýra Fornleifavernd ríkisins frá fundinum eins fljótt sem unnt er. Sömuleiðis er skylt skv. 18. gr. laganna að tilkynna Fornleifavernd ríkisins svo fljótt sem við verður komið þegar gripir (forngripir) finnast í jörðu (þjóðminjalög 2001). Með þessari skýrslu er þessum skyldum fullnægt.

Niðurstaða og tillaga

Alls fundust 11 staður með 18 fornleifum/minjum á hinu kannaða svæði í kringum fyrirhugaðar línuleiðir.

Af stöðunum eru allir taldir vera í tímabundinni hættu vegna hinna fyrirhuguðu framkvæmda, en þá er gengið út frá því að hægt verði að taka tillit til þeirra við framkvæmdirnar og að hættan verði engin eftir að þeim líkur.

Mælt er með því að leggja ekki línu á milli fornleifa nr. 82 og 83 og úr augsýn við Hlíðarendasel að sunnanverðu.

Allt rask á fornleifum varðar við þjóðminjalög og þarf leyfi Fornleifaverndar ríkisins til slíks eins og áður hefur komið fram. Fornleifaverndin setur einnig þá skilmála sem henni kann að þykja nauðsynlegir. Sé ekki hægt að tryggja öryggi þeirra fornleifa sem ekki eru

taldar í mikilli hættu vegna fyrirhugaðra framkvæmda þarf einhverskonar mótvægisáðgerðir með leyfi Fornleifaverndar.

Varast ber að hafa vinnuskúra eða efnisgeymslur of nálægt fornleifum (mælt með a.m.k. 20 m fjarlægð) og haga akstri þungavinnuvéla með tilliti til fornleifa.

Heimildir:

Árni Helgason. „Lýsing Garðaprestakalls 1842. *Landnám Ingólfs. Safn til sögu þess.*

III.1 Sýslulýsingar og sóknalýsingar. Reykjavík 1932.

Fornleifaskrá. Skrá um friðlýstar fornleifar. Fornleifanefnd – Þjóðminjasafn

Íslands. Ágúst Ó. Georgsson tók saman. Reykjavík 1990.

Hálfdan Jónsson. „Descriptio Ölveshrepps anno 1703. *Landnám Ingólfs. Safn til*

sögu þess III. Sýslulýsingar og sóknarlýsingar. Reykjavík 1937.

Jarðabók Árna Magnússonar og Páls Vídalíns. Árnessýsla. Annað bindi.

Kaupmannahöfn 1918 – 1921.

Jón Matthíasson. „Lýsing Arnarbælisþinga 1840.“ *Landnám Ingólfs. Safn til sögu*

þess. III.1. Sýslulýsingar og sóknalýsingar. Reykjavík 1932.

Oddgeir Hansson. *Stóra-Skarðsmýrarfjall, Ölkelduháls, Hverahlíð.* Handrit.

Fornleifastofnun Íslands. Reykjavík 2005.

Orri Vésteinsson. *Fornleifar á afrétti Ölfushrepps.* Handrit. Reykjavík 1998.

Sýslulýsingar 1744 – 1749. Sögurit XXVIII. Reykjavík 1957.

Þjóðminjalög nr. 107, 20. maí 2001. Þingskjal 1490, 126.

Örnefnakort. *Hlíðarendi. Litlaland.* Stofnun Árna Magnússonar í íslenskum

fræðum. Handrit. Örnefnasafn.

Örnefnaskrá. *Afréttur Ölfushrepps.* Stofnun Árna Magnússonar í íslenskum

fræðum. Handrit. Örnefnasafn.

Örnefnaskrá. *Hellisheiði.* Stofnun Árna Magnússonar í íslenskum fræðum.

Handrit. Örnefnasafn.

Örnefnaskrá. *Hlíðarendi.* Stofnun Árna Magnússonar í íslenskum

fræðum. Handrit. Örnefnasafn.

Fornleifaskrá

Fornleifaskrá

Aðalnr.

4

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Táknatala

8717

Hverfi

Undirnr.

1

Landareign

Núpar

Nr

-

Heiti

Hellugata/Hellisheiðarvegur

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

21.09.06

GPS Staðsetning

E 386720.7180 N 392999.5990

Viðmiðun

Ísn 93

M.y.s.

-

Skekka

0,1

Tegund minja

Fornleið

Tilgáta/Niðurstaða

Verk

Hell-Hel 09 Þor 09

Fjöldi

1

Hættumat

Hætta

Ástand

Aldur

Í eyði

Tímab. hættumat

Tímab. hætta

Merkja?

Já

Byggingar

Mikil

Ágætt

1550-1900

-

Línulögn

Mikil

Minjagildi

Einkunn

Varðveislugildi

Einkunn 2

Friðlýsa?

Friðlýst?

Hvenær

Hátt

7,5

Hátt

7,5

-

Já

1971

Lega og staðhættir

Leiðin lá upp Helligskarðið og austur yfir Helligheiðina í átt að húsi Slysavarnarfélags Íslands sem stóð rétt við Þjóðveg 1. Liggur leiðin NV - SA í hrauninu.

Heimildir og munnmæli

Ágúst Ó. Georgsson. Fornleifaskrá. Skrá um friðlýstar fornleifar. Reykjavík 1990:77.
Hálfðan Jónsson. „Descriptio Ölveshrepps anno 1703.“ Eftir Hálfðan Jónsson lögréttumann á Reykjum í Ölfusi. *Landnám Ingólfs. Safn til sögu þess III.*
Kaalund, P.E. Kristian. Ísenskir sögustaðir I-IV. Úttekt á sögustöðum í öllum fjórðungum landsins. Reykjavík 1984. I. bindi bls. 47-48.
Sveinn Pálsson. Ferðabók Sveins Pálssonar. Dagbækur og ritgerðir 1791-1797. Reykjavík 1945:194.
Sýslulýsingar og sóknarlýsingar. Reykjavík 1937:84. **Frh.**

Lýsing

Fornleið.

Gatan er víða afar greinileg með sorfnum rásum, allt að 20 sm djúpum, eftir hófa í hraunhelluna. Á víð og dreif fjölgar reiðgötunum og geta verið allt að fjórar á 10 m breiðu beltí og á stöku stað eru þær nær ósýnilegar. Línuvegur sker leiðina skammt austur af Helligskarði, en nokkru áður en komið er í skarðið hverfur gatan. Þó gæti hún hafa verið sameinuð götunni „Milli hrauns og hliðar“ í sjálfu skarðinu, en sú gata var gerð á 19. öld (örugglega ofan í eldri götu). Helligsgatan er vel vörðuð og er bæði hún og vörðurnar, auk gamla sæluhússins „Helligkofinn“, friðlýstar. Ekki eru vörðurnar í neinni hættu.

Síðar var lagður upphlaðinn vegur í götuna. Var sá vegur kenndur við Eirík í Grjótá. (Örnefnaskrá. Helligheiði). Þennan upphlaðna veg má sjá leifarnar af vestarlega, skömmu áður en komið er að Helligskarði (rétt hjá vörðu nr. 51) og austur af Biskupsvörðunni (nr. 46) hjá Helligkofanum. Aðeins er um stuttann kafla að ræða (um 50 m) og ekki er hægt að sjá þessa götu annarsstaðar á Helligsgötunni.

Nýleg girðing liggur víða með götunni og hefur skemmt hana á nokkrum stöðum. Eldri rafmagnsstaurar hafa einnig skemmt hana á allavega tveimur stöðum.

GPS er nákvæmlega mælt þar sem leiðin hverfur austast. Vestasti punkturinn er: E 384375.6970 E 394202.6470.

Athugasemdir

Leiðin var áður skráð í tengslum við umhverfismat á Búrfellslínu 3a þann 24.10.97. Síðar var hann skráður 2003 hjá FÍ undir númerinu ÁR-721:005. Leiðin var nákvæmlega mæld frá Þjóðveginum að athafnasvæði Kolviðarhólsvirkjunar. Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær frekar (ljósmyndun) með leyfi Fornleifaverndar ríkisins, sem setur þá skilmála sem nauðsvnlegir kunna að bvkia.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Olympus C-820-L/Fuji FinePix

Fornleifaskrá

Aðalnr.

56

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Táknatala

8717

Hverfi

Landareign

Nr

Heiti

Lágaskarðsvegur

Undirnr.

1

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

28.09.2006

GPS Staðsetning

E 384710 N 392618

Viðmiðun

Isn 93

M.y.s.

373

Skekka

4

Tegund minja

Vegur

Tilgáta/Niðurstaða

Verk

Hell-Hel 09 Þor 09

Fjöldi

1

Hættumat

Virkjun

Hætta

Talsverð

Ástand

Sæmilegt

Aldur

1550-1900

Í eyði

Tímab. hættumat

Línulögn

Tímab. hætta

Mikil

Merkja?

Nei

Minjagildi

Lítið

Einkunn

2

Varðveislugildi

Lítið

Einkunn 2

2

Friðlýsa?

Nei

Friðlýst?

Nei

Hvenær

‘

Lega og staðhættir

Um 70 m suður af þjóðveginum. Í mosavöxnu hrauni.

Heimildir og munnmæli

Oddgeir Hansson. Stóra-Skarðsmýrarfjall,

Ölkelduháls, Hverahlíð. Handrit.

Fornleifastofnun Íslands. Reykjavík 2005.

Orri Vésteinsson. Fornleifar á afrétti Ölfushrepps.

Handrit. Reykjavík 1998.

Örnefnaskrá. Hellisheiði. Handrit. Örnefnastofnun Íslands.

Lýsing

Vegur.

Um 4 m breiður. Hann er upphlaðinn þar sem hann var skoðaður í Hverahlíðinni, vestan við hugsanlegt áhrifasvæði háspennulínunnar. Viðast hvar hefur yngri vegur verið lagður ofan í þennan veg, en á stöku stað er hann þó óspilltur.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Fuji FinePix S 7000

Athugasemdir

Vegurinn var áður skráður vegna mats á umhverfisáhrifum Hellisheiðarvirkjunar. Þá fékk hann númerið ÁR-721:061. Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær (GPS mæla og ljósmynda) með leyfi Fornleifaverndar ríkisins, sem setur þá skilmála sem nauðsynlegir kunna að þykja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

82

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Táknatala

8717

Hverfi

Undirnr.

1

Landareign

Hlíðarendi

Nr

Heiti

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

23.03.2009

GPS Staðsetning

E 376673 N 378040

Viðmiðun

Isn 93

M.y.s.

3

Skekkja

Tegund minja

Fjárborg

Tilgáta/Niðurstaða

Verk

Þor 09

Fjöldi

1

Hættumat

Ekkert

Hætta

Engin

Ástand

Ágætt

Aldur

1550-1900

Í eyði

Tímab. hættumat

Línulögn

Tímab. hætta

Talsverð

Merkja?

Já

Minjagildi

Hátt

Einkunn

7,5

Varðveislugildi

Hátt

Einkunn 2

7,5

Friðlýsa?

Nei

Friðlýst?

Nei

Hvenær

Lega og staðhættir

Efst á lágum hraunhól í fremur úfnu hrauni. Um 400 m suður af Krísuvíkurvegi og um 40 - 50 m SA af malarnámu.

Heimildir og munnmæli

Lýsing

Fjárborg.

Nánast sporöskjulaga, 10 - 14 m í þvermál (NNA - SSV). Veggir úr hraunhellum og hraungrjóti, 2 - 3 m breiðir og 1 - 3,5 m háir. Veggirnir eru borghlaðnir og slúta vel inn í rústina eftir því sem ofar dregur, einkum að norðanverðu. Borgin er fallin á kafla, aðallega að suðaustanverðu. Dyr eru á borginni mót SSV og eru þær yfirbyggðar. Mikið er af grjóti á gólfi (hrun), en annars er það vel gróið grasi.

Veggirnir eru merkilega þykkir.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Olympus E-410

Athugasemdir

Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær með fornleifagrefti með leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

83

Sýsla	Sveitarfélag	Tákntala	Hverfi
Árnessýsla	Ölfus	8717	
Landareign	Nr	Heiti	

Undirnr.

1

Skrásetjari	Dags.	GPS Staðsetning	Viðmiðun	M.y.s.	Skekka
Bjarni F. Einarsson	26.03.2009	E 376947 N 378137	Isn 93		3

Tegund minja	Tilgáta/Niðurstaða	Verk	Fjöldi
Aðhald	Rétt	Þor 09	1
Hættumat	Hætta	Ástand	Aldur
Ekkert	Engin	Ágætt	1550-1900
Í eyði	Tímab. hættumat	Tímab. hætta	Merkja?
	Línulögn	Talsverð	Nei
Minjagildi	Einkunn	Varðveislugildi	Einkunn 2
Talsvert	6	Talsvert	6
Friðlýsa?	Friðlýst?	Hvenær	
Nei	Nei		

Legg og staðhættir

Í náttúrulegri skoru í hrauni eða við jaðar þess. Um 350 - 400 m suður af Krísuvíkurvegi.

Heimildir og munnmæli

Lýsing

Aðhald.

14 x 16 m (NNA - SSV). Veggir úr hraungrjóti þar sem til þeirra sést, 0,4 - 1 m breiðir og 0,1 - 0,8 m háir.

Tvö hólf eru í aðhaldinu og er minna hólfíð syðst, trúlega kró.

Garðlög sjást á stöku stað.

Víða vantar í vegg, en þeir ná upp á brúnina við skoruna að austan.

Botn er vel gróin grasi, mosa og fjalldrapa.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Olympus E-410

Athugasemdir

Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær með fornleifagrefti með leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

84

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Tákntala

8717

Hverfi

Undirnr.

1

Landareign

Nr

Heiti

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

2.04.2009

GPS Staðsetning

E 376771 N 378667

Viðmiðun

Isn 93

M.y.s.

Skekkja

3

Tegund minja

Gata

Tilgáta/Niðurstaða

Verk

Þor 09

Fjöldi

1

Hættumat

Ekkert

Hætta

Engin

Ástand

Ágætt

Aldur

1900-

Í eyði

Tímab. hættumat

Línulögn

Tímab. hætta

Mikil

Merkja?

Nei

Minjagildi

Lítið

Einkunn

2

Varðveislugildi

Lítið

Einkunn 2

2

Friðlýsa?

Nei

Friðlýst?

Nei

Hvenær

Lega og staðhættir

Um 120 m norður af Krísuvíkurvegi, í móa.

Heimildir og munnmæli

Lýsing

Gata.

Um 2,5 m breið og 0,2 - 0,4 m djúp (A - V). Gatan er dálítið hlykkjótt og aðeins blásin. Hún er rudd, líklega á 20. öldinni.

Gatan liggur í átt að yngri beitarhúsum.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Olympus E-410

Athugasemdir

Ef rétt er aldursgreint þurfa engar mótvægisáðgerðir að koma til. Þó er mælt með nákvæmri GPS mælingu.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

85

Sýsla	Sveitarfélag	Tákntala	Hverfi
Árnessýsla	Ölfus	8717	
Landareign	Nr	Heiti	

Undirnr.

1

Skrásetjari	Dags.	GPS Staðsetning	Viðmiðun	M.y.s.	Skekkja
Bjarni F. Einarsson	20.04.2009	E 385492 N 391419	Isn 93		3

Tegund minja	Tilgáta/Niðurstaða	Verk	Fjöldi
Rúst		Þor 09	1
Hættumat	Hætta	Ástand	Aldur
Ekkert	Engin	Ágætt	1900-
Í eyði	Tímab. hættumat	Tímab. hætta	Merkja?
	Línulögn	Lítill	Nei
Minjagildi	Einkunn	Varðveislugildi	Einkunn 2
Lítið	2	Lítið	2
Friðlýsa?	Friðlýst?	Hvenær	
Nei	Nei		

Legg og staðhættir

Á mosa- og grasi grónum stelli í Hverahlíð. Um 30 - 40 m austur af hverasvæði. Í móa.

Heimildir og munnmæli

Lýsing

Rúst.

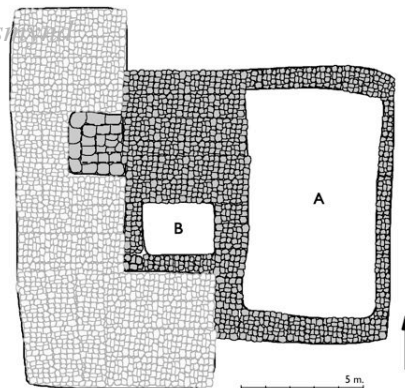
Rústin er um 9 x 11 m (N - S). Veggir úr grjóti, 0,7 - 1 m breiðir og 0,2 - 0,7 m háir.

Tvö hólfr eru á rústinni (hólf A og B), auk palls og trappa. Gólf í hólfi B er mun lægra en gólfið í hólfi A, en er þó ekki grafið niður. Gólf í hólfi A gæti verið upphækkað, en í því má sjá vísbendingar um rýmisskiptingu. Einstaka spýtur sjást hér og hvar á gólfi hólf A.

Tröppurnar eru vestan megin á rústinni og eru um 2 x 2 m stórar. Sjá má einstök þrep hér og hvar.

Vestan við rústina er grjóti lagður flötur um 7 x 18 m stór (N - S). Sjá má kantsteina við suður- og vesturhlíðina á fletinum, en takmörk noðurhlutans eru frekar óljós.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Fuji FinePix S 9600

Athugasemdir

Ef rétt er aldursgreint þurfa engar mótvægisáðgerðir að koma til.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

87

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Tákntala

8717

Hverfi

Landareign

Nr

Heiti

Lágaskarðsvegur/Lákastígur

Undirnr.

1

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

GPS Staðsetning

E 382173 N 386052

Viðmiðun

Isn 93

M.y.s.

Skekkja

3

Tegund minja

Fornleið

Tilgáta/Niðurstaða

Verk

Þor 09

Fjöldi

1

Hættumat

Ekkert

Hætta

Engin

Ástand

Ágætt

Aldur

1550-1900

Í eyði

Tímab. hættumat

Línulögn

Tímab. hætta

Mikil

Merkja?

Nei

Minjagildi

Lítið

Einkunn

4

Varðveislugildi

Lítið

Einkunn 2

4

Friðlýsa?

Nei

Friðlýst?

Nei

Hvenær

Lega og staðhættir

Vegurinn liggur eftir Lágaskarði, austan við Stóra og Litla Meitil. Áfram til suðurs liggur vegurinn vestan í Lönguhlíð.

Heimildir og munnmæli

Örnefnaskrá. Afréttur Ölfushrepps. Stofnun Árna Magnússonar í íslenskum fræðum. Handrit. Örnefnasafn. Örnefnaskrá. Hellsisheiði. Stofnun Árna Magnússonar í íslenskum fræðum. Handrit. Örnefnasafn.

Lýsing

Fornleið.

Leiðin var skoðuð í nánasta umhverfi þar sem ein tillaga að línuleið er kynnt. Þar liggur hún (N - S), með Lönguhlíð, nánast í rótum hlíðarinnar. Leiðin er nokkuð hlykkjótt og víða má sjá a.m.k. 10 reiðgötur hlið við hlið, mis breiðar og mis djúpar. Víða er leiðin nokkuð blásin.

Lákastígur mun liggja yfir leiðina, en ekki var kannað hvar.

GPS var mælt þar sem hrauntunga kemur að hliðinni úr vestri, sunnarlega.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Fuji FinePix S 9600

Athugasemdir

Ef ekki er hægt að tryggja öryggi leiðarinnar þarf að sækja um leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja. Mælt er með því að leiðin sé GPS mæld á ca. 2 - 3 km. kafla.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

88

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Táknatala

8717

Hverfi

Landareign

Nr

Heiti

Undirnr.

1

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

30.03.2010

GPS Staðsetning

E 380083 N 386831

Viðmiðun

Isn 93

M.y.s.

247

Skekkja

3

Tegund minja

Gata

Tilgáta/Niðurstaða

Verk

Þor 09

Fjöldi

1

Hættumat

Ekkert

Hætta

Engin

Ástand

Lélegt

Aldur

1900-

Í eyði

Tímab. hættumat

Línulögn

Tímab. hætta

Mikil

Merkja?

Nei

Minjagildi

Lítið

Einkunn

2

Varðveislugildi

Lítið

Einkunn 2

2

Friðlýsa?

Nei

Friðlýst?

Nei

Hvenær

Lega og staðhættir

Leiðin liggur með hliðum Gráuhnúka og Litla Meitils, Votabergs og Meitilstagls. Í hraunjaðri, mýrafláka og skriðum austan við núverandi Þrengslaveg.

Heimildir og munnmæli

Lýsing

Gata.

Gatan var skoðuð í Þrengslulnum í norðri að Meitilstagli í suðri þar sem gatan beygði með fjallinu til austurs. Trúlega hefur hún sameinast Lágaskarðsvegi eða Lákastíg.

Gatan er mjög illa farinn þar sem hún kemur suður fyrir Þrengslin og er víða ógreinileg.

GPS mæling var gerð við Meitilstagl, þar sem leiðin hverfur á kafla undir námu (sbr. neðri mynd).

Við götuna er Hafnarsel (nr. 90).

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Fuji FinePix S 9600

Athugasemdir

Engra mótvægisaðgerða er þörf sé gatan rétt aldursgreind.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

89

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Táknatala

8717

Hverfi

Undirnr.

1

Landareign

Hlíðarendi mm

Nr

Heiti

Ólafsskarðsvegur

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

27.04.2010

GPS Staðsetning

-

Viðmiðun

-

M.y.s.

-

Skekkja

-

Tegund minja

Fornleið

Tilgáta/Niðurstaða

Verk

Þor 09

Fjöldi

1

Hættumat

Ekkert

Hætta

Engin

Ástand

Sæmilegt

Aldur

-1550

Í eyði

Tímab. hættumat

Línulögn

Tímab. hætta

Mikil

Merkja?

Nei

Minjagildi

Lítið

Einkunn

2

Varðveislugildi

Lítið

Einkunn 2

2

Friðlýsa?

Nei

Friðlýst?

Nei

Hvenær

Leggja og staðhættir

Lá frá Litlalandi norður í gegn um Fagradal, vestur af Búrfelli, norður að Geitafelli og áfram til norðurs í Jósefsdal.

Heimildir og munnmæli

Hlíðarendi. Örnefnaskrá. XXXXXXXXXXXX

Lýsing

Fornleið.

Leiðin er mjög greinileg í námundan við Geitafellið og suður að Hlíðarendaseli. Þá breytist landið aðeins og leiðin illgreinanleg dágóðan spöl eftir það.

Viða sjást allt að fjórar reiðgötur, en einnig ein djúp rást eins og neðri myndin sýnir, en hun er tekin við rætur Geitafells.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Fuji FinePix S 9600

Athugasemdir

GPS mæling var ógerleg þegar leiðin var skoðuð. Samband náðist ekki við gervitungl. Mælt er með nákvæmri GPS mælingu og ljósmyndun. Sækja þarf um leyfi Fornleifaverndar ríkisins til að raska leiðinni og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

90

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Tákntala

8717

Hverfi

Undirnr.

1-5

Landareign

Nr

Heiti

Hafnarsel/Þorlákshafnarsel

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

23.04.2010

GPS Staðsetning

E 379984 N 387457

Viðmiðun

Isn 93

M.y.s.

222

Skekka

5

Tegund minja

Sel

Tilgáta/Niðurstaða

Verk

Þor 09

Fjöldi

5

Hættumat

Hætta

Ástand

Aldur

Í eyði

Tímab. hættumat

Tímab. hætta

Merkja?

Já

Landeyðing

Talsverð

Ágætt

1550-1900

Línulögn

Mikil

Minjagildi

Einkunn

Varðveislugildi

Einkunn 2

Friðlýsa?

Friðlýst?

Hvenær

Hátt

8,5

Hátt

8,5

Já

1977

Lega og staðhættir

Vestur undir Votabergi, um 250 m austur af Þrengslaveginum. Í haga.

Heimildir og munnmæli

Örnefnaskrá. Afréttur Ölfushrepps. Þorsteinn Bjarnason frá Háholti skráði. Stofunu Árna Magnússonar í isl. fræðum. Örnefnasafn.

Lýsing

Sel.

Selstaðan er á um 20 x 100 m stóru svæði (ANA - VSV), beinlínis undir Votabergi. Svæðið er vel gróið, aðalega grasi, en einnig mosa. Fram hjá selinu liggur fornleið nr. 88.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Fuji FinePix S 9600

Athugasemdir

Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær með leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

90

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Tákntala

8717

Hverfi

Landareign

Nr

Heiti

Hafnarsel/Þorlákshafnarsel

Undirnr.

1

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

23.04.2010

GPS Staðsetning

E 379984 N 387457

Viðmiðun

Isn 93

M.y.s.

222

Skekka

5

Tegund minja

Sel

Tilgáta/Niðurstaða

Verk

Þor 09

Fjöldi

1

Hættumat

Ekkert

Hætta

Engin

Ástand

Ágætt

Aldur

1550-1900

Í eyði

Tímab. hættumat

Línulögn

Tímab. hætta

Mikil

Merkja?

Já

Minjagildi

Hátt

Einkunn

8,5

Varðveislugildi

Hátt

Einkunn 2

8,5

Friðlýsa?

Friðlýst?

Já

Hvenær

1977

Lega og staðhættir

Vestur undir Votabergi, um 250 m austur af Þrengslaveginum. Í haga.

Heimildir og munnmæli

Örnefnaskrá. Afréttur Ölfushrepps. Þorsteinn Bjarnason frá Háholti skráði. Stofunu Árna Magnússonar í isl. fræðum. Örnefnasafn.

Lýsing

Sel.

10 x 13 (N - S). Veggir úr grjóti og torfi, 1 - 2,5 m breiðir og 0,2 - 1,1 m háir.

Fjögur hólf eru í rústinni (hólf A - D). Dyr eru á hólum A og B mót N, á hólfi C og D mót V.

Trúlega er hólf D sjálfstæð rúst, en er skráð hér sem hólf í aðalrústinni.

Hamarinn sem rústin stendur við er að einhverju leyti hluti af austurhluta rústarinnar.

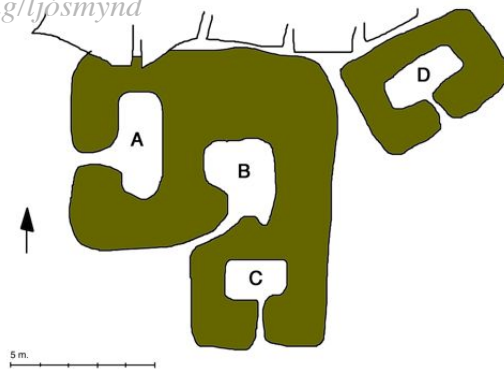
Gólf í hólum A, B og D eru grafin niður.

Einstök garðlög sjást.

Rústin er vel gróin grasi.

Um 90 m ANA af 1) er 2).

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Fuji FinePix S 9600

Athugasemdir

Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær með leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

90

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Táknatala

8717

Hverfi

Landareign

Nr

Heiti

Undirnr.

2

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

23.04.2010

GPS Staðsetning

E 380090 N 387554

Viðmiðun

Isn 93

M.y.s.

232

Skekkja

11

Tegund minja

Garður

Tilgáta/Niðurstaða

Stekkur

Verk

Þor 09

Fjöldi

1

Hættumat

Landeyðing

Hætta

Mikil

Ástand

Lélegt

Aldur

1550-1900

Í eyði

Tímab. hættumat

Línulögn

Tímab. hætta

Lítill

Merkja?

Já

Minjagildi

Lítið

Einkunn

2

Varðveislugildi

Lítið

Einkunn 2

2

Friðlýsa?

Friðlýst?

Já

Hvenær

1977

Lega og staðhættir

Vestur undir Votabergi, um 300 m austur af Þrengslaveginum. Í haga. Um 90 m ANA af rúst 90:1.

Heimildir og munnmæli

Örnefnaskrá. Afréttur Ölfushrepps. Þorsteinn Bjarnason frá Háholti skráði. Stofunu Árna Magnússonar í isl. fræðum. Örnefnasafn.

Lýsing

Garður.

1 x 9 m langur (NV - SA). Úr grjóti, 0,4 - 1 m breiður og 0,1 - 0,5 m hár.

Vestur endinn nokkuð eyddur og virðist hlið vera við þann enda.

GPS mælt við vesturendann.

Um 6 m ANA af 2) er 3).

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Fuji FinePix S 9600

Athugasemdir

Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær með leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

90

Sýsla	Sveitarfélag	Tákntala	Hverfi
Árnessýsla	Ölfus	8717	
Landareign	Nr	Heiti	

Undirnr.

3

Skrásetjari	Dags.	GPS Staðsetning	Viðmiðun	M.y.s.	Skekka
Bjarni F. Einarsson	23.04.2010	-	-		

Tegund minja	Tilgáta/Niðurstaða	Verk	Fjöldi
Rúst		Þor 09	1
Hættumat	Hætta	Ástand	Aldur
Landeyðing	Mikil	Sæmilegt	1550-1900
Í eyði	Tímab. hættumat	Tímab. hætta	Merkja?
	Línulögn	Lítill	Nei
Minjagildi	Einkunn	Varðveislugildi	Einkunn 2
Lítið	2	Lítið	2
Friðlýsa?	Friðlýst?	Hvenær	
	Já	1977	

Lega og staðhættir

Vestur undir Votabergi, um 300 m austur af Þrengslaveginum. Í haga. Um 6 m ANA af rúst 2).

Heimildir og munnmæli

Örnefnaskrá. Afréttur Ölfushrepps. Þorsteinn Bjarnason frá Háholti skráði. Stofunu Árna Magnússonar í ísl. fræðum. Örnefnasafn.

Lýsing

Rúst.

4,5 x 5,5 m (VNV ANA). Veggir úr grjóti, 1,5 - 2 m breiðir og 0,2 - 1 m háir. Hamarveggurinn er SA - hluti rústarinnar. Í V - vegg er áberandi stór steinn og norðan við hann virðast vera dyr mót NV. Rústin er nokkuð hruninn og alveg ógróin. Vafi á því að hún tilheyri sjálfu selinu.

6 m ANA af 3) er 4).

GPS mæling var ómöguleg vegna hruns úr berginu (is). Einnig varð mælingin enn ónákvæmari þegar nær berginu dró.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Fuji FinePix S 9600

Athugasemdir

Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær með leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

90

Sýsla	Sveitarfélag	Tákntala	Hverfi
Árnessýsla	Ölfus	8717	
Landareign	Nr	Heiti	

Undirnr.

4

Skrásetjari	Dags.	GPS Staðsetning	Viðmiðun	M.y.s.	Skekja
Bjarni F. Einarsson	23.04.2010	E 380110 N 387570	Isn	232	10

Tegund minja	Tilgáta/Niðurstaða	Verk	Fjöldi
Rúst		Þor 09	1
Hættumat	Hætta	Ástand	Aldur
Landeyðing	Mikil	Lélegt	1550-1900
Í eyði	Tímab. hættumat	Tímab. hætta	Merkja?
	Línulögn	Lítill	Já
Minjagildi	Einkunn	Varðveislugildi	Einkunn 2
Lítið	2	Lítið	2
Friðlýsa?	Friðlýst?	Hvenær	
	Já	1977	

Lega og staðhættir

Vestur undir Votabergi, um 300 m austur af Þrengslaveginum. Í haga. Um 6 m ANA af rúst 3).

Heimildir og munnmæli

Örnefnaskrá. Afréttur Ölfushrepps. Þorsteinn Bjarnason frá Háholti skráði. Stofunu Árna Magnússonar í isl. fræðum. Örnefnasafn.

Lýsing

Rúst.

4 x 6,5 m (N - S). Veggir úr grjóti, um 2 m breiðir og 0,8 m háir. Dyr eru trúlega mót N. A - hliðin er sjálf brekkan og er gólfíð grafið niður í hana.

Rústin gengur skáhalt út frá Votabergi og virðist hroðvirknislega hrúgað upp. Hún er varla gróin. Vafi á því að hún tilheyrir sjálfu selinu.

Hugsanlega er þetta afleiðing af vélavinnu og því ungt hróf.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Stafræn. Olympus C-820L

Athugasemdir

Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær með leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

90

Sýsla	Sveitarfélag	Tákntala	Hverfi
Árnessýsla	Ölfus	8717	
Landareign	Nr	Heiti	

Undirnr.

5

Skrásetjari	Dags.	GPS Staðsetning	Viðmiðun	M.y.s.	Skekka
Bjarni F. Einarsson	23.04.2010	E 387409 N 379925	Isn	216	5

Tegund minja	Tilgáta/Niðurstaða	Verk	Fjöldi				
Stekkur		Þor 09	1				
Hættumat	Hætta	Ástand	Aldur	Í eyði	Tímab. hættumat	Tímab. hætta	Merkja?
Ekkert	Engin	Ágætt	1550-1900		Línulögn	Mikil	Já
Minjagildi	Einkunn	Varðveislugildi	Einkunn 2	Friðlýsa?	Friðlýst?	Hvenær	
Talsvert	6	Talsvert	6		Já	1977	

Legg og staðhættir

Austur undir stórum hól hjá Votabergi, um 250 m austur af Þrengslaveginum. Í haga. Um 60 m SV af rúst 1).

Heimildir og munnmæli

Örnefnaskrá. Afréttur Ölfushrepps. Þorsteinn Bjarnason frá Háholti skráði. Stofunu Árna Magnússonar í ísl. fræðum. Örnefnasafn.

Lýsing

Stekkur.

3 x 7,5 m (N - S). Veggir úr grjóti, um 1 m breiðir og 0,1 - 0,4 m háir.

Dyr eru mót A (að selinu).

Vestur veggurinn er hamraveggur í hólnum sem stekkurinn stendur við.

Stekkurinn er vel gróin grasi og mosa.

Teikning/Ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Stafræn. Olympus C-820L

Athugasemdir

Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær með leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

91

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Táknatala

8717

Hverfi

Undirnr.

1-4

Landareign

Nr

Heiti

Hlíðarendasel

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

27.04.2010

GPS Staðsetning

-

Viðmiðun

-

M.y.s.

-

Skekkja

-

Tegund minja

Sel

Tilgáta/Niðurstaða

Verk

Þor 09

Fjöldi

4

Hættumat

Ekkert

Hætta

Engin

Ástand

Ágætt

Aldur

1550-1900

Í eyði

Tímab. hættumat

Línulögn

Tímab. hætta

Talsverð

Merkja?

Já

Minjagildi

Hátt

Einkunn

8,5

Varðveislugildi

Hátt

Einkunn 2

8,5

Friðlýsa?

Já

Friðlýst?

Nei

Hvenær

Lega og staðhættir

Í hvílt eða kvos á milli hraunhóla í Hlíðarendahrauni, á milli Búrfells og Geitafells. Í mosavöxnu hrauni.

Heimildir og munnmæli

Örnefnakort. Hlíðarendi. Litlaland. Stofnun

Árna Magnússonar í íslenskum fræðum

Örnefnasafn.

Örnefnaskrá. Hlíðarendi. Eiríkur Einarsson. Stofnun

Árna Magnússonar í íslenskum fræðum.

Örnefnasafn.

Lýsing

Sel.

A svæði sem er um 35 m í þvermál. Selstaðan öll er vel gróin grasi, mosa og dálitið af lyngi.

Ólafsskarðsvegur (nr. 89) liggur á milli rústanna. Ekki fannst neitt vatnsból, en hugsanlega kann það að leynast í sprungu eða holu í næsta nágrenni, t.d. vestan við rúst 91:1.

Selsins er ekki getið í Jarðabók Árna Magnússonar og Páls Vídalíns, sem bendir til að það sé eldra en 1700, jafnvel nokkuð eldra.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Stafræn. Olympus C-820L

Athugasemdir

GPS mæling mistókst, en ekki náðist samband við gervitung. Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær með leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

91

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Tákntala

8717

Hverfi

Landareign

Nr

Heiti

Hlíðarendasel

Undirnr.

1

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

27.04.2010

GPS Staðsetning

-

Viðmiðun

-

M.y.s.

-

Skekka

-

Tegund minja

Rúst

Tilgáta/Niðurstaða

Skepnuhús

Verk

Þor 09

Fjöldi

1

Hættumat

Ekkert

Hætta

Engin

Ástand

Ágætt

Aldur

1550-1900

Í eyði

Tímab. hættumat

Línulögn

Tímab. hætta

Talsverð

Merkja?

Já

Minjagildi

Talsvert

Einkunn

7

Varðveislugildi

Talsvert

Einkunn 2

7

Friðlýsa?

Já

Friðlýst?

Nei

Hvenær

Lega og staðhættir

Í hvílt eða kvos á milli hraunhóla í Hlíðarendahrauni, á milli Búrfells og Geitafells. Í mosavöxnu hrauni.

Heimildir og munnmæli

Örnefnakort. Hlíðarendi. Litlaland. Stofnun

Árna Magnússonar í íslenskum fræðum

Örnefnasafn.

Örnefnaskrá. Hlíðarendi. Eiríkur Einarsson. Stofnun

Árna Magnússonar í íslenskum fræðum.

Örnefnasafn.

Lýsing

Rúst.

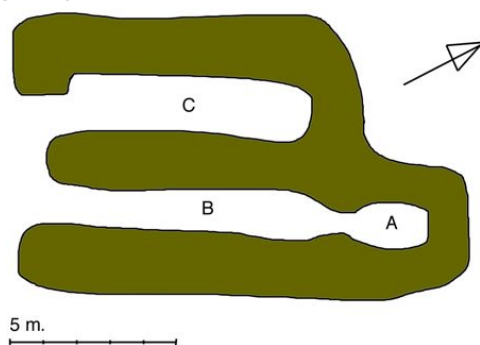
8 x 12 m (NNA - SSV). Veggir úr grjóti og torfi, 1 - 2 m breiðir og 0,1 - 0,4 m háir.

Þrjú hólf eru á rústinni (hólf A - C) og eru dyr á þeim öllum mót SSV. Hólf A er inn af hólfi B.

Talsvert er af grjóti í austur langvegg hólfs B.

Rústin er vel gróin grasi og mosa.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Stafræn. Olympus C-820L

Athugasemdir

GPS mæling mistókst, en ekki náðist samband við gervitung. Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær með leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

91

<i>Sýsla</i> Árnessýsla	<i>Sveitarfélag</i> Ölfus	<i>Tákntala</i> 8717	<i>Hverfi</i>
<i>Landareign</i>	<i>Nr</i>	<i>Heiti</i> Hlíðarendasel	<i>Undirnr.</i> 2

<i>Skrásetjari</i> Bjarni F. Einarsson	<i>Dags.</i> 27.04.2010	<i>GPS Staðsetning</i> -	<i>Viðmiðun</i> -	<i>M.y.s.</i> -	<i>Skekkja</i> -
---	----------------------------	-----------------------------	----------------------	--------------------	---------------------

<i>Tegund minja</i> Sel	<i>Tilgáta/Niðurstaða</i>	<i>Verk</i> Þor 09	<i>Fjöldi</i> 1
<i>Hættumat</i> Ekkert	<i>Hætta</i> Engin	<i>Ástand</i> Ágætt	<i>Aldur</i> 1550-1900
<i>Í eyði</i>	<i>Tímab. hættumat</i> Línulögn	<i>Tímab. hætta</i> Talsverð	<i>Merkja?</i> Já
<i>Minjagildi</i> Hátt	<i>Einkunn</i> 8,5	<i>Varðveislugildi</i> Hátt	<i>Einkunn 2</i> 8,5
<i>Friðlýsa?</i> Já	<i>Friðlýst?</i> Nei	<i>Hvenær</i>	

Legg og staðhættir

Í hvlilt eða kvos á milli hraunhóla í Hlíðarendahrauni, á milli Búrfells og Geitafells. Í mosavöxnu hrauni. Vestan í hól. 22 m SA af rúst 91:1.

Heimildir og munnmæli

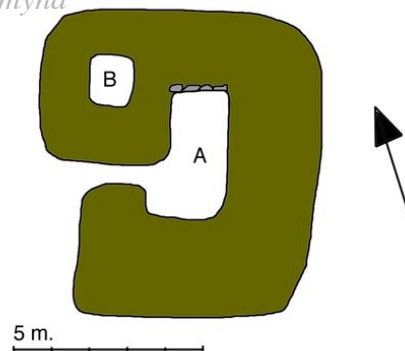
Örnefnakort. Hlíðarendi. Litlaland. Stofnun Árna Magnússonar í íslenskum fræðum Örnefnasafn.
Örnefnaskrá. Hlíðarendi. Eiríkur Einarsson. Stofnun Árna Magnússonar í íslenskum fræðum. Örnefnasafn.

Lýsing

Sel.

7,5 x 8 m (NNA - SSV). Veggir úr grjóti og torfi, 1 - 2,5 m breiðir og 0,3 - 1 m háir. Tvö hólf eru á rústinni (hólf A og B). Dyr eru á hólfi A mót VNV, en ekki eru dyr greinanlegar á hólfi B. Garðlög sjást í innanverðu hólfi A við norðurvegg. Á gólfi er grjóthrun úr veggjum. Gólf í hólfi A er grafið niður og austur hluti rústarinnar byggður inn í hól. Rústin er vel gróin grasi og mosa.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Stafræn. Olympus C-820L

Athugasemdir

GPS mæling mistókst, en ekki náðist samband við gervitung. Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær með leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

91

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Táknatala

8717

Hverfi

Landareign

Nr

Heiti

Hlíðarendasel

Undirnr.

3

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

27.04.2010

GPS Staðsetning

-

Viðmiðun

-

M.y.s.

-

Skekkja

-

Tegund minja

Rúst

Tilgáta/Niðurstaða

Búr

Verk

Þor 09

Fjöldi

1

Hættumat

Ekkert

Hætta

Engin

Ástand

Ágætt

Aldur

1550-1900

Í eyði

Línulögn

Talsvert

Talsvert

Talsvert

Friðlýsa?

Já

Friðlýst?

Nei

Merkja?

Já

Minjagildi

Talsvert

Einkunn

7

Varðveislugildi

Talsvert

Einkunn 2

7

Friðlýsa?

Já

Friðlýst?

Nei

Hvenær

Lega og staðhættir

Í hvlilt eða kvos á milli hraunhóla í Hlíðarendahrauni, á milli Búrfells og Geitafells. Í mosavöxnu hrauni. Austur undir hraunhól. 15 m VSV af rúst 91:2 og 14 m S af rúst 91:1.

Heimildir og munnmæli

Örnefnakort. Hlíðarendi. Litlaland. Stofnun

Árna Magnússonar í íslenskum fræðum

Örnefnasafn.

Örnefnaskrá. Hlíðarendi. Eiríkur Einarsson. Stofnun

Árna Magnússonar í íslenskum fræðum.

Örnefnasafn.

Lýsing

Rúst.

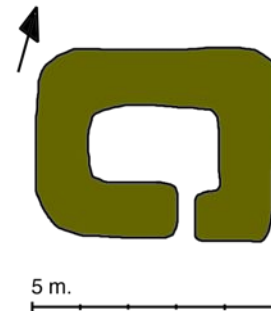
4 x 5 m (ANA - VSV). Veggir úr grjóti og torfi, 1 - 1,5 m breiðir og 0,3 - 0,5 m háir.

Dyr eru á langvegg og snúa mót SSA.

Garðlög sjást í innanverðum norður gafli.

Rústin er vel gróin grasi og mosa.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Stafræn. Olympus C-820L

Athugasemdir

GPS mæling mistókst, en ekki náðist samband við gervitung. Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær með leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Fornleifaskrá

Aðalnr.

91

Sýsla

Árnessýsla

Sveitarfélag

Ölfus

Tákntala

8717

Hverfi

Landareign

Nr

Heiti

Hlíðarendasel

Undirnr.

4

Skrásetjari

Bjarni F. Einarsson

Dags.

27.04.2010

GPS Staðsetning

-

Viðmiðun

-

M.y.s.

-

Skekkja

-

Tegund minja

Rúst

Tilgáta/Niðurstaða

Verk

Þor 09

Fjöldi

1

Hættumat

Ekkert

Hætta

Engin

Ástand

Ágætt

Aldur

1550-1900

Í eyði

Tímab. hættumat

Línulögn

Tímab. hætta

Talsverð

Merkja?

Já

Minjagildi

Talsvert

Einkunn

7

Varðveislugildi

Talsvert

Einkunn 2

7

Friðlýsa?

Já

Friðlýst?

Nei

Hvenær

Lega og staðhættir

Í hvlilt eða kvos á milli hraunhóla í Hlíðarendahrauni, á milli Búrfells og Geitafells. Í mosavöxnu hrauni. Austur undir hraunhól, nánast áfast suðurhluta rústar 91:3.

Heimildir og munnmæli

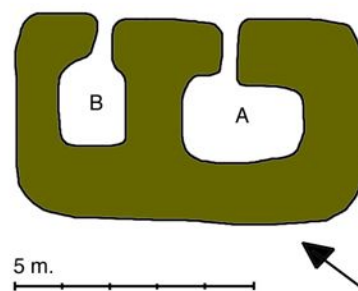
Örnefnakort. Hlíðarendi. Litlaland. Stofnun Árna Magnússonar í íslenskum fræðum Örnefnasafn.
Örnefnaskrá. Hlíðarendi. Eiríkur Einarsson. Stofnun Árna Magnússonar í íslenskum fræðum. Örnefnasafn.

Lýsing

Rúst.

4 x 7 m (NV - SA). Veggir úr grjóti og torfi, 1 - 2 m breiðir og 0,2 - 0,5 m háir. Tvö hólf eru á rústinni, (hólf A og B). Dyr er á báðum hölfum mót NA. Rústin er vel gróin grasi og mosa.

Teikning/ljósmynd



Ljósmynd



Ljósmyndari

Bjarni F. Einarsson

Filma nr./teg. myndar

Stafræn. Olympus C-820L

Athugasemdir

GPS mæling mistókst, en ekki náðist samband við gervitung. Ef ekki er hægt að tryggja öryggi fornleifanna þarf að rannsaka þær með leyfi Fornleifaverndar ríkisins og sæta þeim skilmálum sem embættið kann að setja.

Viðauki 5

Árni Guðni Einarsson, Jón Bergmundsson og Ragnar Kristjánsson, 2010. *Hljóðvist, rafsvið og segulsvið við Þorlákshafnarlinu 2 og 3*. EFLA verkfræðistofa, Reykjavík. Unnið fyrir Landsnet hf.

Hljóðvist, rafsvið og segulsvið við Þorlákshafnarlinur 2 og 3.

Unnið fyrir Landsnet hf.



Árni Guðni Einarsson, Jón Bergmundsson og Ragnar Kristjánsson.

1 RAFSVIÐ OG SEGULSVIÐ

Við hönnun línanna er tekið tillit til krafna um takmörkun rafsegulsviðs umhverfis línurnar, að því marki sem það telst nauðsynlegt til að uppfylla viðmiðunarreglur.

Helstu viðmiðunarreglur (reglugerðir og tilmæli) sem til eru um leyfilegan styrk rafsegulsviðs eru í töflu 3. Í töflu 4 eru borin saman viðmiðunarmörk reglugerðanna um leyfilegan styrk rafsviðs og segulsviðs gagnvart almenningi, en viðmiðunarmörk í vinnu umhverfi eru önnur og hærri.

Tafla 3: Helstu reglugerðir og tilmæli um leyfilegan styrk rafsegulsviðs

Reglugerð	Tók gildi	Fjallar um
International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)	1990 (1993)	Interim guidelines on the limits of exposure to 50/60 Hz electric and magnetic fields
UK National Radiation Protection Board (NRPB-UK)	1993	Restriction on human exposures to static and time varying EM fields and radiation.
CENELEC ENV 50166-1 (Evrópskur forstaðall) (Úr gildi 1999)	1995	Human exposure to electromagnetic fields. Low frequency (0-10 kHz)
International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)	1998	ICNIRP Guidelines: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)
The Council of the European Union	1999	Council recommendation on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz)

Tafla 4: Samanburður á viðmiðunarreglum reglugerða og tilmæla um leyfilegan styrk rafsegulsviðs gagnvart almenningi

Hámarksstyrkur rafsegulsviðs gagnvart almenningi (General Public)				
Reglugerðar - aðili	Rafsvið		Segulsvið	
	Stöðug dvöl	Stutt dvöl	Stöðug dvöl	Stutt dvöl
ICNIRP, 1990 (1993)	5 kV/m	10 kV/m	100 µT	1000 µT
NRPB-UK, 1993	12 kV/m	Engar kröfur	1600 µT	Engar kröfur
CENELEC forstaðall, 1995 (úr gildi 1999)	10 kV/m	Engar kröfur	640 µT	Engar kröfur
ICNIRP, 1998	5 kV/m		100 µT	
EU Council, 1999 Þar sem búast má við að almenningur dvelji umtalsverðan tíma	5 kV/m		100 µT	

Íslendingar eru aðilar að evrópsku staðlasamstarfi á rafmagnssviðinu og því eru CENELEC staðlar yfirleitt teknir upp óbreyttir hér á landi. Sá staðall sem sýndur er í töflunni var aðeins forstaðall og settur til reynslu í þrjú ár og síðan framlengdur um eitt ár. Forstaðallinn var síðan felldur úr gildi árið 1999, en meðan hann var í gildi var miðað við hann hér á landi.

Á árinu 1998 komu nýjar leiðbeiningar frá ICNIRP (International Commission on Non Ionization Radiation Protection) þar sem viðmiðunarmörk fyrir rafsvið eru 5 kV/m og fyrir segulsvið 100 μ T. Ekki er gerður greinarmunur eftir lengd dvalar. Ráð Evrópusambandsins (Council of EU) samþykkti árið 1999 tilmæli um takmörkun rafsegulsviðs í umhverfi almennings þar sem byggt var á leiðbeiningum ICNIRP. Þar er sérstaklega tekið fram, að tilmælin taki til staða þar sem búast má við að almenningur dveljist umtalsverðan tíma. Tilmæli EU eru ekki bindandi fyrir aðildarríki þess og var þeim mótmælt af samtökum evrópskra rafveita sem töldu að umræddar tillögur væru ekki byggðar á vísindalegum rökum og töldu eðlilegra að bíða eftir niðurstöðum rannsókna frá WHO.

Ef tilmæli EU eru skoðuð, þá eru ekki nein vandkvæði á að uppfylla kröfur um segulsvið undir 220 kV línunum með þeirri gerð mannvirkja sem eru byggð og rekin í dag.

Í þéttbýlum hlutum Evrópu liggja línur oft um íbúðarbyggð og víðast er heimilt að línur liggja yfir íbúðarhúsum, en hér á landi er það ekki leyft. Nokkur lönd hafa sett viðbótarskilyrði um hámark segulsviðs þar sem búast má við að fólk og þá sérstaklega börn dvelji að staðaldri. Meðal þeirra landa eru Sviss, Ítalía og Noregur.

Í tillögu norsku ríkisstjórnarinnar sem samþykkt var á norska Stórþinginu, St.prp.nr.66 frá 2005/2006, er fjallað um viðmiðunargildi við byggingu nýrra háspennulína og við nýbyggingar nálægt háspennulínunum sem þegar eru til staðar. Þar segir “*að í áætlunum um nýbyggingar nálægt háspennulínunum og við nýjar línubyggingar nálægt byggð skuli rannsaka málið og meta þær aðgerðir sem grípa má til. Fyrir nýjar byggingar við háspennulínur sem þegar eru til staðar er lausnin að auka fjarlægð frá línunni. Fyrir nýjar línur eru lausnirnar fólgnar í breyttri línuleið eða breytingu á leiðarafyrirkomulagi. Þetta þýðir m.a. að lagning háspennulína í jarðstreng af heilbrigðisástæðum er venjulega ekki lausn vegna segulsviðs. Ef jarðstrengur er valinn fyrir loftlínu getur það minnkað segulsviðið eða flutt það á annan stað. Lagning jarðstrengja fyrir hærri spennu er mjög kostnaðarsamt. Skólar og barnaheimili falla undir þessa skilgreiningu á byggingu þar sem þar er fólk með langa viðveru.*”

Síðar segir; “Við mat á tillögum leggur ríkisstjórnin til eftirfarandi almennar reglur:

Við nýja byggingu, háspennuvirki eða endurnýjun á slíku virki þá á að reyna að komast hjá því að í byggingunni verði segulsvið yfir 0,4 μ T. Hærra svið má samþykkja ef afleiðingar af því að minnka sviðið eru of miklar.

Fyrir ný hús við þegar byggðar háspennulínur eru mögulegar aðgerðir fólgnar í því að auka fjarlægð til línunnar. Fyrir nýjar línur er möguleg aðgerð að breyta línuleið eða leiðarafyrirkomulagi í mastrinu. Kostnaðarsöm lagning strengs á hærri spennustigum eða niðurrif bygginga er venjulega ekki raunhæf fyrirbyggjandi aðferð.

Segulsvið sem kallar á sérstaka skoðun (0,4 μ T) þýðir að mögulegar aðgerðir skuli vera skoðaðar, en þetta má ekki skoðast sem mörk þess að alltaf skuli grípa til aðgerða. Einstök tilvik þarf að skoða hver fyrir sig og aðrir mikilvægir þættir geta leitt til meiri eða minni áherslu á segulsviðið.”

Þó svo ekki hafi verið samþykktar neinar slíkar reglur hér á landi verður segulsvið frá línunum sem koma nálægt byggð sérstaklega skoðað með tilliti til þessara 0,4 μ T marka sem nefnd eru að ofan.

2 HÁVAÐI

Útreiknað hljóðstig er háð gerð línunnar, þ.e. hæð yfir jörðu og fjarlægð milli fasa, þvermáli og fjölda leiðara og spennustigli á yfirborði leiðara. Spennustigull á yfirborði leiðara ræðst mjög af rekstrarspennu, þvermáli leiðara, fjölda leiðara og fasabili og er því hægt að hafa áhrif á hann við hönnun. Hljóðstigið verður hér reiknað samkvæmt aðferð sem byggir á umfangsmiklum rannsóknum á þessu sviði [Transmission Line Reference Book, 345 kV and above, Electric Power Research Institute, USA].

Í viðauka við reglugerð um hávaða (nr. 724/2008) eru sett fram viðmiðunarmörk um hávaða. Miðað er við mesta hljóðstig við húsvegg og innan við glugga húsnæðis og gilda eftirfarandi kvaðir fyrir atvinnustarfsemi;

Tafla 5: Viðmiðunarreglur um mörk leyfilegs hávaða frá atvinnustarfsemi

Mörk fyrir hávaða frá atvinnustarfsemi.							
Tegund húsnæðis	Mörk fyrir atvinnustarfsemi						
	$L_{Aeq(07-19)}$		$L_{Aeq(19-23)}$		$L_{Aeq(23-07)}$		L_{AFmax} nótt
	Við húsvegg	Inni	Við húsvegg	Inni	Við húsvegg	Inni	Inni
Íbúðarhúsnæði á íbúðar-svæðum	50	30	45	30	40	25	40
Íbúðarhúsnæði á verslunar-, þjónustu- og miðsvæðum	55	30	55	30	40	30	45
Dvalarrými á þjónustu-stofnunum þar sem sjúklingar eða vistmenn dvelja yfir lengri tíma	60*	35	50*	35	50*	30	45
Iðnaðarsvæði og athafnasvæði	70		70		70		
Frístundabyggð	35		35		35		35
Leik- og grunnskólar	50*	30					
Kennslurými framhaldsskóla		30					
Hávaðalitlir vinnustaðir, s.s. skrifstofur og sambærilegt		30					

*Hávaði utan við húsvegg má vera meiri ef tryggð er bein aðfærsla útilofts um hljóðgildrur.

L_{Aeq} er jafngildishljóðstigi – heimilt er að hækka hljóðstigið um 5 dB þegar hljóðið inniheldur ríkjandi tón eða högghljóð.

Jafngildishljóðstig er ákveðið meðaltalshljóðstig, sem samsvarar sömu hljóðorku yfir ákveðið tímabil og raunverulegur breytilegur hávaði.

Línurnar þurfa að uppfylla þau skilyrði sem sett eru fram í reglugerðinni.

3 RAFSEGULSVIÐ OG HÁVAÐI (VIÐAUKI)

Í þessum viðauka eru sýndir útreikningar á rafsviði, segulsviði og hávaða af rafrænum uppruna umhverfis háspennulínurnar sem frummatsskýslan nær til. Útreikningarnir eru sýndir fyrir hvern hluta í línukerfinu og eru miðaðir við kerfið í eðlilegu rekstrarástandi fyrir 200 MVA flutning. Rafsvið, segulsvið og hávaði eru háðir nokkrum þáttum;

- Rafsvið, segulsvið og hávaði eru öll háð fyrirkomulagi leiðara í möstrum, þ.e. fasabili, fasauppröðun og hæð yfir jörðu. Til viðbótar er;
 - Rafsvið háð rekstrarspennu.
 - Segulsvið háð straumnum, þ.e. álaginu.
 - Hávaði háður rekstrarspennu, þvermáli og fjölda leiðara í fasa og veðri.

Útreikningar eru sýndir fyrir línuhluta;

- | | |
|---|---------------------------|
| a. Kolviðarhöll – Tengivirki vestan við Þorlákshöfn | 220 kV lína (ÞH2) |
| b. Orustuhöll – Tengivirki vestan við Þorlákshöfn | 220 kV lína (ÞH3) |
| c. Samsíðalínur ÞH2 og ÞH3 að tengivirki | 220 kV línur (ÞH2og ÞH3) |
| d. Samsíðalínur ÞH3 og BU2 frá tengivirki | 220 kV línur (ÞH3 og BU2) |

Útreikningar eru gerðir fyrir allt að 200 MVA flutning. Meðaltals haflengd er 400 m og útsveifla 30 m. Orkuflutningur eftir línunum er reiknaður í aflflæðiforriti miðað við ofangreindan flutning.

Rafsvið, segulsvið og hávaði er sýndur fyrir hvern línukafla. Þessir þættir eru sýndir í þversniðum sem ganga þvert á línustefnuna. Inn á línuritin er felld mynd af möstrunum til að gera sér betri grein fyrir samspili milli útreiknaðra gilda og staðsetningu miðað við línuna.

Útreiknaður styrkur rafsviðs (kV/m) og segulsviðs (μ T) í 1,8 m hæð yfir jörðu (höfuðhæð) er sýndur í þremur mismunandi þversniðum á línuna;

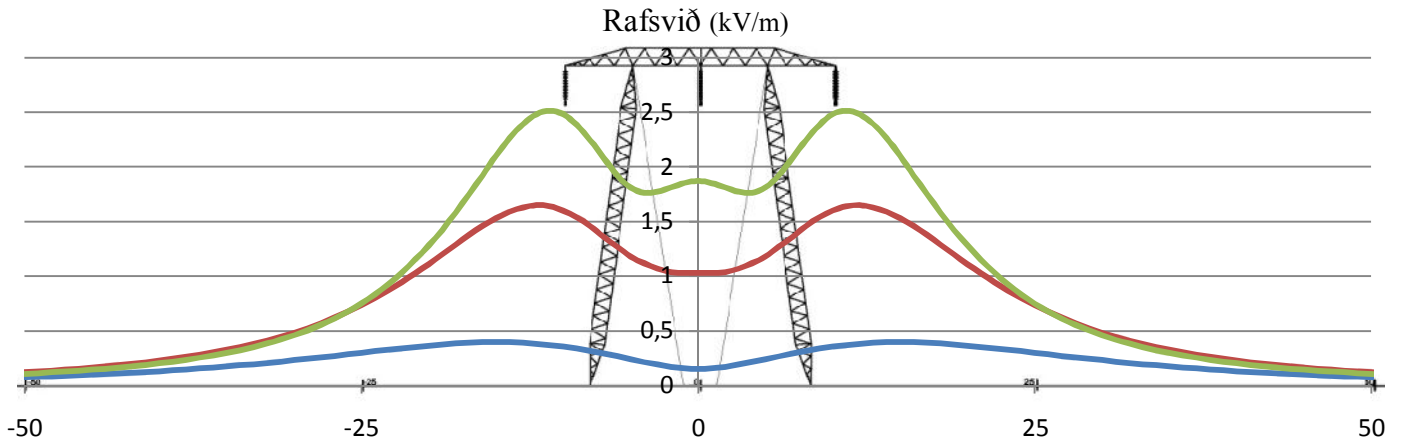
1. Á miðju hafi þar sem fasaleiðarar kemur næst jörðu.
2. Við áætlaða meðalhæð fasaleiðara í hafi milli mastra.
3. Við möstur þar sem fasaleiðarar eru lengst frá jörðu.

Hávaði (dB_A) breytist minna með hæð leiðara en rafsvið og segulsvið og er því eingöngu sýndur fyrir áætlaða meðalhæð leiðara. Hins vegar breytist hávaði mjög eftir veðurfari. Eftirfarandi þrjú tilvik voru reiknuð, í þversniði þvert á línuna í 1,8 m hæð yfir jörðu;




1. Hávaði í góðu veðri.
2. Hávaði við blautan leiðara.
3. Hávaði í mikilli rigningu.

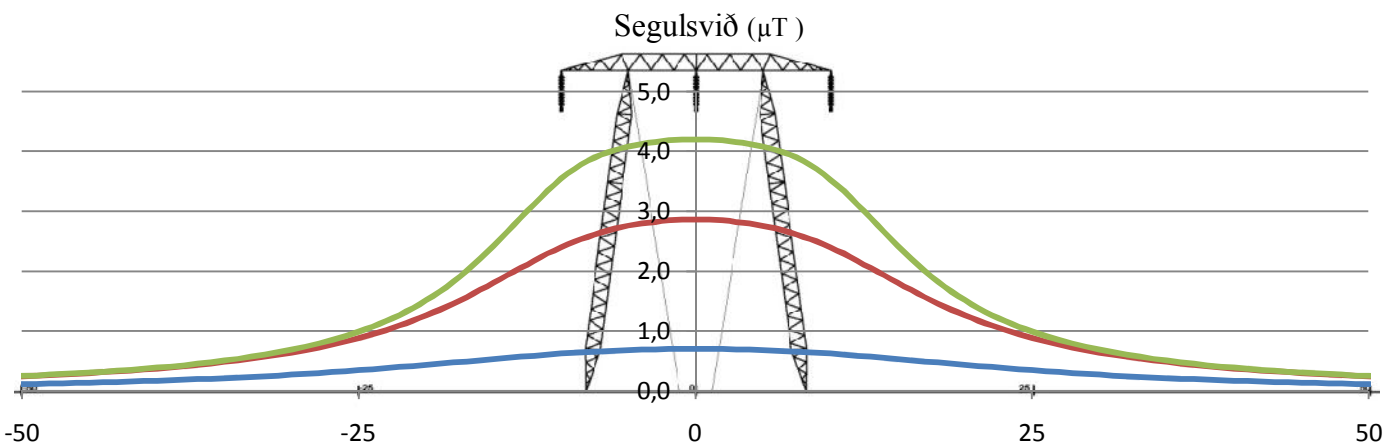
Í megin skýrslu er fjallað um mörk rafsviðs, segulsviðs og hávaða.

220 kV lína (PH2 eða PH3 eins línur) milli Kolviðarhóls/Orustuhóls og Þorlákshafnar.

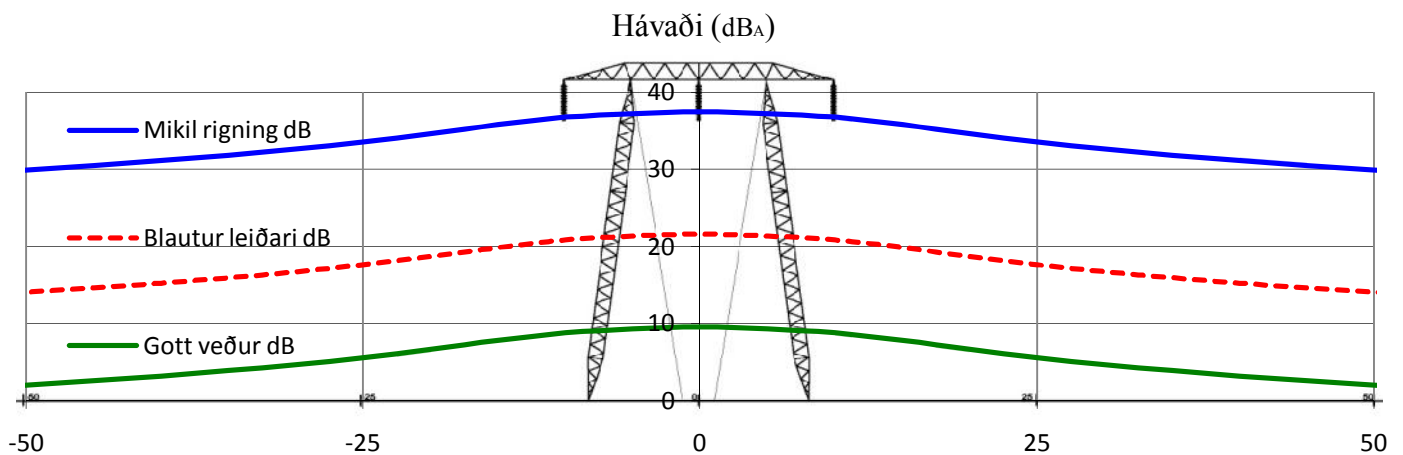


Mynd 1.1 Útreiknað rafsvið undir stakstæðri 220 kV línur (PH2 eða PH3 eins línur) milli Kolviðarhóls/Orustuhóls og Geitafells.

Við Mastur  Meðal hæð leiðara (fjórðungur)  Á miðju hafi 



Mynd 1.2 Útreiknað segulsvið undir stakstæðri 220 kV línur (PH2 eða PH3 eins línur) milli Kolviðarhóls/Orustuhóls og Geitafells.



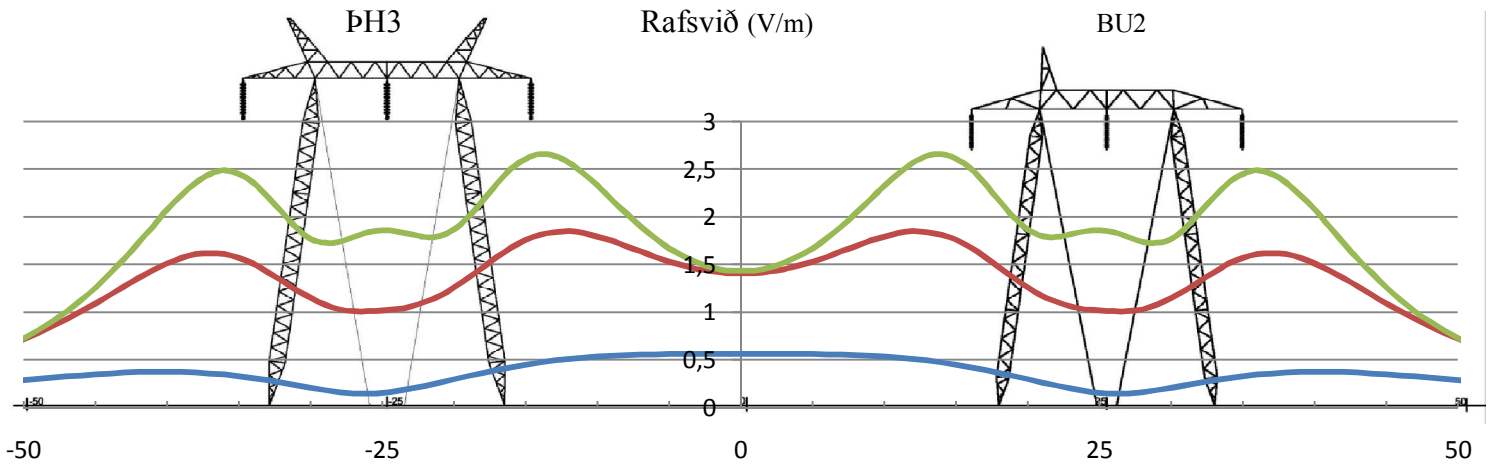
Mynd 1.3 Útreiknaður hávaði af völdum blicks frá stakstæðri 220 kV línur (PH2 eða PH3 eins línur) milli Kolviðarhóls/Orustuhóls og Geitafells.

PH2 eða PH3 Stakar línur milli Kolviðarhóls annars vega og Orustuhóls hins vegar að væntanlegu tengivirki vestan við Þorlákshöfn, myndir 1.1, 1.2 og 1.3	Rafsvið			Segulsvið		Hávaði		
	Fjarlægð frá miðlínu	Rafsvið ²⁾	Sem hlutfall af EU Council frá 1999 ¹⁾	Segulsvið ²⁾	Sem hlutfall af EU Council frá 1999 ¹⁾	Hljóðstyrkur í útreikningspunkti, í 1,8 m hæð yfir jörðu		
						Mikil rigning	Blautur leiðari	Gott veður
<i>Einn leiðari pr. fasa.</i>	m	kV/m	%	μT	%	dB	dB	dB
Við turn, undir línu (blá lína)								
Undir línu PH2 eða PH3	0	0,153	3,06	0,704	,70			
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara.	40,0	0,13	2,60	0,176	0,18			
Meðalhæð leiðara (1/4), undir línu (rauð lína)								
Undir línu PH2 eða PH3	0	1,03	20,60	2,863	2,86	37,44	21,34	9,59
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara.	40,0	0,23	4,60	0,377	0,38	31,13	15,22	3,22
Á miðju hafi (1/2), undir línu (blá lína)								
Undir línu PH2 eða PH3	0	1,87	37,40	4,194	4,19			
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara.	40,0	0,20	4,00	0,389	0,39			

Tafla 1.1

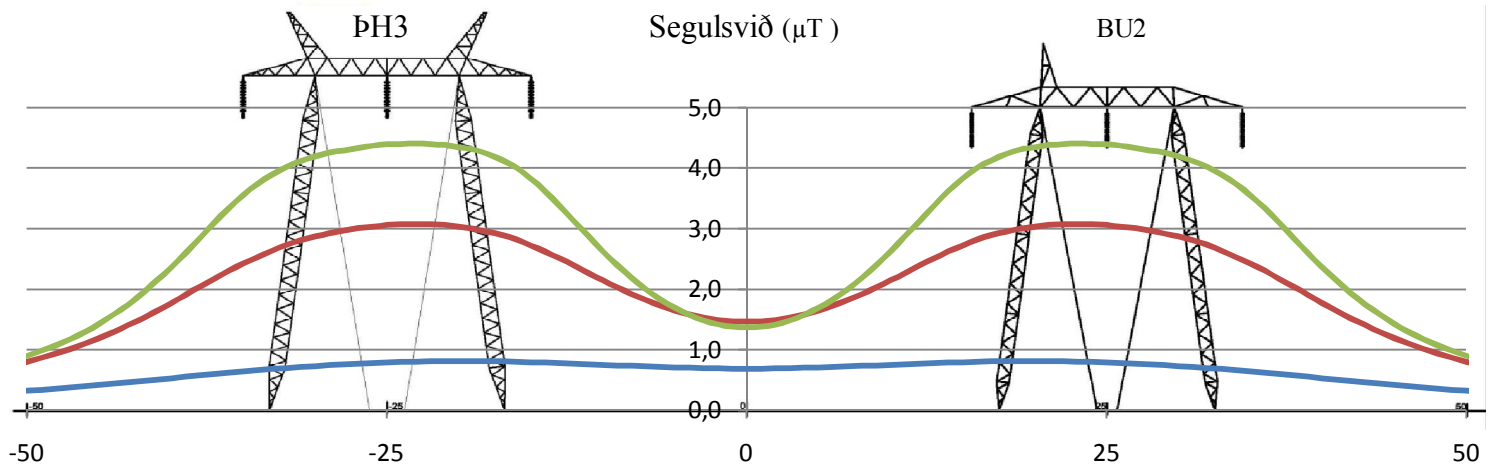
- 1) EU Council 1999; Council recommendation on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields. Gildir þar sem búast má við að almenningur dveljist í umtalsverðan tíma
- 2) Viðmiðunarmörk rafsviðs er 5 kV/m og mörk segulsviðs er 100 μT

220 kV línur (ÞH3 og BU2) milli Orustuhóls og Þorlákshafnar.

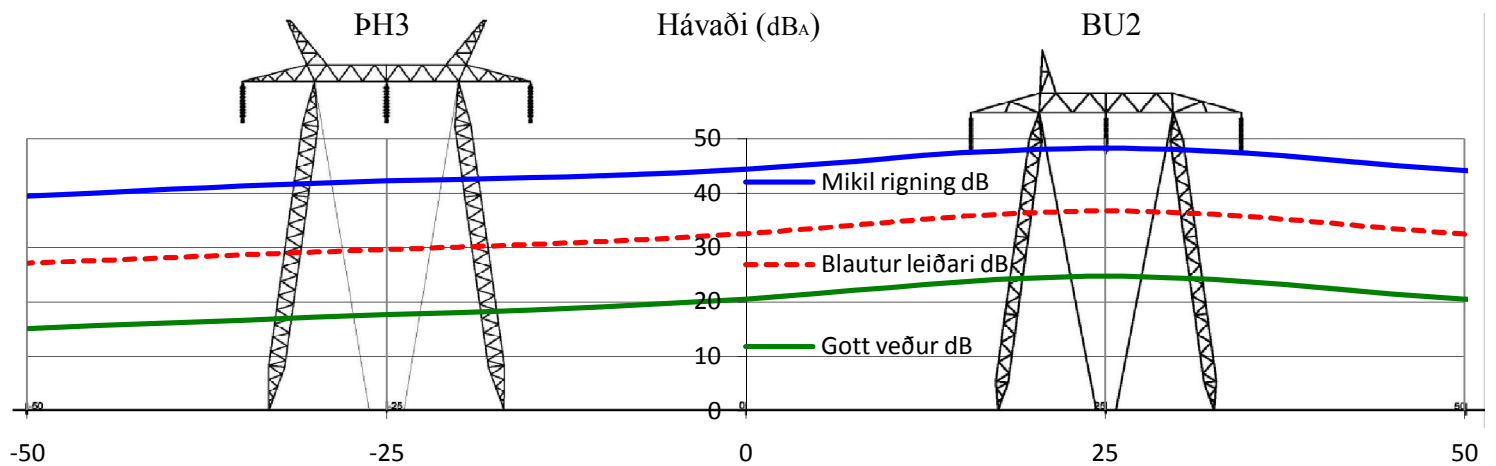


Mynd 1.4 Útreiknað rafsvið undir 220 kV línur (ÞH3 og BU2) milli Orustuhóls og Geitafells.

Við Mastur ■ Meðal hæð leiðara (fjórðungur) ■ Á miðju hafi ■



Mynd 1.5 Útreiknað segulsvið undir 220 kV línur (ÞH3 og BU2) milli Orustuhóls og Geitafells.



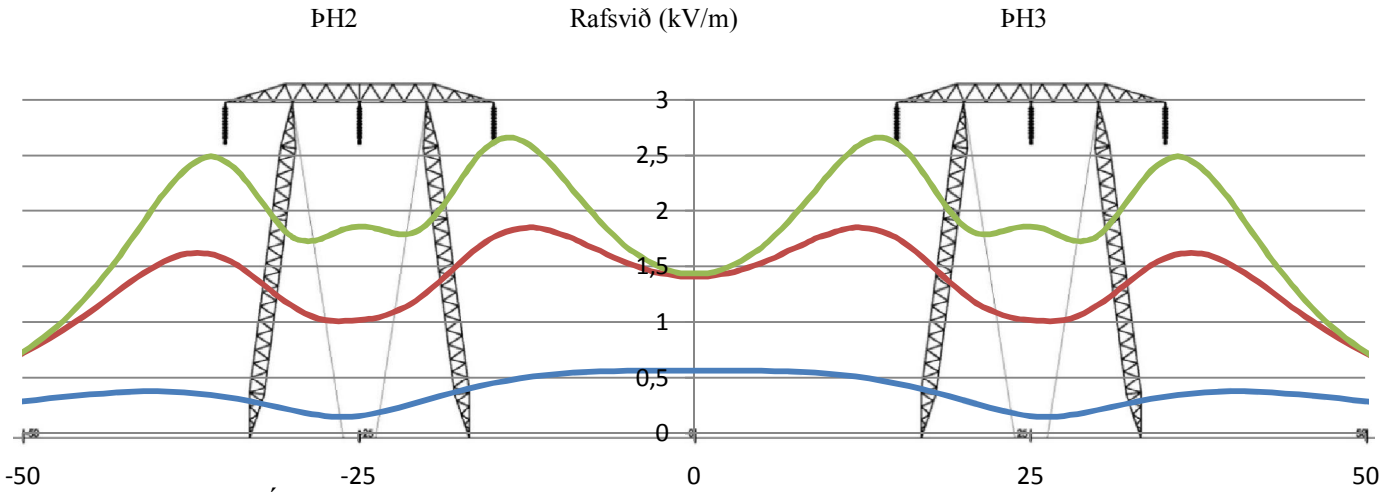
Mynd 1.6 Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá 220 kV línur (ÞH3 og BU2) milli Orustuhóls og Geitafells.

PH3 og BU2 Línur frá Orustuhól í átt að Þorlákshöfn, myndir 1.4, 1.5 og 1.6	Rafsvið			Segulsvið		Hávaði		
	Fjarlægð frá miðlínu	Rafsvið ²⁾	Sem hlutfall af EU Council frá 1999 ¹⁾	Segulsvið ²⁾	Sem hlutfall af EU Council frá 1999 ¹⁾	Hljóðstyrkur í útreikningspunkti, í 1,8 m hæð yfir jörðu		
						Mikil rigning	Blautur leiðari	Gott veður
<i>Einn leiðari pr. fasa.</i>	m	kV/m	%	μT	%	dB	dB	dB
Við turna, undir línu (blá lína)								
Mitt á milli PH3 og BU2	0	1,44	28,80	0,687	0,69			
Undir möstrum PH3 og BU2	±25	0,15	3,00	0,79	0,79			
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara.	±65	0,12	2,40	0,144	0,14			
Meðalhæð leiðara (1/4), undir línun (rauð lína)								
Mitt á milli PH3 og BU2	0	1,41	28,20	1,47	1,47	44,37	32,58	20,58
Undir línun PH3 og BU2	±25	1,02	20,40	3,064	3,06	48,3/42,2	36,4/29,7	24,8/17,7
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara.	±65	0,22	4,40	0,3064	0,31	41,8/38,1	30,1/25,9	18,1/13,9
Á miðju hafi (1/2), undir línun (græn lína)								
Mitt á milli PH3 og BU2	0	0,56	11,20	1,37	1,37			
Undir línun PH3 og BU2	±25	1,86	37,20	4,39	4,39			
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara.	±65	0,19	3,80	0,334	0,33			

Tafla 1.2

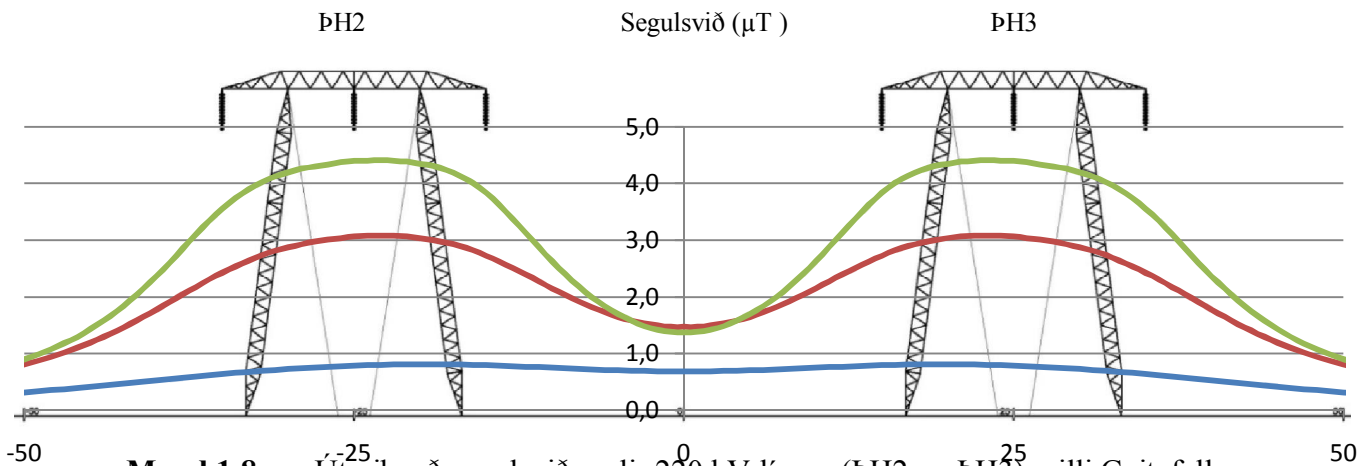
- 3) EU Council 1999; Council recommendation on the limitation of exposure og the general public to electromanetic fields. Gildir þar sem búast má við að almenningur dveljist í umtalsverðan tíma
- 4) Viðmiðunarmörk rafsviðs er 5 kV/m og mörk segulsviðs er 100 μT

220 kV lína (PH2 og PH3) frá Kolviðar- og Orustuhól til Þorlákshafnar.

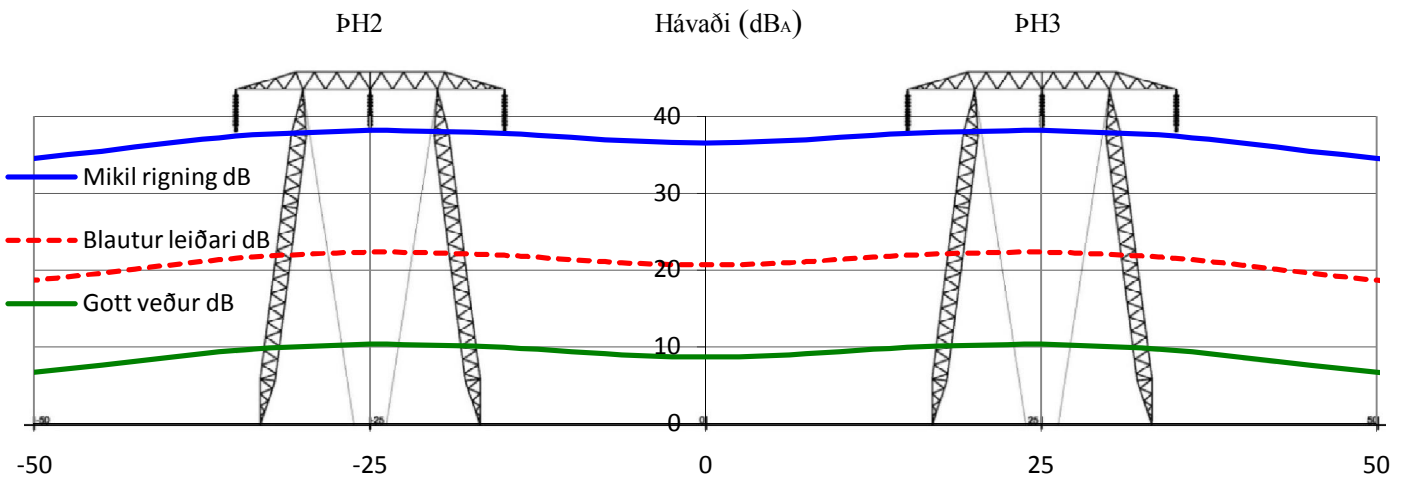


Mynd 1.7 Útreiknað rafsvið undir 220 kV línunum (PH2 og PH3) milli Geitafells og Þorlákshafnar.

Við Mastur Meðal hæð leiðara (fjórðungur) Á miðju hafi



Mynd 1.8 Útreiknað segulsvið undir 220 kV línunum (PH2 og PH3) milli Geitafells og Þorlákshafnar.

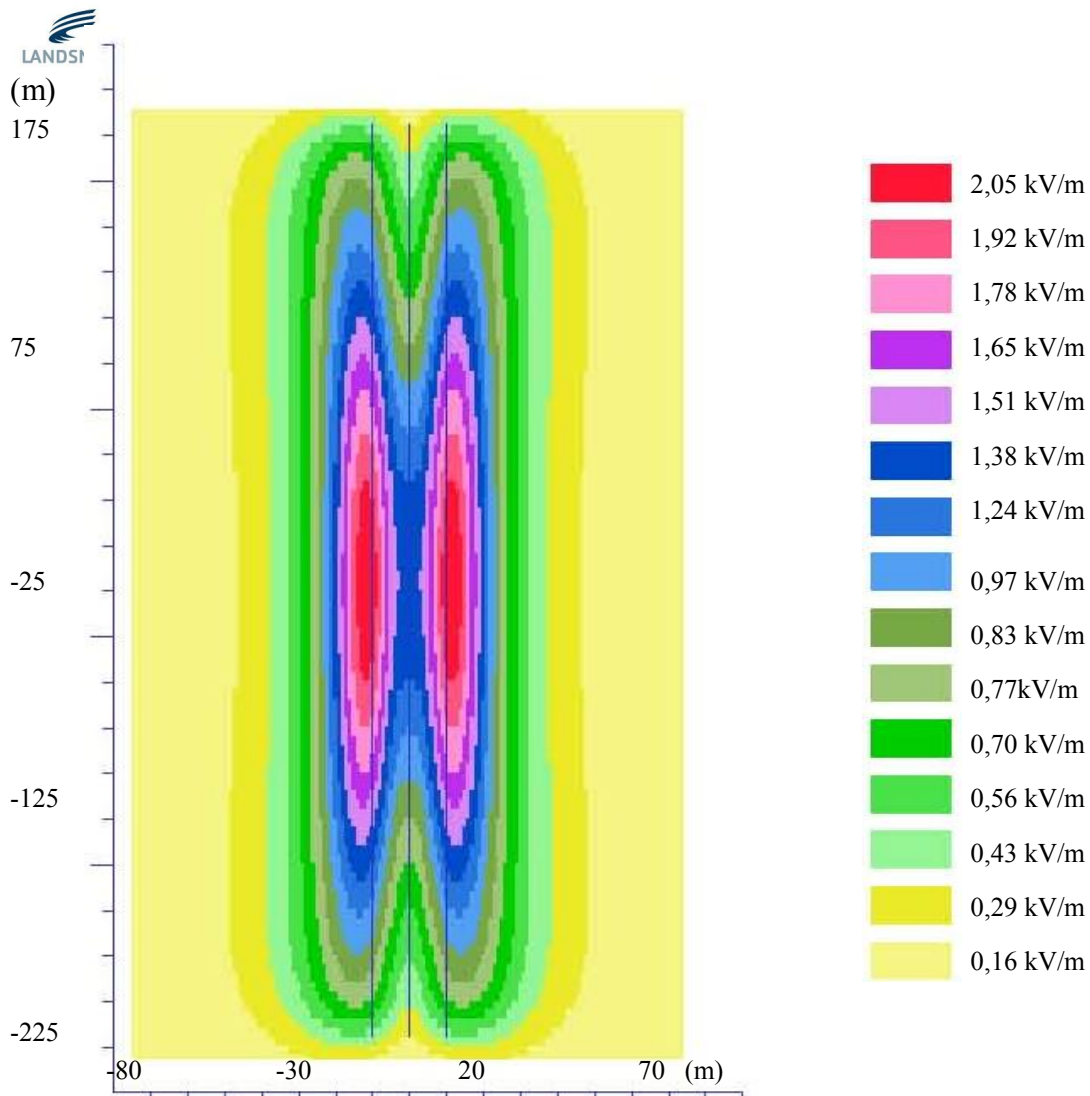


Mynd 1.9 Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá 220 kV línunum (PH2 og PH3) milli Geitafells og Þorlákshafnar.

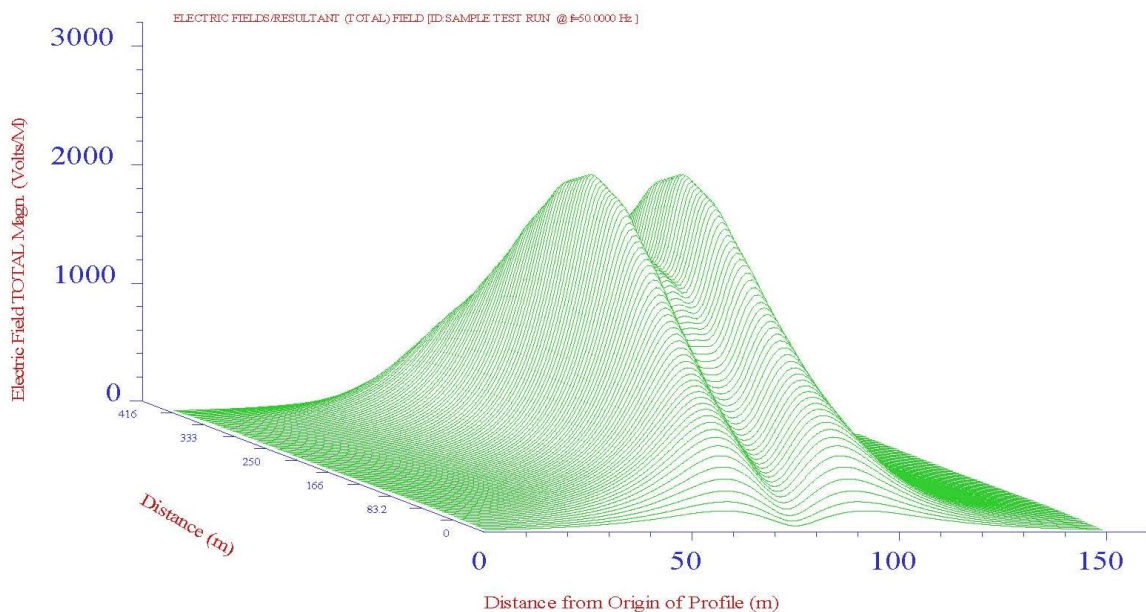
PH2 og PH3 Línur milli Kolviðar- og Orustuhóls og Þorlákshafnar, myndir 1.7, 1.8 og 1.9	Rafsvið			Segulsvið		Hávaði		
	Fjarlægð frá miðlínu	Rafsvið ²⁾	Sem hlutfall af EU Council frá 1999 ¹⁾	Segulsvið ²⁾	Sem hlutfall af EU Council frá 1999 ¹⁾	Hljóðstyrkur í útreikningspunkti, í 1,8 m hæð yfir jörðu		
						Mikil rigning	Blautur leiðari	Gott veður
<i>Einn leiðari pr. fasa.</i>	m	kV/m	%	μT	%	dB	dB	dB
Við turn, undir línu (græn lína)								
Undir línu PH2 og PH3	±25	1,86	37,20	4,39	4,39			
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara.	±65	0,19	3,80	0,32	0,32			
Meðalhæð leiðara (1/4), undir línu (blá lína)								
Undir línu PH2 og PH3	±25	1,02	20,4	3,08	3,08	38,15	22,29	10,29
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara.	±65	0,218	4,36	0,31	0,31	32,43	16,52	4,52
Á miðju hafi (1/2), undir línu (rauð lína)								
Undir línu PH2 og PH3	±25	0,153	3,06	0,79	0,79			
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara.	±65	0,124	2,48	0,14	0,14			

Tafla 1.3

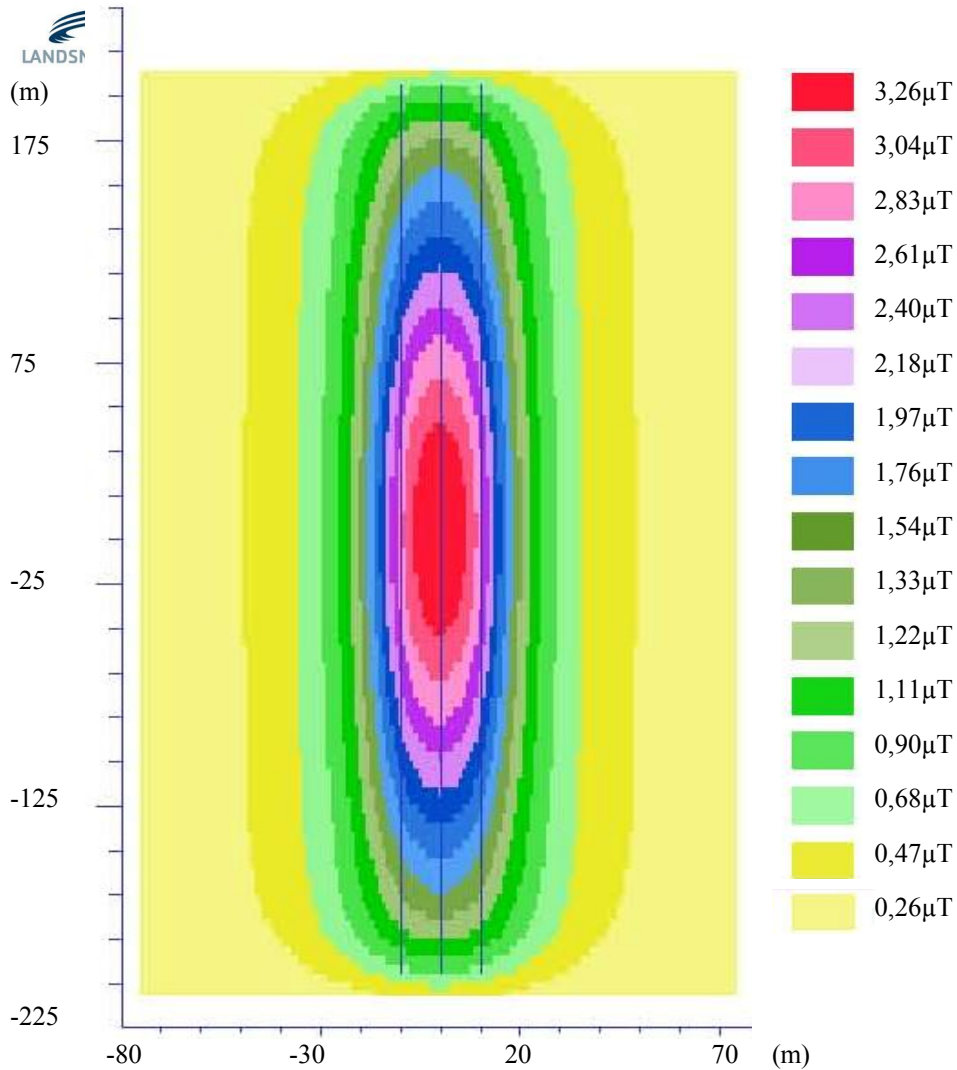
- 5) EU Council 1999; Council recommendation on the limitation of exposure og the general public to electromagnetic fields. Gildir þar sem búast má við að almenningur dveljist í umtalsverðan tíma
- 6) Viðmiðunarmörk rafsviðs er 5 kV/m og mörk segulsviðs er 100 μT



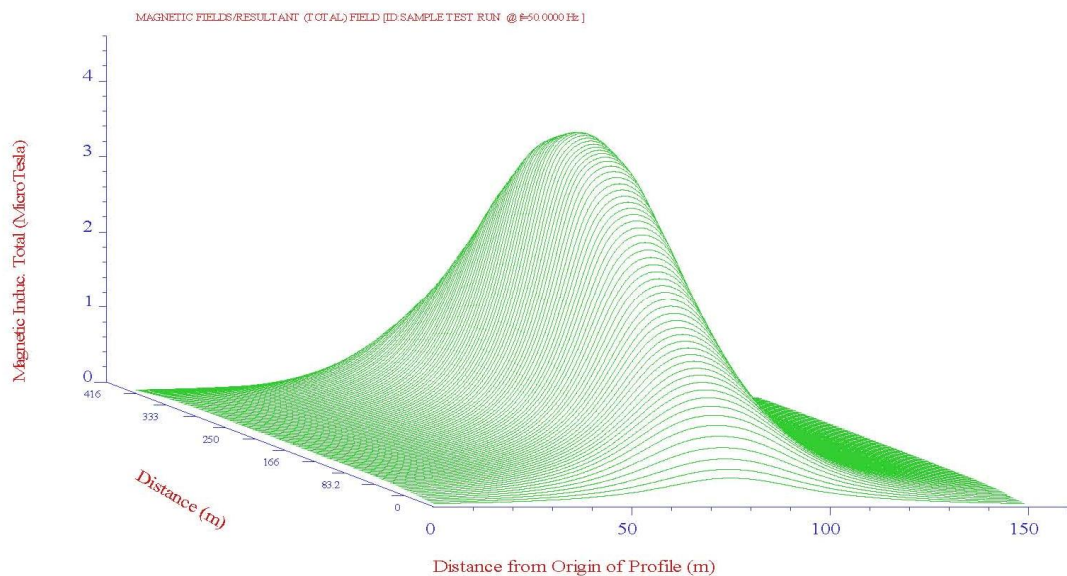
Mynd 1.10 Rafsvið í 1,8 m hæð undir stakstæðri 220 kV línu (PH2 eða PH3) fyrir 400 m haflengd. 220 kV rekstrarspenna.



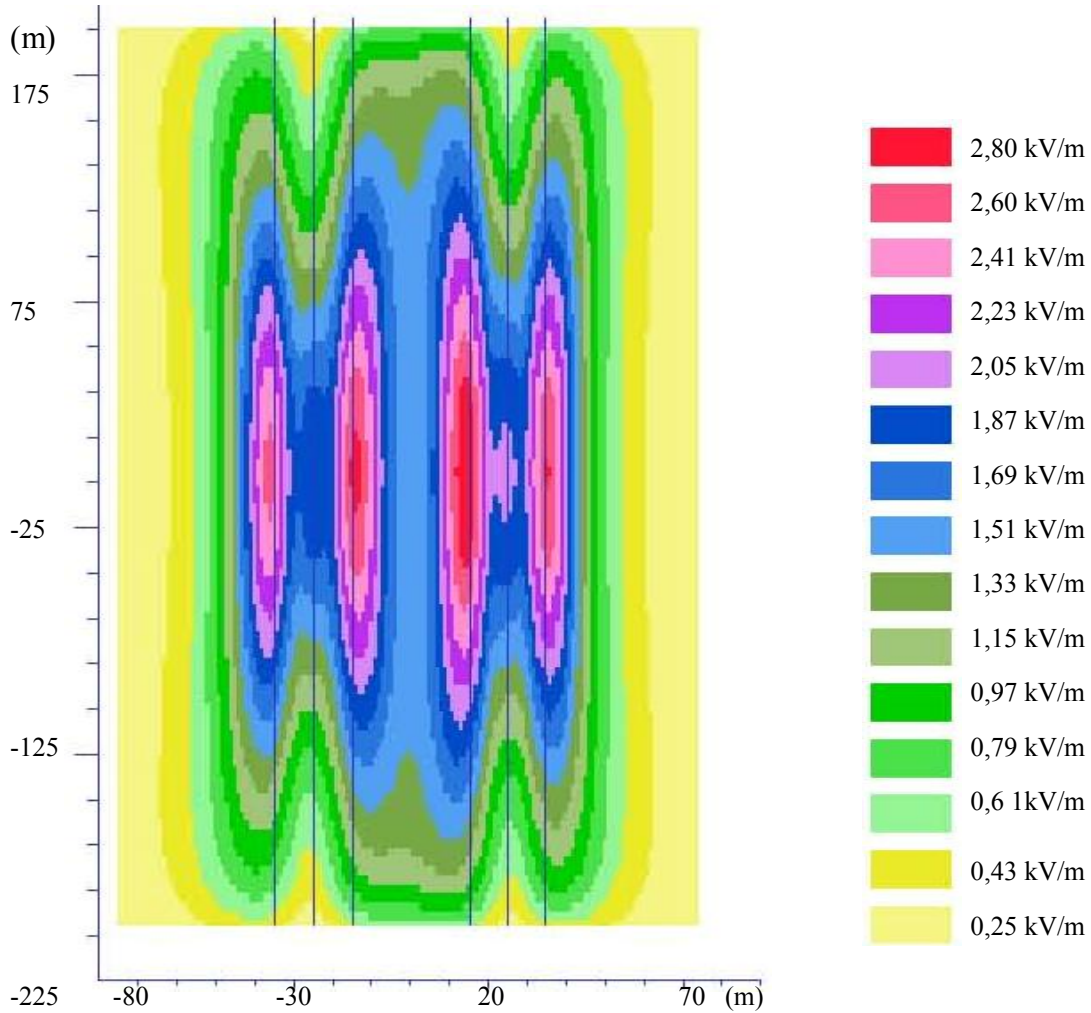
Mynd 1.11 Þrívíddarmynd af rafsviði í 1,8 m hæð undir stakstæðri 220 kV línu (PH2 eða PH3) fyrir 400 m haflengd. 220 kV rekstrarspenna.



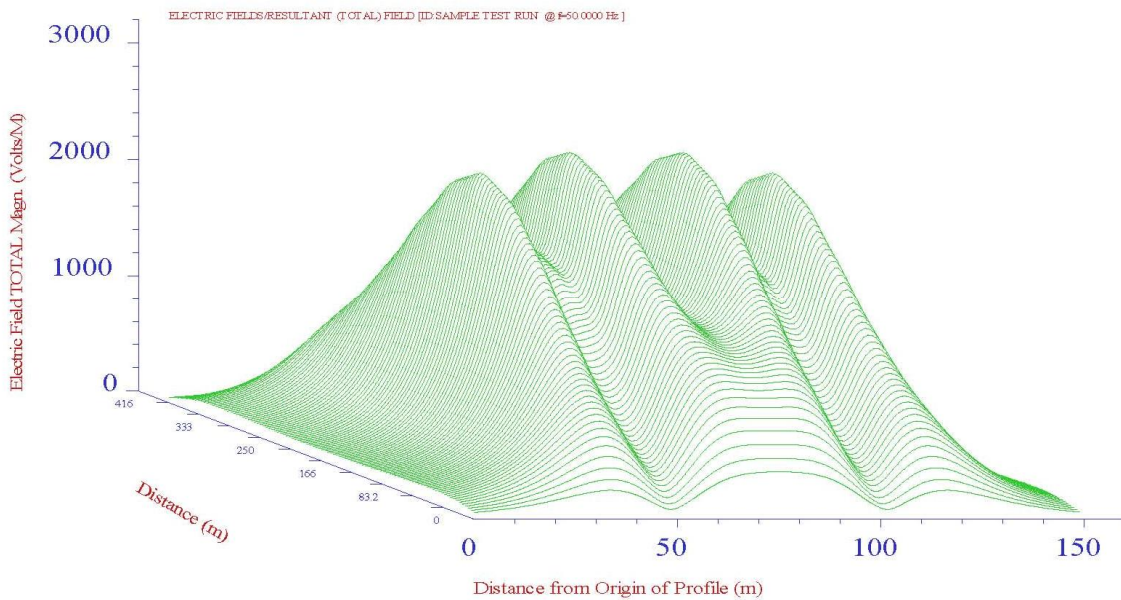
Mynd 1.12 Segulsvið undir stakstæðri 220 kV línu (ÞH2 eða ÞH3) fyrir 400 m haflengd. 200 MVA flutningur eftir línunni.



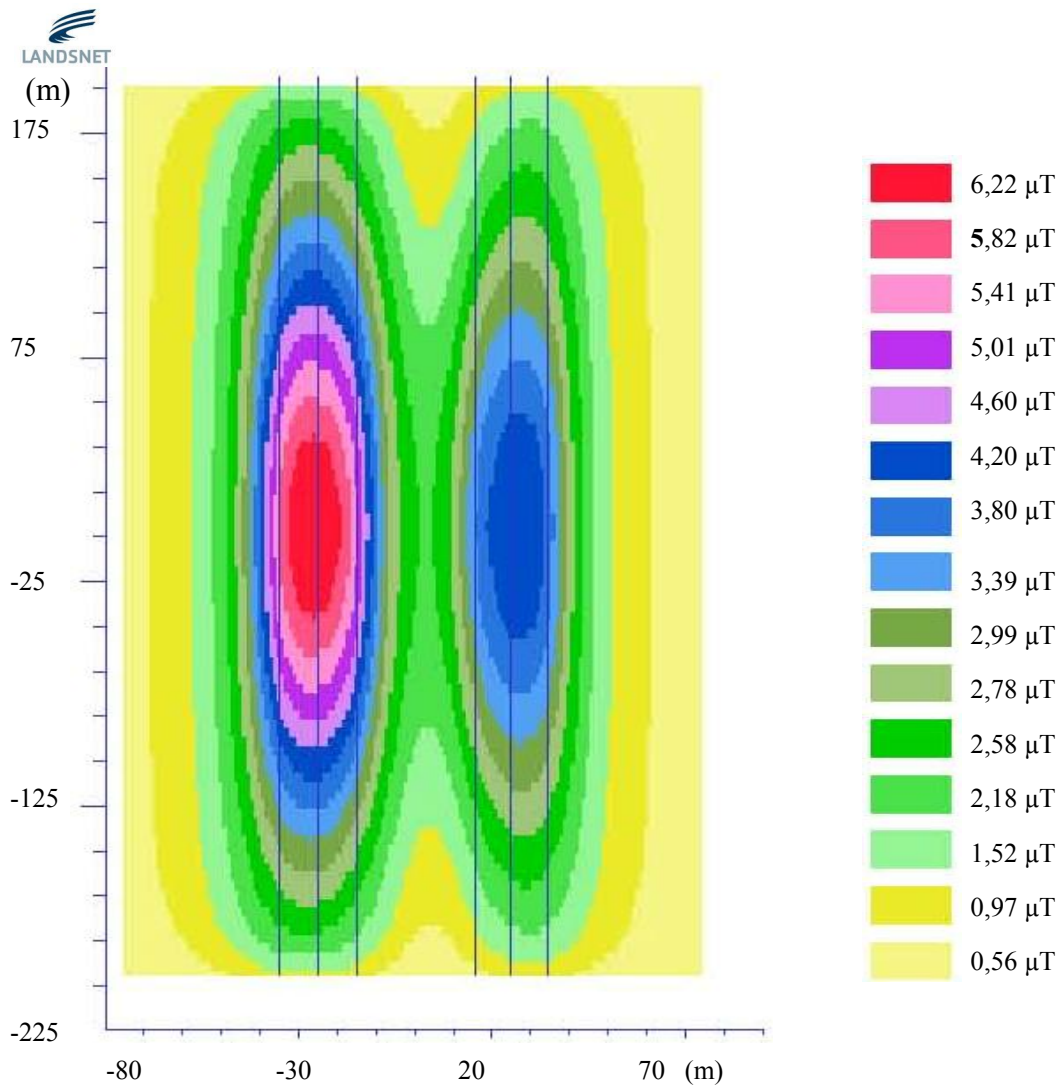
Mynd 1.13 Þrívíddarmynd af segulsviði undir stakstæðri 220 kV línu (ÞH2 eða ÞH3) fyrir 400 m haflengd. 200 MVA flutningur eftir línunni.



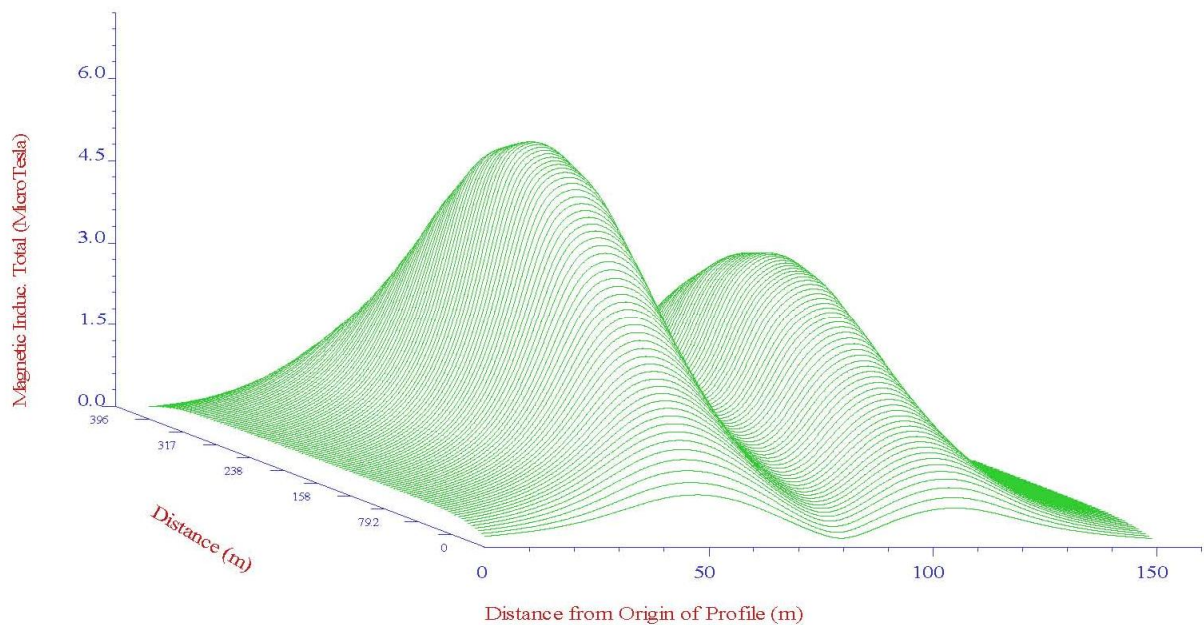
Mynd 1.14 Rafsvið í 1,8 m hæð undir 220 kV línun (ÞH3 og BU2) fyrir 400 m haf lengd. 220 kV rekstrarspenna.



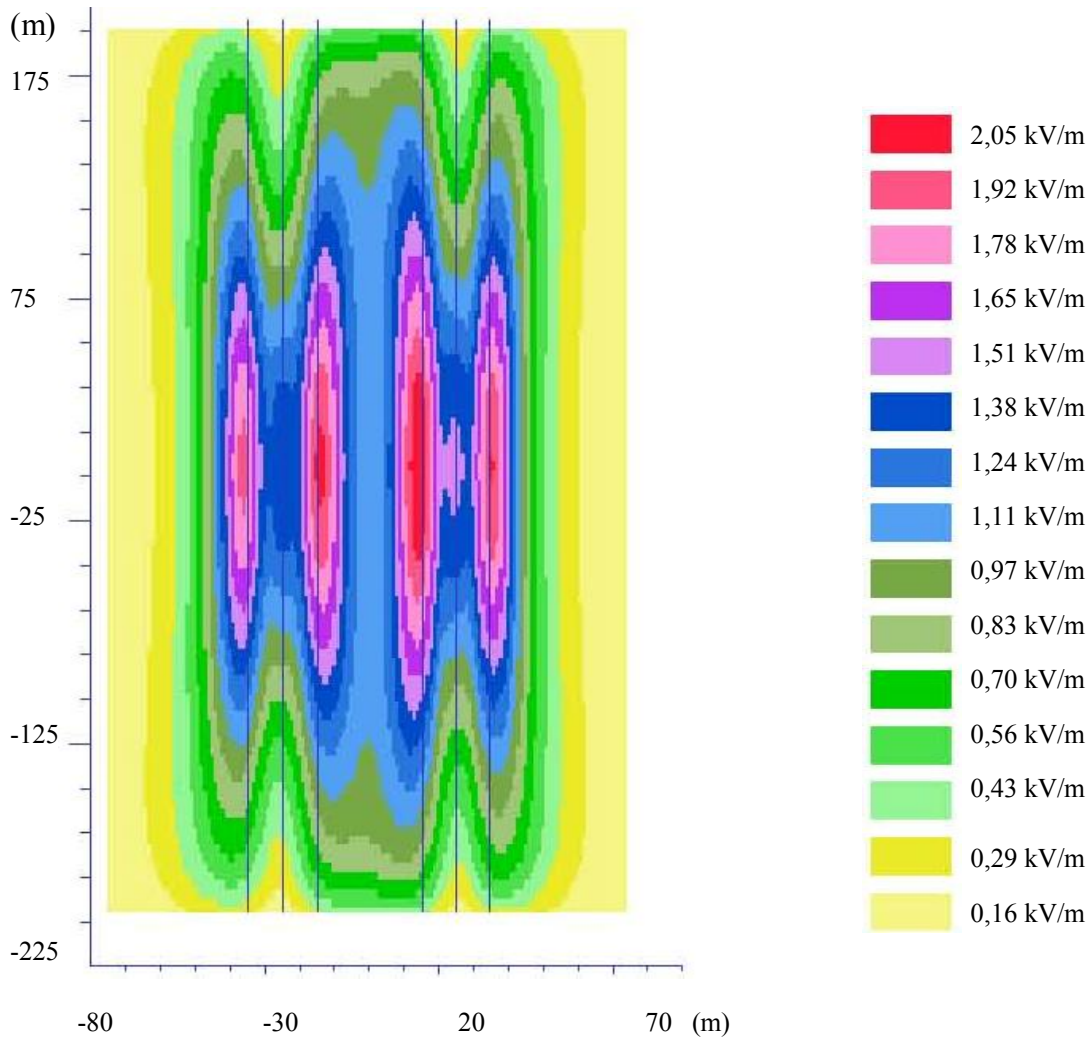
Mynd 1.15 Þrívíddarmynd af rafsviði í 1,8 m hæð undir 220 kV línun (ÞH3 og BU2) fyrir 400 m haf lengd. 220 kV rekstrarspenna.



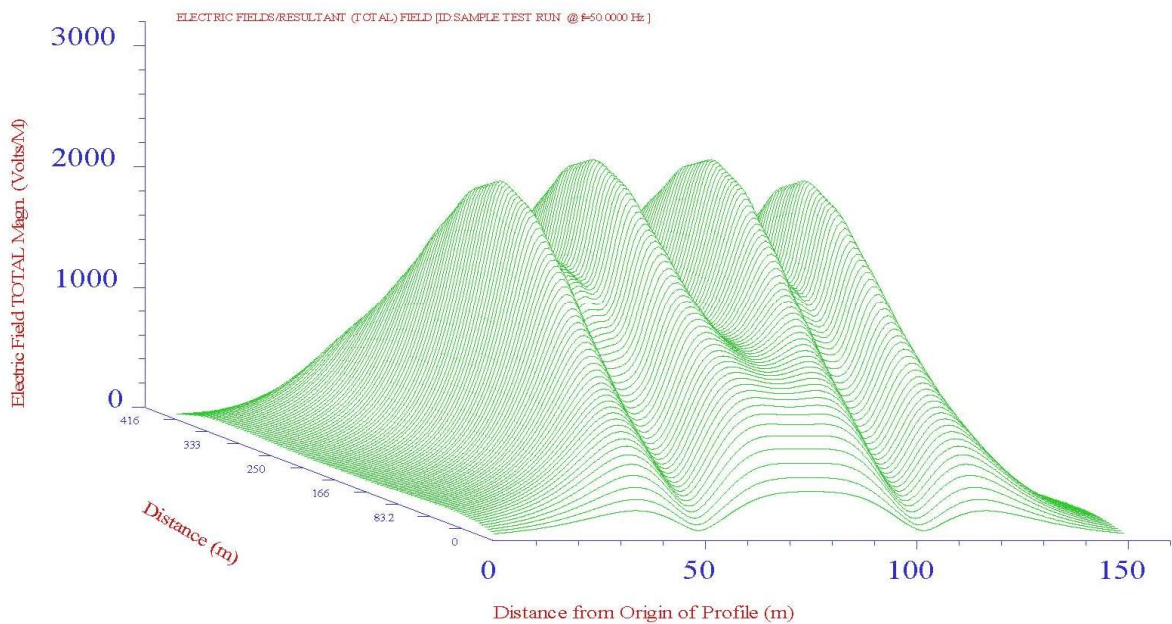
Mynd 1.16 Segulsvið í 1,8 m hæð undir 220 kV línun (ÞH3 og BU2) fyrir 400 m haf lengd. 220 kV rekstrarspenna.



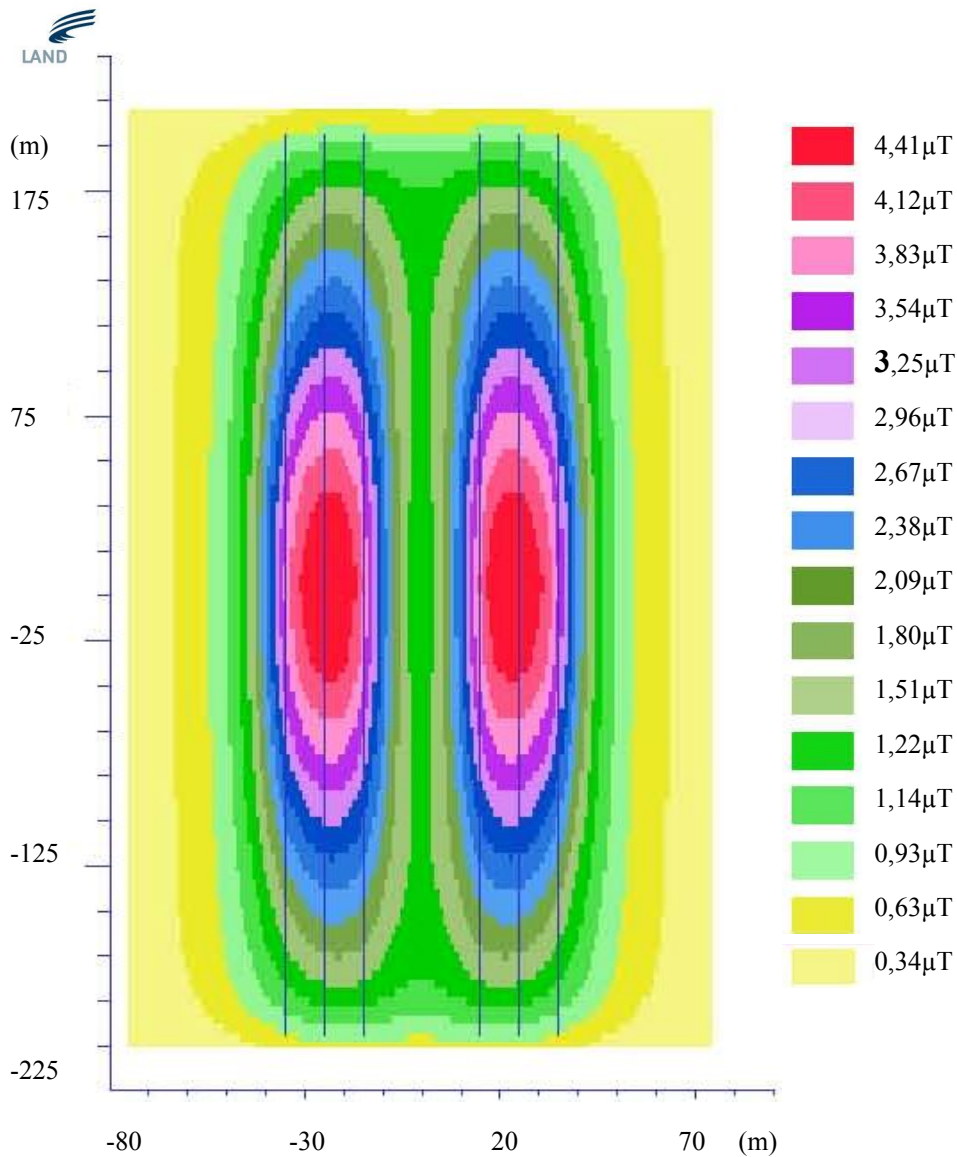
Mynd 1.17 Þrívíddarmynd af segulsviði í 1,8 m hæð undir 220 kV línun (ÞH3 og BU2) fyrir 400 m haf lengd. 220 kV rekstrarspenna.



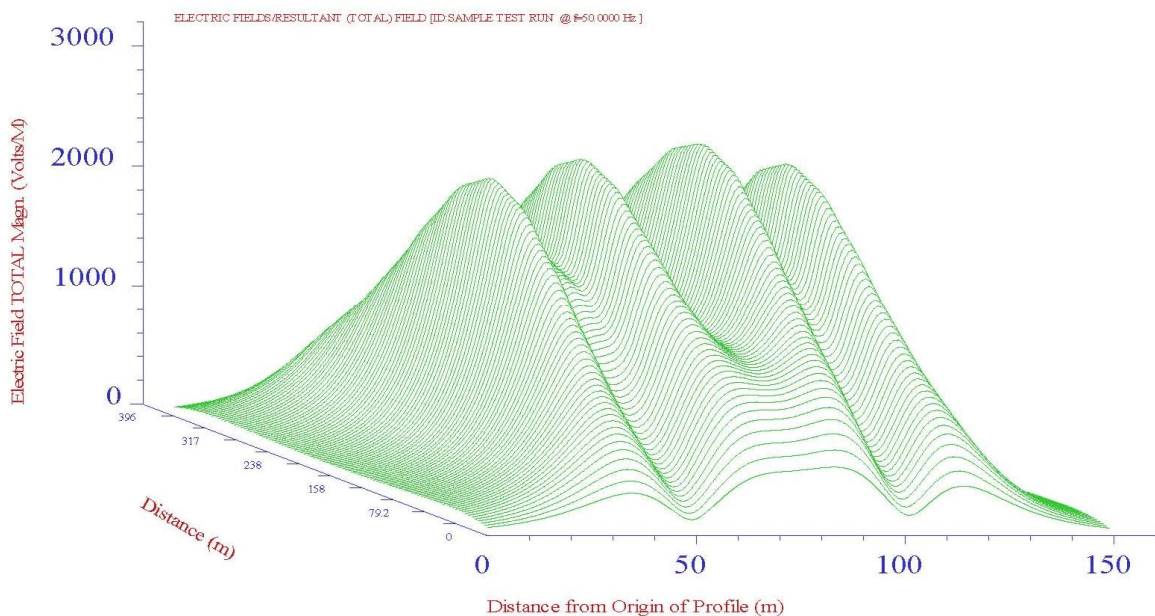
Mynd 1.18 Rafsvið í 1,8 m hæð undir 220 kV línun (ÞH2 og ÞH3) fyrir 400 m haf lengd. 220 kV rekstrarspenna.



Mynd 1.19 Þrívíddarmynd af rafsviði í 1,8 m hæð undir 220 kV línun (ÞH2 og ÞH3) fyrir 400 m haf lengd. 220 kV rekstrarspenna.



Mynd 1.20 Segulsvið undir 220 kV línun (ÞH2 og ÞH3) fyrir 400 m haf lengd. 200 MVA flutningur eftir línunni.



Mynd 1.21 Þrívíddarmynd af segulsviði undir 220 kV línun (ÞH2 eða ÞH3) fyrir 400 m haf lengd. 200 MVA flutningur eftir línunni.

Viðauki 6

Jón Bergmundsson og Kjartan Gíslason, 2009. *Notkun jarðstrengja í flutningskerfum raforku*. EFLA verkfræðistofa, Reykjavík. Unnið fyrir Landsnet hf.



Notkun jarðstrengja í flutningskerfum raforku

Jón Bergmundsson rafmagnsverkfræðingur

Kjartan Gíslason rafmagnstæknifræðingur



EFNISYFIRLIT

EFNISYFIRLIT	3
1 INNGANGUR	5
2 LOFTLÍNUR OG JARÐSTRENGIR – ALMENN LÝSING	6
2.1 FLUTNINGSMANNVIRKI RAFORKU.....	6
2.1.1 Loftlína	6
2.1.2 Háspennustrengur.....	7
2.1.3 Helgunarsvæði flutningsvirkja og jarðrask.....	8
2.1.4 Launafl – hvað er það?.....	9
2.1.5 Kostir lína og strengja	10
2.1.6 Samanburður kostnaðar.....	11
3 JARÐSTRENGSLÖGN - HÖNNUN	12
3.1 KRÖFUR UM FLUTNINGSGETU	12
3.2 AÐSTÆÐUR Á STRENGLEIÐ	14
3.2.1 Skipulag	14
3.2.2 Jarðvegsgerð	14
3.2.3 Varmaviðnám jarðvegs.....	14
3.2.4 Þveranir á strengleið	16
3.3 FYRIRKOMULAG STRENGLAGNA	18
3.3.1 Fyrirkomulag strengja í skurði	18
3.3.2 Samtengingar strengja og víxlanir leiðara og skerma	18
3.3.3 Söndun strengja og þjöppun	21
4 JARÐSTRENGSLÖGN - JARÐVINNA	23
4.1 LEIÐARVAL	23
4.2 AÐFERÐIR VIÐ LAGNINGU JARÐSTRENGJA.....	23
4.3 VERKÞÆTTIR Í JARÐVEGSVINNU	25
4.3.1 Hönnun skurðsniðs	26
4.3.2 Uppgröftur	26
4.3.3 Söndun strengja – Efnisval og eiginleikar.....	27
4.3.4 Yfirborðsfrágangur	27
5 JARÐSTRENGSLÖGN - KOSTNAÐUR	28
5.1 INNKAUP Á STRENG, TENGIEFNI OG TENGIVINNU.....	28
5.1.1 Útboð á strengjum, tengiefni og tengivinnu	28
5.1.2 Flutningskostnaður og opinber gjöld	29
5.2 JARÐVINNA.....	31
5.3 ÚTDRÁTTUR, FRÁGANGUR Í SKURÐI OG AÐSTOÐ VIÐ TENGIVINNU	31
5.4 ANNAR KOSTNAÐUR	32
5.5 SAMANBURÐUR Á STOFNKOSTNAÐI LOFTLÍNA OG JARÐSTRENGJA.....	33
5.6 SAMANBURÐUR Á REKSTRARÞÁTTUM LOFTLÍNA OG JARÐSTRENGJA.....	34
6 TÆKNILEGIR ÞÆTTIR JARÐSTRENGSKERFA	35
6.1 STRENGIR SEM KERFISEININGAR	35
6.1.1 Samsíða rekstur loftlínu og jarðstrengs	35
6.1.2 Yfirspennur, yfirtónar eigintíðni.....	36
6.2 TAKMARKANIR Á LENGÐ JARÐSTRENGJAKERFA	36
6.3 JARÐSTRENGIR FRAMTÍÐARINNAR	37
7 UMHVERFISÁHRIF JARÐSTRENGJA	39
7.1 SÝNILEIKI JARÐSTRENGLAGNAR	39
7.1.1 Jarðstrengslögn í skipulögðu þéttbýlissvæði.....	39
7.1.2 Jarðstrengslögn meðfram vegi utan skipulagðs þéttbýlis	40
7.1.3 Jarðstrengslögn í grónu landi.....	40
7.1.4 Jarðstrengslögn í gegnum hraun.....	41
7.2 RAFSEGULSVIÐ.....	42
7.3 LÍFTÍMI JARÐSTRENGSLAGNA OG AFTURKVÆMNI	43
7.4 SAMANBURÐUR Á UMHVERFISÁHRIFUM LOFTLÍNA OG JARÐSTRENGJA	43

8	NOTKUN JARÐSTRENGJA Í RAFORKUKERFUM.....	46
9	STEFNA LANDSNETS Í NOTKUN JARÐSTRENGJA.....	48
	HEIMILDASKRÁ	49

1 INNGANGUR

Á síðustu árum hefur skapast umræða á hér á landi og í nágrannalöndum okkar um þann möguleika að leggja flutningslínur sem jarðstrengir í stað loftlína. Háspennulínur með yfir 100 kV spennu eru almennt lagðar sem loftlínur hér á landi eins og gert er í nágrannalöndum okkar og reyndar um heim allan. Þó eru þess dæmi að flutningslínur séu lagðar sem jarðstrengir og er það aðallega gert vegna sérstakra umhverfshagsmuna eða af öryggisástæðum t.d. við flugvelli eða í þéttri byggð. Sé eingöngu litið til sjónrænna áhrifa á endingartíma línanna væri það víða álitlegt að leggja þær í jörð. Um kostnaðar- og rekstrarsjónarmið gegnir öðru máli. Kostnaður, tæknilegir vankantar og minna afhendingaröryggi eru helstu ástæður þess að ekki er valið að leggja flutningslínur á hárru spennu í jörð.

Í þessari samantekt er fjallað um jarðstrengslagnir í flutningskerfum raforku. Farið er í gegnum nokkur undirstöðuatriði er varða hönnun jarðstrengslagna og framkvæmdir. Skýrt er á aðgengilegan hátt hvaða atriði koma upp við hönnun slíkra lagna og greint frá lausnum. Þá er fjallað um hvernig kostnaður við jarðstrengslagnir myndast, bæði vegna erlends efnis og vegna jarðvinnu. Þá er fjallað um umhverfisþætti sem snúa að jarðstrengjum og gerður samanburður við lagningu loftlína. Að lokum er fjallað um notkun jarðstrengja í raforkukerfum almennt.

Í viðauka 1 við „Lög um mat á umhverfisáhrifum“ eru taldar upp þær framkvæmdir sem alltaf eru háðar mati á umhverfisáhrifum. Í tölulið 22 eru nefndar loftlínur utan þéttbýlis á 66 kV spennu og hærri og sæstrengir á 132 kV spennu og hærri sem eru 20 km eða lengri. Í viðauka 2 er yfirlit yfir framkvæmdir sem kunna að hafa í för með sér umtalsverð umhverfisáhrif og er metið í hverju tilviki hvort þær skulu vera háðar mati á umhverfisáhrifum. Í tölulið 3, staflíð b. er nefndur flutningur raforku með jarðstrengjum utan þéttbýlis sem eru 10 km og lengri.

Jarðstrengslagnir þarf í öllum tilvikum að færa inn á skipulagsupprætti viðkomandi sveitarfélaga sem veita þarf framkvæmdarleyfi áður en framkvæmd hefst.

2 LOFTLÍNUR OG JARÐSTRENGIR – ALMENN LÝSING

2.1 Flutningsmannvirki raforku

Nútíma samfélag kallar sífellt á meiri orku sem aftur leiðir til þess að nauðsynlegt er að leggja fleiri eða endurnýja flutningsrásir. Til að leggja flutningsrás eru ýmist notaðar háspennulínur eða háspennustrengir.

Þó að hlutverk háspenntra loftlína og jarðstrengja sé það sama er eðlismunur þeirra töluverður. Frá fyrstu tíð og fram til dagsins í dag er loftlína verið fyrsti kostur þegar skoðuð er uppbygging eða endurnýjun flutningsvirkja.

2.1.1 Loftlína

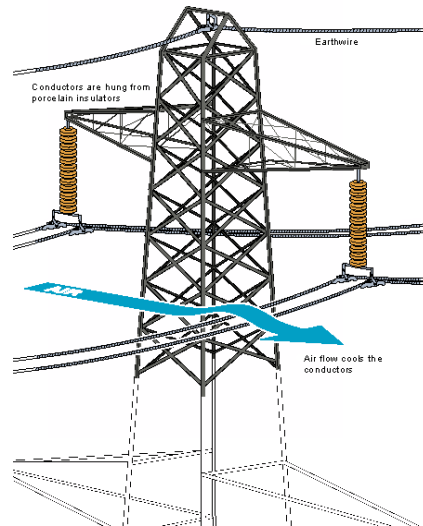
Háspennuloftlína er í eðli sínu einfalt mannvirki. Leiðari er hengdur upp í einangra í mastri og loft notað til að einangra hann frá jörðu. Þetta fyrirkomulag byggir á þeirri staðreynd að andrúmsloftið leiðir almennt illa rafmagn. Eiginleikar andrúmsloftsins er þó ekkert stöðug fyrirbrigði eins og allir Íslendingar þekkja af síbreytilegu veðurfari.



Mynd 1 Dæmigerð 220 kV lína

Möstur háspennulína taka talsvert landrými. Helgunarsvæði er það svæði við háspennulínur þar sem ekki er heimilt að byggja hús þar sem búast má við að fólk dveljist í umtalsverðan tíma, en minniháttar kofa og skýli má reisa.

Kostir háspennulína eru þeir helstir að þær eru einfalt mannvirki, auðvelt er að halda uppi reglubundnu eftirliti og staðsetja bilanir ef um það er að ræða. Hægt er að hefjast handa við viðgerð nánast um leið og bilunin er staðsett.



Mynd 2 Vindur kælir leiðara loftlína

2.1.2 Háspennustrengur

Háspennustrengur er yfirleitt grafinn í jörðu. Hann getur verið þrír einangraðir leiðarar pakkaðir sameiginlega innan í strengjakápu eða verið þrír óháðir strengir með einum leiðara hver (einleiðari). Efnisuppbygging strengs með þremur leiðurum eða einum leiðara er í grundvallaratriðum eins. Í upphafi vor strengir einangraðir með olíu eða pappír sem gegndreyptur hafði verið í olíu, en uppúr 1960 byrjaði plasteinangrun (XLPE) að taka yfir.

Efnisuppbygging strengs gerir það að verkum að kæligeta strengjaleiðara er margfalt verri en línu. Utan við leiðarann og einangrun hans er komið fyrir málmskermi, oftast kopar, sem ætlað er að deyfja og jafna segulsvið sem myndast í kringum leiðarann sem flytur riðstraum. Það sem ræður straumflutningsgetu strengs, fyrir utan gildleika hans, er að stærstum hluta kæling. Straumur í skermi strengs hefur áhrif á straumflutningsgetu því hann framleiðir varma í skerminum og takmarkar kælingu strengleiðarans.



Mynd 3 Einleiðari

Nokkur ráð eru til að losna við straum í skermi strengs. Ein er að tengja ekki annan enda skermsins og rjúfa þannig straumrásina. Hin leiðin er að nota einleiðarastrengi og víxla skermum þeirra reglulega þannig að við útlögn strengja tengist skermur eins fasa við annan fasa – þetta er gert 2, 5 eða 8 sinnum. Með þessu móti upphefur rafsvið strengsins að mestu þá spennu og þann straum sem spanast í skermi strengsins.

Þessi slaka kæling háspennustrengja veldur því að flutningsgeta strengjaleiðara miðað við samsvarandi línuleiðara (mælt í mm²) er lakari.

Kostir háspennustrengja eru hins vegar að rekstur þeirra er að mestu óháður verðurfari og sjónáhrif þeirra eru í lágmarki. Þá þarf minna landrými undir strenglög.

Ókostir strengja eru hins vegar að óvist er að hægt sé að staðsetja bilun eins fljótt og háspennulína. Hægt er að mæla bilunarstað jarðstrengs, eins og háspennulínu, en hins

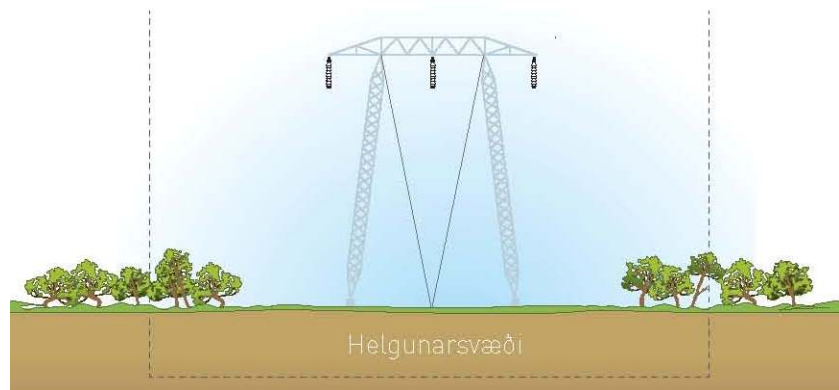
vegar er seinlegra að grafa niður á strenginn og staðsetja t.d. einangrunarbilun nákvæmlega. Fyrst þarf að grafa niður á strenginn og síðan langsum eftir honum þar til bilun finnst. Þegar bilun er staðsett er frekari undirbúningur nauðsynlegur s.s. að byggja skýli yfir bilunarstað ef gera þarf við strenginn. Þá ber þess að geta að líftími strengja er skemmri en loftlína, 30-40 ár í stað 50 til 60 ára í loftlínunum.

2.1.3 Helgunarsvæði flutningsvirkja og jarðrask

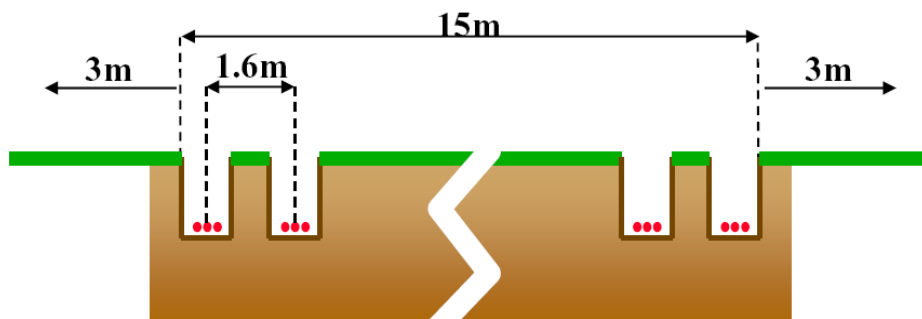
Hönnun háspennulína á hærri spennu en 45 kV er samkvæmt staðlinum ÍST EN 50341-1:2000, sbr. reglugerð nr. 586/2004. Í íslenska viðaukanum, EN 50341-3-12:2001 er kveðið á um hvernig ákvarða eigi þá lágmarksfjarlægð sem skuli vera að öðrum byggingum en minniháttar skúrum eða kofum. Helgunarsvæði eða byggingarbann eykst við hækkandi spennu en er einnig mjög háð gerð línunnar. Því er ekki hægt að gefa ákveðna fasta tölu um byggingarbann.

Háspennustrengir þurfa, eins og háspennuloftlínur, sitt helgunarsvæði þó það sé umtalsvert minna en loftlína. Breidd helgunarsvæðis háspennulína er frá 35-45 m fyrir 132 kV spennu, upp í 75-90 m fyrir 400 kV spennu.

Helgunarsvæði jarðstrengja er minna en loftlína og ræðst mikið af því hvernig þeir eru lagðir. Strengur með þrjá leiðara og einleiðari lagður í þríhyrning krefjast lágmarkssvæðis. Eitt sett einleiðara-strengja (þrjár fasar) lagðir í flatri uppröðun krefjast stærra helgunarsvæðis, tvö sett einleiðara-strengja lagðir í flatri uppröðun krefjast enn stærra helgunarsvæðis. Búast má við 14-17 m breiðu helgunarsvæði fyrir eitt 400 kV 1600 mm² jarðstrengjasett – þrjár einleiðarar í flatri uppröðun - ásamt slóða og vinnusvæði við hlið lagnaleiðar. Fyrir tvær rásir er svæðið í heild mun breiðara.



Mynd 4 Helgunarsvæði loftlínu – eykst með hærri spennu



Mynd 5 400 kV jarðstrengir, 2 flutningsrásir með 2 settum hvor

Á myndinni hér að neðan má sjá lögn á tveimur 400 kV flutningsrásum með jarðstrengjum þar sem hvor rás inniheldur tvö sett af strengjum.



Mynd 6 Framkvæmdir við 2ja rása 400 kV jarðstrengslögn

Jarðrask vegna loftlína er einkum vegna slóðagerðar og vegna gerðar vinnusvæða við hvert masturstæði. Milli mastra getur land verið óraskað, sérstaklega ef ekki er þörf á lagningu samfelldra slóða. Við lagningu jarðstrengs þarf að raska jarðvegi alla leið strengsins. Samkvæmt samanburði loftlínu og jarðstrengsvalkosta er talið að um 6-sinum meira svæði raskist vegna kjarðstrengslagnar en loftlínu.

2.1.4 Launafl – hvað er það?

Einn grundvallarmunur á loftlínu og jarðstreng er eiginleiki þeirra til að mynda launafl. Launafl, mælt í VAR er eðlilegur og nauðsynlegur fylgifyskur riðspennu, en launaflið framkvæmir ekki neina vinnu. Yfirleitt er talað um að launafl myndist í þéttum og strengjum en sé notað í spólum, þar með töldum mótorum. Launaflið tekur upp ákveðna flutningsgetu í línunum og strengjum og því meira launafl sem er flutt þeim mun minna raunafl er hægt að flytja.

Strengir og línur framleiða mismikið launafl – strengir um 20-50 sinnum meira en línur. Of mikið launafl í flutningskerfinu hækkar spennu og gerir stýringu hennar erfiða og jafnvel ómögulega. Nauðsynlegt er að jafnvægi ríki hverju sinni á milli notkunar og framleiðslu launafls í flutningskerfinu.

Ef strengur er það langur að hann er farinn að hafa áhrif á spennustýringu flutningskerfisins þarf að jafna út rýmdaráhrifum hans með útjöfnunarstöð. Útjöfnunarstöð felst í að spóla (shunt reactor) er tengd við streng. Umbúnaður spóla svipar til aflspenna – sjá mynd 7 – nema ekkert úttak er á spólunni.



Mynd 7 400 kV launafsljöfnunarstöð

Tengja þarf spólurnar við spennu á 5-20 km millibili en fjarlægðin ræðst af spennu strengsins og eiginleikum flutningskerfsins hverju sinni. Spólan er tengd með því að taka enda strengjahlutanna upp úr jörðu, setja í tengimúffur og tengja við spólurnar. Einnig er nauðsynlegt að setja yfirspennuvara til varnar yfirspennu. Á mynd 7 sést annar endi strengs, yfirspennuvari og spóla (shunt reactor).

Allur þessi rafbúnaður krefst landrýmis við lagnaleið strengsins. Ef þessum búnaði er komið fyrir utandyra má búast við rýmisþörf frá 150 – 1000 m² miðað við 132 kV – 400 kV og háð stærð spólurnar (MVA_r). Ef spólu væri komið fyrir innandyra verður rýmisþörfin eitthvað minni. Mögulegt er að útfæra spólu þannig að hægt er að stýra hversu mikið rýmdarafli hún notar (tekur til sín) hverju sinni.

2.1.5 Kostir lína og strengja

Af ofantöldu er ljóst að þó háspenntum loftlínnum og jarðstrengjum sé ætlað sama hlutverk þá henta þessi raforkuvirki misvel til að flytja raforku til notanda.

Samanburðatölur á bilunartíðni jarðstrengja og loftlína sýnir að jarðstrengir bila sjaldnar. Hins vegar er viðgerðartími strengja lengri en lína og lengist með hækkandi spennu. Ef borin er saman sá tími sem lína eða strengur er tiltæk í rekstri kemur í ljós að þá er farið að halla á strengina og því meira sem spennan er hærri.



Mynd 8 Bilun á 132 kV Nesjavallastreng - 9 daga viðgerðatími



Mynd 9 Bilun á 220 kV Brennimelslínu, turnbrot - 30 klst. viðgerðatími

Háspennulína hentar prýðilega til að flytja mikla orku langa leið á tiltölulega einfaldan hátt. Háspennulína er tiltölulega plássfrek þar sem hún þarf ákveðið rými og helgunarsvæði en á því svæði má einungis reisa minni háttar mannvirki þar sem ekki má búast við að fólk dveljist að staðaldri, t.d. karteöflugeymslur eða skýli.

Háspennustrengur hentar frekar í þéttbýli eða þar sem landssvæði er af skornum skammti.

2.1.6 Samanburður kostnaðar

Samanburður kostnaðar á byggingu strengs og línu er háð aðstæðum hverju sinni. Samanburðartölur frá Evrópu benda hins vegar til að hlutfallið getur legið á bilinu 3svar upp í 25 sinnum sem strengur er dýrari en loftlína.

Margt hefur áhrif á endanlegan kostnað við strengjalögn t.d. spenna strengsins, aðstæður á lagnaleið og lengd hans. Hlutfallslega eru strengir á hærri spennu dýrari en á lægri spennu. Í dag er 11 kV dreifikerfi nánast eingöngu byggt upp af strengjum, það heyrir til undantekninga ef slík lína er reist – jafnvel í dreifbýli – enda sýnir kostnaðarsamanburður að 11 kV dreifistrengur plægður í jörðu vera ódýrari kost en sambærileg loftlína og tæknileg vandkvæði við rekstur slíkra strengkerfa er minni en á hærri spennu.

Reynsla liðinna ára og áratuga hefur sýnt að með bættri framleiðslutækni og meiri reynslu í framleiðslu háspennustrengja lækkar verð þeirra og verður samkeppnis-hæfara við háspennulínur. 11 kV jarðstrengir eru þegar orðnir nánast allsráðandi í dreifikerfum og í einstaka tilvikum hafa 132 kV strengir verið lagðir í dreifbýli jafnvel þar sem ætla má að mögulegt sé að koma háspennulínu fyrir.



Mynd 10 11 kV strengur í dreifbýli plægður í jörðu

3 JARÐSTRENGSLÖGN - HÖNNUN

3.1 Kröfur um flutningsgetu

Þegar nýjar virkjanir eða nýir stórnotendur orku tengjast flutningskerfinu þarf yfirleitt að reisa nýjar flutningslínur og tengivirki. Stundum er um umfangsmiklar aðgerðir að ræða en í öðrum tilvikum eru framkvæmdir minniháttar. Allar ákvarðanir um nýjar kerfiseiningar eru teknar á grundvelli kerfisathugana þar sem framkvæmd er hermun á kerfinu undir mismunandi rekstrarskilyrðum. Þessi mismunandi rekstrarskilyrði skapast af breytilegu álagi raforkukaupanda, breytilegum rekstri virkjana og breytilegu kerfisástandi vegna truflana í virkjunum eða flutningskerfinu.

Í nútíma þjóðfélagi veldur straumleysi mikilli röskun á daglegu lífi fólks og atvinnulífi. Straumleysi er því ekki talið ásættanlegt og orkufyrirtæki hafa sett sér markmið um afhendingaröryggi og sett ákveðnar reglur um kerfisuppbyggingu. Megininntak kerfisuppbyggingar byggir á svokallaðri „N-1“ reglu sem gerir kröfu um að hægt sé að starfrækja raforkukerfið og afhenda orku þó að ein rekstrareining bili. Með rekstrareiningu er átt við loftlínu, jarðstreng eða spennu.

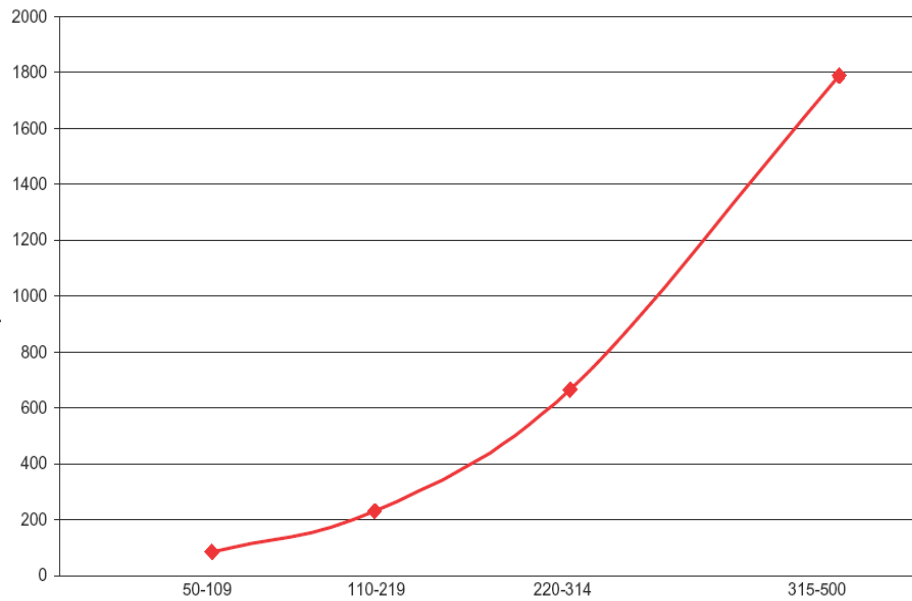
Þegar lokið hefur verið við kerfisathuganir vegna nýrra framkvæmda í kerfinu þá skilar sú vinna forsendum um þau mannvirki sem þarf að reisa. Slíkar forsendur eru m.a.;

- Nýjar flutningslínur; Tímasetning, spenna og lágmarks flutningsgeta.
- Nýjar aðveitustöðvar; Tímasetning og umfang
- Breytingar á mannvirkjum í rekstri; Breytingar, niðurrif, endurbygging, styrking ofl.

Um loftlínur og jarðstrengi gildir það sama, að skilgreina þarf lágmarkskröfur um flutningsgetu og spennu. Þegar um er að ræða strengi og loftlínur sem verða hluti af möskvuðu kerfi þar sem raforka getur flætt eftir fleiri en einni leið, þá ráðast kröfur um lágmarks flutningsgetu oft af þeim flutningum sem verða við truflanir í öðrum hlutum kerfisins.

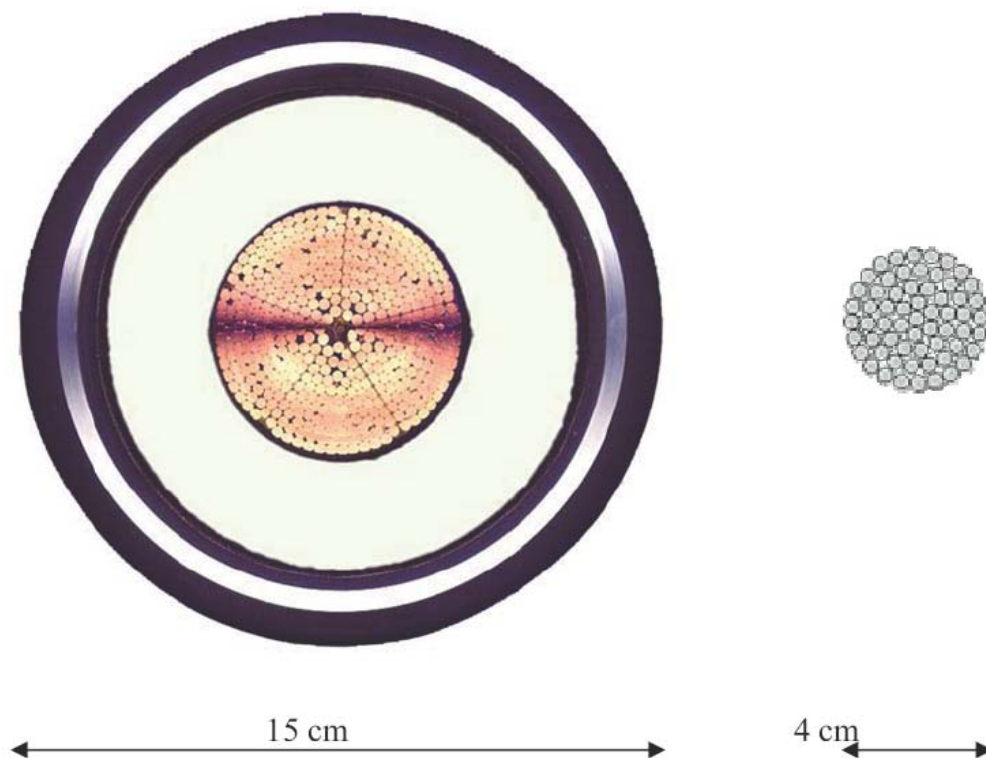
Á mynd má sjá meðal flutningsgetu orkuflutningslína eftir spennustigi samkvæmt alþjóðlegri samantekt.

MVA



Mynd 11 Dæmigerð flutningsgeta loftlína í MVA eftir spennustigi í kV. Heimild: "Statistics of AC underground cables in power networks". TB 338. CIGRE 2007.

Til að flytja ákveðið orkumagn eftir loftlínu og streng á sömu spennu þarf mun stærri leiðara í strengnum.



Mynd 12 Samanburður á 400 kV jarðstreng og loftlínuleiðara með svipaða flutningsgetu

3.2 Aðstæður á strengleið

3.2.1 Skipulag

Sama jarðstrengslögnin getur legið um mörg mismunandi svæði í skipulagslegu tilliti. Lögnin getur legið um svæði utan þéttbýlis þar sem eingöngu er aðalskipulag í gildi, inn í gegnum framtíðar byggingarland sem getur verið mismunandi stutt í skipulagsvinnu og síðan inn í fullbyggt frágengið þéttbýli.

Þar sem strengleiðin er utan þéttbýlis er strenglögnin aðlöguð landinu sem mest, en þegar komið er inn á skipulagt byggingarsvæði þarf að taka tillit til framtíðar hæðarkóta á svæðinu og getur það kallað á mun meiri jarðvinnu en ella.

3.2.2 Jarðvegsgerð

Mjög mismunandi jarðvegsaðstæður geta verið á einni og sömu strengleiðinni og mismunur á kostnaði við jarðvegsvinnu milli strengverkefna getur verið mikill. Auðveldustu aðstæðurnar eru þar sem um er að ræða auðgræfan jarðveg og einfaldan frágang á yfirborði, t.d. sáningu. Dýrast er þar sem fleyga þarf strengleið í gegnum klöpp og hraun. Þá þarf stundum að bora í gegnum kletta eða hæðir og undir árfarvegi. Þá getur kostnaður verið mikill í þéttbýli þar sem grafa þarf upp götur og gangstéttir.

Af þessu er ljóst að jarðvegsaðstæður geta haft mikil áhrif á kostnað við strenglagnir. Því er varasamt að taka bókstaflega viðmiðanir um einingarverð á km og nota við hvers kyns framkvæmdir af þessu tagi. Um þetta er fjallað í kafla 5.



Mynd 13 Strenglögn þar sem taka þurti tillit til framtíðar hæðarkóta

3.2.3 Varmaviðnám jarðvegs

Eins og fram kom hér að framan eru á grundvelli kerfisathugana settar fram kröfur um flutningsgetu einstakra strengja. Í framhaldi af því þarf að velja streng sem uppfyllir þær kröfur. Slíkt val er ekki einfalt þar sem það byggir á fjölmörgum atriðum og er eitt það mikilvægasta tengt eiginleikum jarðvegsins næst strengnum.

Við allan flutning raforku verða töp í leiðaranum sem straumurinn fer um. Þessi töp eru háð orkuflutningnum í öðru veldi og í beinu hlutfalli við raunviðnám strengsins. Raunviðnámið breytist hins vegar í öfugu hlutfalli við þverflatarmálið og er mismunandi eftir því hvort um sé að ræða ál- eða koparleiðara.

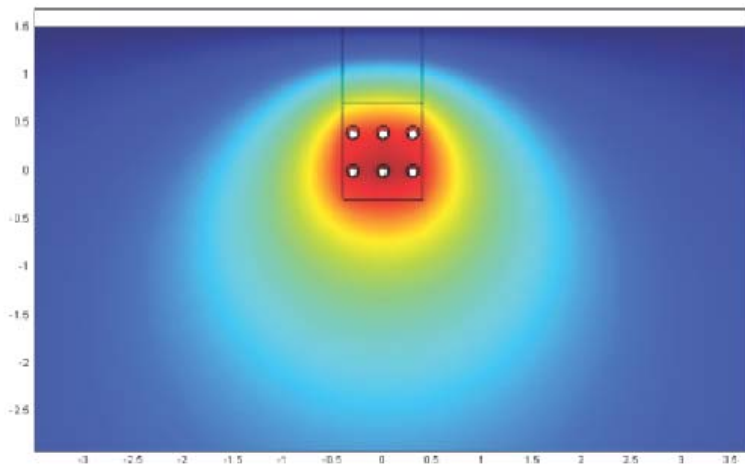
Sú raforka sem tapast í strengjunum breytist í varmaorku og fer í að hita upp strenginn. Þessi varmi leiðir út í gegnum einangrun strengsins, í gegnum kápuna og út

í jarðveginn. Við stöðugan flutning (innan flutningsmarka) myndast jafnvægi í varmaflutningi og varminn streymir burt í gegnum jarðveginn umhverfis strenginn. Leiðari strengsins helst á föstu hitastigi og sama máli gegnir um hitan á kápu strengsins. Skilgreind flutningsgeta jarðstrengja er yfirleitt miðuð við þann flutning sem leiðir til þess að leiðarar strengsins séu á 65°C hita en þá er hitastig kápu um 15-20 °C lægra. Ef jarðvegurinn umhverfis strenginn hefur góða varmaleiðnieiginleika þá verður flutningsgetan hærri en ef þessir varmaleiðnieiginleikar eru lélegir þá er flutningsgetan minni.

Hitastig jarðvegs hefur áhrif á flutningsgetuna á þann hátt, að því heitara sem umhverfið er, þeim mun lægri flutningsgeta. Hér á landi er reiknað með 10°C jarðvegshita í venjulegum tilvikum. Við 20 °C jarðvegshita hefur flutningsgetan lækkað um 10%, við 30 °C um 21% og við 40 °C um 33%. Því getur reynst vandkvæðum bundið eða kostnaðarsamt að leggja jarðstrengi þar sem hiti er í jörðu, t.d. í námunda við jarðhitavirkjanir.

Á mynd er sýnt dæmi um hitadreifingu umhverfis jarðstrengslögn sem samanstendur af 6 einleiðarastrengjum, eða tvær flutningsrásir.

Sem mælikvarði á eiginleika jarðvegs að leiða varma er notað svokallað varmaviðnám sem segir til um mótstöðu jarðvegsins gagnvart varmaflæði. Þetta varmaviðnám hefur mikil áhrif á flutningsgetuna og má í neðangreindri töflu sjá áhrif þess á 132 kV streng með 500 mm² álleiðara.



Mynd 14 Dæmi um hitastig jarðvegs í kringum jarðstrengslögn. Heitast (rautt) í kringum strengina en kólnar eftir því sem fjarlægð frá streng eykst.

Tafla 1 Samband flutningsgetu og varmaviðnáms jarðvegs - Dæmi

Varmaviðnám jarðvegs	Flutningsgeta við 65°C heitan leiðara
1,2 °K m/W	117 MVA
1,5 °K m/W	106 MVA
2,0 °K m/W	93 MVA
2,5 °K m/W	84 MVA
3,0 °K m/W	77 MVA
3,0 °K m/W	64 MVA

Mjög algengt er erlendis að miða við að varmaviðnám jarðvegs umhverfis strengi sé 1,2 °K m/W, en mælingar sem gerðar voru á leið nýs Nesjavallastrengs og á fleiri

stöðum benda til að hér á landi sé aðstæður nokkru lakari og eðlilegra sé að miða við varmaviðnámið $1,5 \text{ }^\circ\text{K m/W}$.

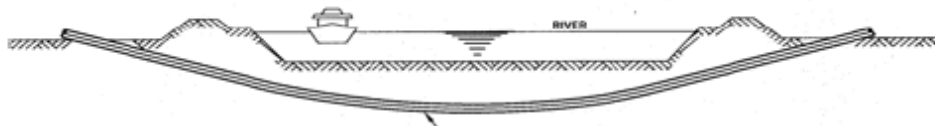
Þegar flutningur eftir jarðstreng verður meiri en skilgreind geta og allar aðrar forsendur og skilyrði óbreytt, þá leiðir það til meiri tapa í strengnum og þar með meiri upphitunar leiðarans. Þessi varmi þarf að komast út í gegnum einangrun strengsins og kápu og út í jarðveginn. Þetta leiðir til hækkunar hitastigs alls staðar, þ.e. leiðarans, einangrunar, kápu og jarðvegs. Þegar jarðvegurinn hefur hitnað yfir $50 \text{ }^\circ\text{C}$ skapast hætta á að hann þorni upp og við það verði eiginleikar hans til varmaleiðni enn lélegri. Það leiðir þá til enn meiri upphitunar og á endanum getur skapast það sem kallað er hitaras (thermal runaway) en þá stígur hitinn sífellt hraðar og endar með eyðileggingu strengsins. Þannig verður einangrun XLPE strengja fljótandi og gegnsláttur verður í gegnum hana sem leiðir til útleysingar.

3.2.4 Þveranir á strengleið

Jarðstrengslagnir þurfa að þvera ýmsar fyrirstöður á leið sinni. Utan þéttbýlli svæða eru það helst náttúrulegar fyrirstöður eins og ár og lækir auk vega og skurða en í þéttbýli eru það vegir, gangstéttir og aðrar lagnir. Beita þarf sérlausnum við slíkar þveranir sem geta aukið kostnaðinn umtalsvert.

Við árþveranir koma nokkrar lausnir til greina en á val á milli þeirra er háð aðstæðum;

- Strengur lagður í brú.
- Strengur grafinn í árbotn.
- Strengur dreginn um mjó göng sem boruð eru undir árbotninn.



Mynd 15 Strengur lagður um göng sem boruð eru undir árfarveg.



Mynd 16 Strengur lagður undir brúargólf

Sama gildir um vegþveranir en þar þarf að gæta að því að strengirnir séu varðir gegn þyngslum farartækja auk þess sem oft þarf að stytta eins og hægt er þann tíma sem opinn skurður er yfir veginn;

- Strengur dreginn í rör undir veg.
- Streng lagður í strenggöng undir veg, t.d. þar sem mislæg gatnamót eru.



Mynd 17 Strengir lagðir í rör í vegþverun

Þar sem jarðstrengir þvera símastrengi, aðra rafstrengi eða kaldvatnsrör þarf að ganga þannig frá að hætta á skemmdum á jarðstrengnum séu eins litlar og hægt er.

Við þverun jarðstrengja og hitaveitulagna þarf að gæta að því að hitastreymi frá hitaveitulögn rýri ekki flutningsgetu strengsins með því að halda jarðvegi umhverfis hann á mun hærra hitastigi en reiknað var með.



Mynd 18 Strenglögn í borgarumhverfi

3.3 Fyrirkomulag strenglagna

3.3.1 Fyrirkomulag strengja í skurði

Jarðstrengslagnir á hárrí spennu samanstanda af þremur einleiðurum hið minnsta, en stundum er þörf á tveimur leiðurum eða fleiri í hverjum fasa. Heildarfjöldi leiðara er því yfirleitt margfeldi af þremur, þ.e. 3, 6 eða 9.

Minnstu strengirnir og þeir meðfærilegustu eru lagðir í þríhyrning á sandlag í skurðbotni. Þetta á einkum við um strengi á 132 kV spennu og lægri auk minnstu strengjanna á 220 kV. Þyngri strengirnir eru lagðir hlið við hlið á skurðbotninn og er algengt að hafa 7-20 cm bil á milli þeirra. Þegar bilið á milli strengja í flatrí uppröðun er aukið, verður flutningsgetan meiri. Það kallar þá á breiðari skurð og meiri söndun.



Mynd 19 Strengir lagðir í þríhyrning



Mynd 20 Strengir lagðir í plan



Mynd 21 Jarðstrengur lagður í þríhyrning, 132 kV, 500 mm² álleiðari.

3.3.2 Samtengingar strengja og víxlanir leiðara og skerma

Strengir koma frá framleiðendum á keflum úr tré eða stáli. Keflin er af mismunandi stærðum en lengd strengs á hverju kefli ræðst af þvermáli strengsins. Því eru lengdir

á hverju kefli háðar gerð strengsins. Meðfylgjandi mynd sýnir úrdrátt úr töflu þar sem sýnd er hámarkslengd strengja á hverri tegund keflis, eftir þvermáli strengjanna.

Cable lengths in metres on standard wooden drums K14 - K30 and steel drums St 28 - St 43																					
Dia. mm	Wooden drum										Steel drum										
	K14	K16	K18	K20	K22	K24	K26	K28	K30	St 28	St 30	St 32	St 34	St 35	St 36	St 37	St 38	St 39	St 40	St 43	
36	570	780	850	1155	1580	2090	2660	4000	5800	4800	6090	7570	8350	9830	11130	11750	13000	13800	14800	17700	
38	470	630	820	1075	1290	1780	2490	3800	4900	4300	5335	6830	8420	8970	10110	10700	11200	12500	13100	15700	
40	450	610	690	900	1100	1560	2220	3200	4400	3700	5085	6030	7530	8050	9130	9680	10250	11400	12000	14500	
42	430	500	660	870	1070	1510	2160	3100	3950	3800	4485	5860	6820	7320	8360	8880	9400	9900	11100	12900	
44	340	480	530	720	1030	1310	1830	2800	3900	3000	3830	5100	6000	6475	7400	7940	8450	8900	9500	11740	
48	330	450	510	690	860	1260	1780	2430	3480	2900	3895	4500	5800	6280	6720	7200	7690	8100	8600	10840	
48	310	360	480	660	820	1070	1540	2380	3130	2450	3175	4340	5170	5600	6040	6490	6950	7400	7900	9980	
50		360	400	560	670	1020	1490	2090	2820	2410	3120	3880	4670	5090	5520	5960	6410	7300	7800	9330	
52		340	385	530	670	910	1280	1830	2750	2300	2990	3720	4490	4890	5300	5730	6165	6600	7080	8500	
54		320	360	505	640	870	1280	1775	2450	1880	2520	3200	3920	4300	4680	5080	5490	5900	6340	7890	
56		290	360	475	610	825	1090	1715	2380	1840	2470	3130	3850	4220	4600	5000	4990	5400	5810	7120	
58		240	275	385	510	720	1040	1550	2090	1800	2410	2740	3410	3775	4140	4510	4900	5300	5710	6660	
60			275	365	480	680	990	1490	2030	1780	2050	2680	3340	3690	4060	4050	4480	4800	5200	6450	
62			250	365	480	680	480	1270	1770	1390	1840	2540	2850	3170	3500	3850	4200	4570	4570	5730	
64			250	345	450	545	825	1270	1730	1350	1890	2180	2780	3100	3420	3420	3675	4100	4470	5220	
66			240	345	370	545	825	1230	1535	1320	1575	2125	2710	2710	3020	3340	3675	4000	4010	5100	
68			240	320	345	515	785	1025	1475	1280	1530	2080	2340	2640	2940	3250	3250	3580	3910	4610	
70				250	345	515	670	1030	1475	1280	1530	2080	2340	2640	2940	2960	3250	3600	3910	4610	
72				250	345	480	635	985	1280	1010	1490	1750	2290	2290	2580	2980	3190	3190	3510	4190	
74				250	320	400	635	985	1280	980	1440	1680	1950	2230	2510	2800	2800	3100	3420	4080	
76				230	320	400	625	810	1210	940	1170	1640	1890	2160	2430	2430	2720	3000	3010	3630	
78				230	320	400	600	810	1210	910	1130	1580	1830	2090	2090	2350	2635	2635	2920	3520	
80					230	325	500	810	1015	910	1130	1380	1830	1840	2090	2350	2370	2635	2920	3520	
82					230	325	470	775	1015	885	1090	1310	1540	1780	2030	2030	2295	2560	2560	3140	
84					210	300	470	660	1015	880	1090	1310	1540	1780	2030	2030	2295	2310	2560	3140	
86					210	300	470	615	885	660	1050	1270	1490	1720	1720	1970	2220	2220	2495	3050	
88					210	275	440	615	840	630	820	1220	1430	1430	1660	1890	1890	2140	2140	2670	
90					210	275	440	615	840	630	820	1220	1430	1430	1660	1670	1890	2140	2140	2670	
92								355	585	800	610	785	970	1380	1380	1600	1600	1835	1835	2070	2580
94								325	585	800	610	785	970	1180	1380	1390	1600	1835	1835	2070	2340
96								325	485	755	585	755	930	1130	1330	1330	1540	1540	1760	1760	2240
98								325	485	640	580	755	930	1130	1330	1330	1540	1540	1760	1760	2240
100								325	455	640	580	755	930	1130	1140	1330	1340	1540	1760	1760	2240
102											560	725	900	1080	1080	1280	1280	1490	1490	1710	1930
104											560	725	900	1080	1080	1280	1280	1490	1490	1710	1930
106											385	530	690	860	1040	1040	1230	1230	1430	1430	1860
108											380	530	690	860	1040	1040	1230	1230	1430	1430	1860
110											380	530	690	860	1040	1040	1230	1230	1430	1430	1860
112											365	505	660	820	990	990	990	1180	1180	1370	1570
114											360	505	660	820	820	990	990	1180	1180	1370	1570
116											360	505	660	820	820	990	990	1180	1180	1370	1570
118											345	480	625	785	780	960	960	1120	1120	1120	1500

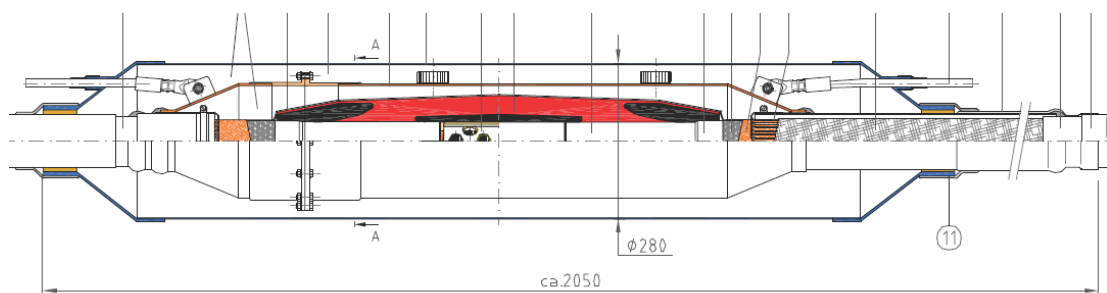
Mynd 22 Hámarkslengd strengja á keflum, eftir þvermáli strengjanna. Heimild: ABB

Sem dæmi má taka 132 kV jarðstreng með 500 mm² álleidara. Þvermál hans er 78 mm og hann vegur 6,1 kg/m. Ef valin er algeng stærð af trékefli, K28, þá er hámarkslengd á keflin 810 m og heildarþyngdin, kefli og strengur, er 6,4 tonn. Með því að velja stærra kefli, t.d. stálkefli St30 má setja 1130 m á keflið og heildarþyngdin verður 8,6 tonn.

Ef við skoðum hins vegar 220 kV streng með 1600 mm² álleidara, þá er þvermál hans 118 mm og þyngdin 14,6 kg/m. Það er ekki raunhæft að nota trékefli en St30 kefli tekur aðeins 480 m og vegur 8,7 tonn. Til að ná nálægt 1000 m lengdum þarf að nota kefli af stærðinni St37 (950 m) og vegur það samtals 16,9 tonn.

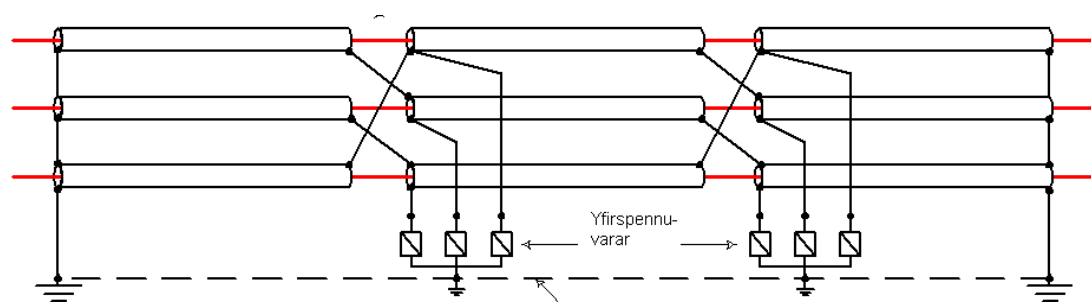
Að ofangreindu er ljóst að eftir því sem hægt er að vinna með þyngri kefli, þeim mun færri verða samsetningar á strengjunum. Rekstraraðilar jarðstrengja vilja hafa sem fæstar samtengingar þar sem meiri hætta er á bilunum í þeim en í sjálfum strengjunum. Því er oftast reynt að hafa sem stærst kefli, en það er þó takmarkað af þeim tækjabúnaði sem vinna á með og aðkomu að lagningarsvæði.

Samsetningar strengja eru gerðar með sérstökum tengimúffum. Leiðararnir eru yfirleitt bræddir saman með því að kveikja í blöndu af púðri og málm. Síðan er samtenging leiðaranna þússuð niður þannig að hún sé í engu frábrugðin leiðaranum í þvermál. Ef þessi samsetning leiðaranna er ekki fullkomin getur orðið mikil hitamyndun samtengingunni þegar strengurinn er rekinn á miklu álagi og leitt til einangrunarbilunar.



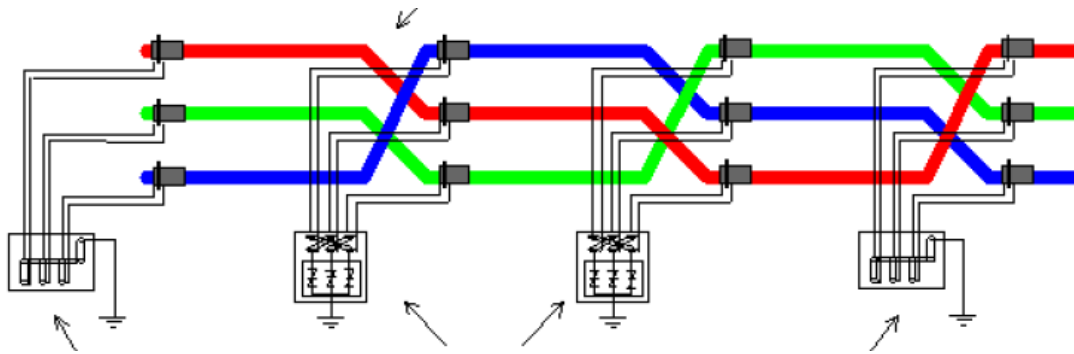
Mynd 23 Tengimúffa fyrir 132 kV streng

Eftir að leiðarinn hefur verið tengdur er einangrunin byggð upp og að lokum er gengið frá skermum og ytri kápu. Þegar um er að ræða lengri strengi þarf að víxla skermum með ákveðnu millibili til að draga úr spönuðum straumum í skermum strengjanna og hárrí spennu á þeim. Strengleiðinni er þá skipt í þrjá jafna hluta eða fleiri (margfeldi af þremur) og skermum víxlað eins og sýnt er á myndinni. Þetta gengur undir nafninu krossbinding skerma.



Mynd 24 Krossbinding skerma

Þegar strengir eru lagðir í plan er nauðsynlegt að víxla innbyrðis röð leiðaranna til að gera raffræðilega eiginleika eins samhverfa og hægt er. Þetta er þá gert um leið og skermar eru krossbundnir.



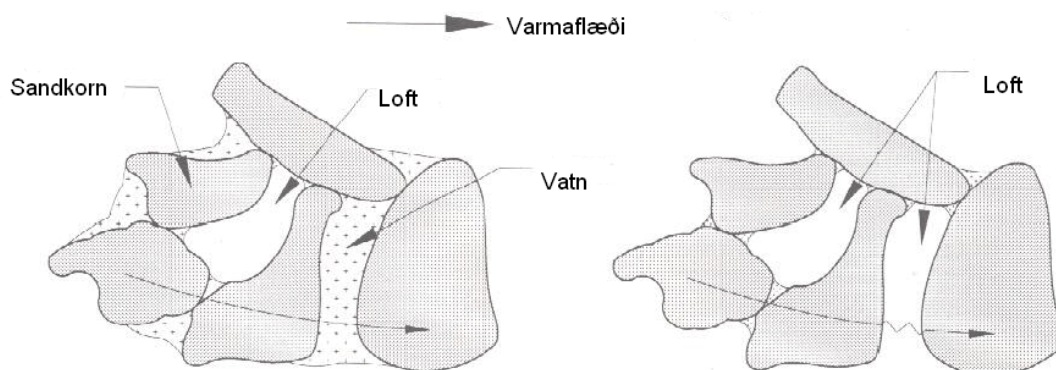
Mynd 25 Innbyrðis víxlun strengja og krossbinding skerma

Þegar unnið er að samtengingu leiðara þarf að búa til góðar vinnuáðstæður til að tryggja gæði aðgerðarinnar. Sérstaklega er mikilvægt að ekki komist óhreinindi eða raki í einangrunina þegar hún er byggð upp umhverfis leiðarann. Fyrir 400 kV strengi þarf að koma upp rými sem líkja má við rannsóknarstofu með steypu gólfi, gámahúsi yfir og forrými þar sem tæknimenn geta skipt úr útifötum yfir í sérstakan klæðnað. Minni kröfur eru gerðar á lægri spennu og er á 132 kV yfirleitt sett plastklædd trégrind yfir tengiholuna. Tengivinnan tekur frá einum til tveim dögum á hverja múffu fyrir 132 kV og upp undir eina viku fyrir 400 kV.

3.3.3 Söndun strengja og þjöppun

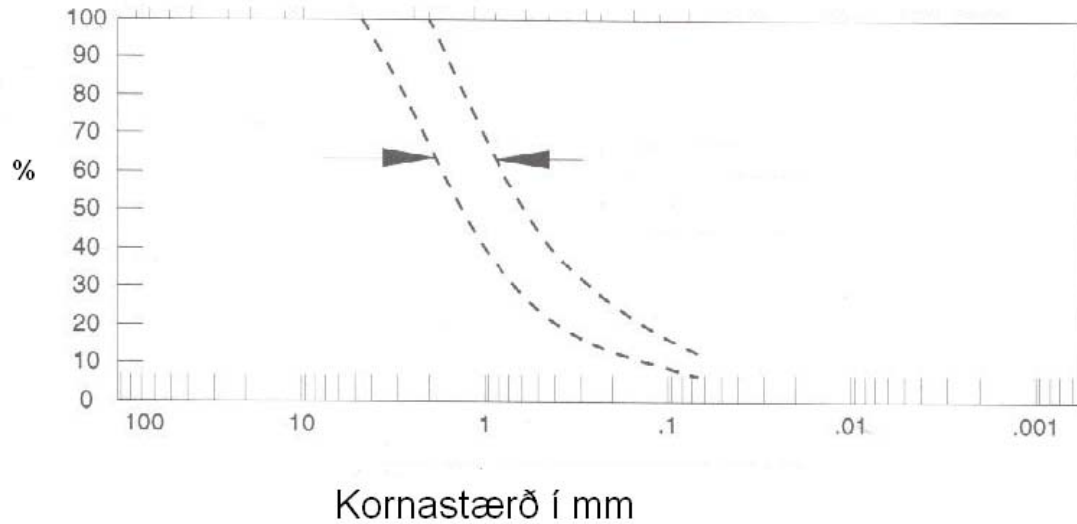
Eins og fjallað hefur verið um hér að framan hefur varmaviðnám jarðvegs mikil áhrif á flutningsgetu strengja og því er nauðsynlegt að vanda mjög til þess hvernig fyllt er að jarðstrengnum. Hér á landi er venjan að setja sand að strengjunum en víða erlendis er oft gripið til þess ráðs að steypa yfir strengina með sérblandaðri léttsteypu til að tryggja stöðugleika í varmaflæði frá þeim.

Þegar sandað er yfir streng skiptir gerð sandsins miklu máli, svo sem kornastærð, kornalögun og raki. Á skýringarmyndinni hér að neðana sést vel hvernig varmaflæðið á greiðari leið í gegnum rakan sand þar sem „hólfín“ milli kornanna eru full af vatni. Þar sem loft einangrar mjög vel, leiðir varminn í þurrum sandi mest um snertifleti kornanna.



Mynd 26 Varmaflæði um rakan sand (til vinstri) og þurrar sand (til hægri)

Til að lýsa gerð fyllingarsandsins er sett upp svokölluð kornakúrfa sem sýnir hvernig á að sigta sandinn þannig að sem bestir eiginleikar náist.



Mynd 27 Æskileg kornastærð í fyllingarsandi að strengjum

Síðan þarf að þjappa sandinum að strengnum til að fá fram þá eiginleika sem sóst er eftir.

4 JARÐSTRENGSLÖGN - JARÐVINNA

4.1 Leiðarval

Þegar kemur að leiðarvali jarðstrengja er reynt að hafa hana sem stysta. Við leiðarval í þéttbýli þarf að hafa í huga bann við byggingum á lagnaleið og að nauðsynlegt er að hafa góða aðkomu að lagnaleið strengsins. Innan þéttbýlis eru strengir yfirleitt notaðir en það þýðir að deiliskipulag fyrirhugaðs leiðarvals þarf að liggja fyrir.

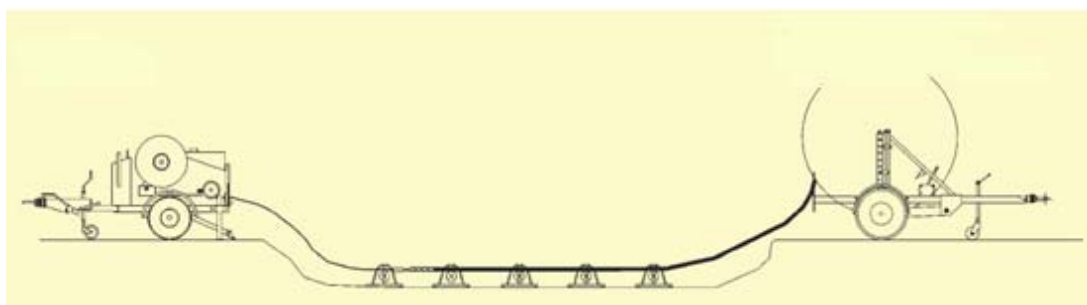
Í raun er leiðarval jarðstrengs nokkuð fastmótað frá upphafi þar sem byggðaskipulag og nýting landssvæðis er í fyrsta sæti. Ef lengd háspennustrengs er meiri en 5-20 km og spenna á bilinu 132-400 kV er nauðsynlegt að gera ráð fyrir útjöfnunarstöðvum en þær geta þurft allt að 1000 m² landrými innan girðingar.

Kæling jarðstrengs er einn stærsti ákvörðunarþáttur við skilgreiningu á flutningsgetu hans. Nauðsynlegt er að áætla kæligetu jarðvegs umhverfis jarðstrenginn og þar með talið hvort strengurinn liggja nálægt öðrum strengjum, hitaveitustokkum, skolplögnum o.þ.h. sem getur haft áhrif á kælingu strengsins í jarðveginum. Fara þarf eftir allri lagnaleið strengsins til að kortleggja varmaviðnám jarðvegsins og annað sem hefur áhrif á flutningsgetu strengsins. Þegar þær upplýsingar liggja fyrir er hægt að staðfesta endanlega gildleika strengsins út frá aðstæðum á lagnaleið og kröfum um flutningsgetu.

4.2 Aðferðir við lagningu jarðstrengja

Við niðurlagningu jarðstrengja eru aðallega notaðar tvær aðferðir:

- útdráttur strengs af kefli í tilbúin skurð
- útdráttur strengs af kefli í gegnum pípur eða stokka
- strengur plægður niður



Mynd 28: Lagning strengs í opinn skurð

Af þessum aðferðum þá er aðferðin við að plægja niður jarðstreng nánast eingöngu bundið við 11 kV dreifistrengi í dreifbýli. Almenna reglan er að strengir eru dregnir út ofan í skurð eða eftir pípum og stokkum.



Mynd 29 Strengur lagður í opinn skurð



Mynd 30 Strengur dreginn í gegnum rör



Mynd 31 Þrír einleiðarar plægðir niður samtímis

Við undirbúning lagningar jarðstrengs þurfa að liggja fyrir upplýsingar um

- burðarþol þjónustuvegar meðfram lagnaleið
- burðarþol og afkastgeta tækja til að flytja og draga út strengjahluta
- lengdir og staðsetning samsetnigarmúffa

Þyngd strengjakefla getur verið frá 5-8 tonnum upp í allt að 20-25 tonn allt eftir gerð og gildleika leiðarans og stærð strengjakefla. Því er mikilvægt að hönnun slóða/vegar meðfram lagnaleiða sé byggður með það í huga.



Mynd 32 Strenglögn í opnu landi - Skurður og einfaldur slóði



Mynd 33: Leggja þarf öfluga þjónustslóða við lagningu á 400 kV jarðstrengjum

Af þessu er ljóst að jöluvert jarðrask fylgir lagningu 132-400 kV jarðstrengja því auk skurðar þarf aðkomuveg og vinnusvæði fyrir uppgröft o.þ.h.

4.3 Verkpættir í jarðvegsvinnu

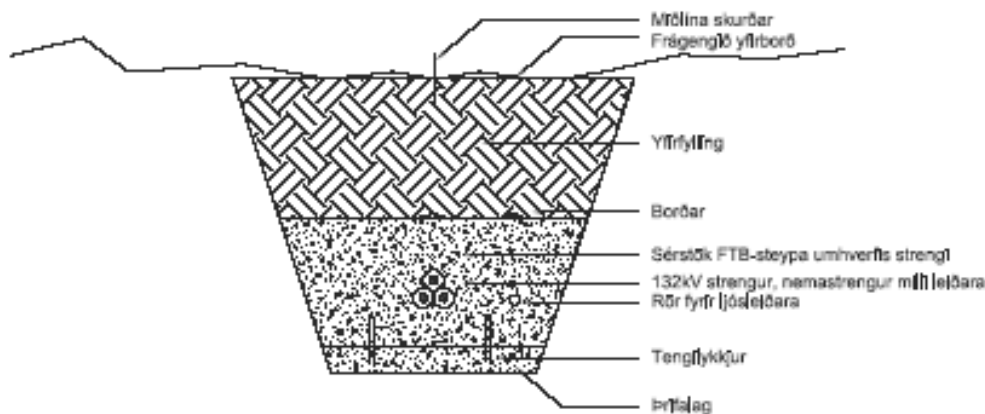
Þegar leiðarval strengs liggur fyrir þarf að skilgreina mögulegar hindranir. Þessar hindranir eru aðrar lagnir í jörðu s.s. hitaveiturör, hindranir á leiðinni s.s. náttúrlegar gjár, umferðaræðar og annað sem krefst sértækra lausna.

Nausynlegt er að skrá allar þveranir annara lagna til að fyrirbyggja, eins og hægt er, að lagnir skemmast þegar grafið er. Góður undirbúningur er forsenda þess að jarðvinna og útlagning strengs gangi vel.

4.3.1 Hönnun skurðsniðs

Þegar ákvörðun leiðarvals jarðstrengja liggur fyrir þarf að skilgreina snið lagnaskurðar strengsins. Tryggja þarf að lagnaleið strengs uppfylli deiliskipulag sveitarfélagsins þar sem það á við og að nauðsynlegt vinnusvæði sé til staðar. Leysa þarf fyrirkomulag allra þverana t.d. hitaveitulagna og rafstrengja í dreifikerfi.

Þegar búið er að ákveða lagnaleið er snið skurðarins á tilteknum lykilstöðum skilgreint. Yfirleitt er lagnadýpt háspennustrengja miðað við 1 m undir frágengnu yfirborði. Botnbreidd lagnaskurðar tekur mið af gildleika strengjanna og því fyrirkomulagi sem þeir eru lagðir (flatir eða í þríhyrning). Hafður er 10°-20° halli á hliðum skurðarins til að takmarka efnishrun úr skurðbökkum sem mest.



Mynd 34 Dæmi um skurðsnið 132 kV jarðstrengslagnar

Í botni skurðarins er komið fyrir 20-30 cm lagi af fingerðum sandi. Þetta er gert til að háspennustrengurinn verði ekki fyrir áverkum þegar hann er lagður og gegnir einnig hlutverki í varmaleiðni frá strengnum..

Jarðvír (Cu-vír) er yfirleitt komið fyrir með háspennustrengjum. Hann er ýmist lagður samhliða strengnum í ákveðna fjarlægð út frá endastöð hans eða alla leið á milli endastöva. Þegar hann er lagður aðeins hluta lagnaleiðar þá gegnir hann því hlutverki að vera jarðskaut. Ef hann er lagður alla leið eins og gjarnan er gert í innanbæjarkerfum, þá gegnir hann hlutverki jarðleiðara og jarðskauts.

4.3.2 Uppgröftur

Við uppgröft lagnaleiðar jarðstrengja þarf að skilgreina vinnusvæði uppgrafar töluvert umfangsmeira en skurðisins sjálfs sem myndar lagnaleið strengjanna. Svæðið þarf að vera enn breiðara ef losna á við að keyra uppgröft í burtu þar sem hann verður notaður sem fylling eftir að búið er að leggja streng í lagnaskurð.

4.3.3 Söndun strengja – Efnisval og eiginleikar

Þegar talað er um söndun strengja þá er átt við að sandi, með tiltekinni kornastærð, er komið fyrir á botni lagnaskurðs, til hliðar við og yfir háspennustreng áður og þegar búið er að leggja hann. Öll löggin (í botni, til hliðar og ofan á) eru þjöppuð til að sem minnst breyting verði á jarðveginum eftir því sem hann sígur og að sandurinn leggist sem þéttast að strengnum til að kæling strengsins verði sem mest. Þessi sandur þarf að hafa ákveðna eiginleika sem fjallað hefur verið um hér að framan.

4.3.4 Yfirborðsfrágangur

Þegar búið er að sanda streng eftir niðurlagningu er uppgröftur yfirleitt notaður til uppfyllingar. Eins og áður hefur komið fram þá eru strengir frekar notaðir í þéttbýli þannig að yfirborðsfrágangur ræðst af því umhverfi þar sem strengurinn er lagður.

Yfirborðsfrágangur getur því t.d. legið í að þekja eða helluleggja lagnaleið strengsins. Til að stytta viðbragðs og viðgerðartíma sem mest er nauðsynlegt að kortleggja lagnaleið strengsins vandlega t.d. með GPS hnitkerfi.

5 JARÐSTRENGSLÖGN - KOSTNAÐUR

Kostnaður við jarðstrengslögn er mikill, bæði vegna innkaupa á efni og vegna vinnuliðar. Við strengi á hærri spennum er hvert verkefni fyrir sig boðið út en við framkvæmdir í dreifikerfi á lægri spennu sameinast veitur um magninnkaup. Skipta má kostnaði við jarðstrengslagnir í þrjá meginhluta;

- Innkaup á erlendu efni
 - Innkaup á streng og tengiefni
 - Flutningur til landsins
 - Kaup á þjónustu erlendra sérfræðinga vegna samtenginga
 - Opinber gjöld
- Jarðvinna
 - Uppgröftur, fleygun, borun og undirbúningur fyrir strenglagningu
 - Söndun og frágangur í skurði eftir lagningu
 - Yfirborðsfrágangur
- Útdráttur, lagning og tengivinna
 - Strengir dregnir út
 - Strengjum komið fyrir á skurðbotni í samræmi við hönnun
 - Útbúnað tengiholur og skýli
 - Tengivinna erlendra sérfræðinga

Hér á eftir verður öllum þessum þáttum lýst nánar.

5.1 Innkaup á streng, tengiefni og tengivinnu

Þegar helstu eiginleikar jarðstrengslagnar hafa verið ákveðnir út frá kerfislegum forsendum, þ.e. á hvaða spennu strengurinn á að vera og hver eigi að vera flutningsgetan, þá þarf að velja útfærslu strengsins út frá aðstæðum á strengleiðinni. Þegar það hefur verið gert er hægt að bjóða út strenginn á alþjóðlegum markaði.

5.1.1 Útboð á strengjum, tengiefni og tengivinnu

Útboðsgögn eru miðuð við alþjóðlega staðla um gerð og eiginleika strengja og krafist er vottaðra gæðakerfa frá viðkomandi verksmiðjum. Útboðsgögnin innihalda bæði almenna kafla og tæknilega kafla og hafa þróast í áranna rás. Afgreiðslutími strengja fer mjög eftir aðstæðum á alþjóðamörkuðum og því er nauðsynlegt að taka tillit til þess svo tryggja megi næga þátttöku í tilboðum og hagstætt verð.

Í útboðsgögnum er magnskrá sem innheldur þá þætti sem bjóða á í. Bjóðandi fyllir inn í magnskrána. Tilboðsverð er oftast miðað við ákveðið verð á áli og kopar sem tiltekið er í tilboðsgögnum. Einingarverð getur því tekið breytingum fram að þeim tíma sem samningur er frágenginn. Sumir framleiðendur miða við álverð á Lundúnmarkaði (LME) en aðrir við skráð verð á áli og kopar til notkunar í strengi, t.d. „Fachverband kabel und isolierte drahte“ (www.kabelverband.org).

Meginþættirnir sem boðið er í eru sýndir hér að neðan ásamt dæmi um líkleg tilboðsverð fyrir 15 km langa 132 kV jarðstrengslögn, sem samsvarar þá 45 km löngum einleiðara;

Tafla 2 Erlent efni og vinna

	Magn	Einingarverð bjóðanda	Heildarverð
Strengur, einleiðari samkvæmt tæknilýsingu	45.000 metrar	40 evrur/m	1.8000.000 evrur
Langtengingar	50 stk	2.500 evrur/stk	125.000 evrur
Vinna sérfræðings við samtengingar	50 stk	4000 evrur/stk	200.000 evrur
Samtals kostnaður við erlent efni og erlendum vinnuliðum			2.125.000 evrur

5.1.2 Flutningskostnaður og opinber gjöld

Yfirleitt er skilgreint í útboðsgögnum hvar framleiðandi skilar af sér vörunni til kaupanda. Stundum er viðtökustaðurinn skilgreindur sem „Höfn við Norður-Atlantshaf með reglulegum siglingum til Íslands“ en í öðrum tilvikum á að skila vörunni hér á landi. Kostnaður við flutninga er lítið brot af heildarverðinu, venjuleg 2 til 4 %.

Á rafstrengi eru lögð nokkur gjöld af hálfu ríkisins umfram virðisaukaskatt, þar sem megin kostnaðurinn er 15% vörugjald, sbr neðangreindan texta úr tollskrá.

Tafla 3 Upplýsingar úr tollskrá

[8544.60](#) — Aðrir rafmagnsleiðarar fyrir meira en 1000 V spennu
[00](#)

Valið tollskrárnúmer 8544.6000 og		
viðmiðunardagur: 24.03.2009 Innflutningur		
Gildistími	01.01.1988 - 99.99.9999	GATT-binding
Krafa um		Prósentubinding (%)
Tekur fastnúmer	Nei	Magnbinding
Hlutfallsprósentur	PP hlutfall PL hlutfall	Magntölukröfur
	5,00 % 0,00 %	
Skilmálar tollskrárnúmers		
Tollar		Krónur
A Almennur tollur skv. tollskrá (A og A1)		
Gjöld		Taxti
Ö2 Virðisaukaskattur 24,5% VSK		24,50 %
BV Úrvinnslugjald á pappa/pappirsumbúðir - 7,00 kr/kg.		7,00 Kr
BX Úrvinnslugjald á plastumbúðir - 3,00 kr/kg.		3,00 Kr
QA Gjald af eftirlitsskyldum rafföngum (0,15%)		0,15 %
XC Vörugjald 15%		15,00 %
Ábendi		
TKRIT Tollskrárnúmer með 2 mánaða uppgjörstímabil v/skuldfærslu.		

Ef haldið er áfram með dæmið hér að framan um 15 km langa jarðvegslögn þá má bæta við flutningskostnaði og vörugjaldi eins og gert er í eftirfarandi töflu.

Tafla 4 Erlent efni og vinna með flutningi og vörugjaldi

	Magn	Einingarverð bjóðanda	Heildarverð
Strengur, einleiðari samkvæmt tæknilýsingu	45.000 metrar	40 evrur/m	1.800.000 evrur
Langtengingar, efni	50 stk	2.500 evrur/stk	125.000 evrur
Vinna sérfræðings við samtengingar	50 stk	4000 evrur/stk	200.000 evrur
Samtals tilboð			2.125.000 evrur
Flutningskostnaður, 4% á efni			77.000 evrur
Vörugjald, 15% af efni og flutningi			300.300 evrur
Verkkostnaður - erlendur þáttur, með flutningi og gjöldum.			2.502.300 evrur

5.2 Jarðvinna

Í kjölfar útboðs á efni er jarðvinna boðin út. Í útboðsgögnum er þá skilgreind lagnaleið og magntölur um uppgröft á lausu efni, fleygun, borun o.s.v.fv. Þá er fjallað mjög ítarlega um frágang í skurðinum, kröfur til söndunar og yfirborðsfrágangs.

Kostnaður við jarðvinnu er mjög háður aðstæðum og erfitt að gefa eitthvað dæmigert verð. Hér verður þó sýndur ímyndaður magntölulisti fyrir 15 km langa jarðstrengslögn þar sem einungis helstu liðir eru teknir með;

Tafla 5 Jarðvinna

	Magn	Einingarverð bjóðanda	Heildarverð
Verkbú	Föst upphæð	25 Mkr	25 Mkr
Losun klappar	5.000 m ³	5.000	25 Mkr
Gröftur	25.000 m ³	800	20 Mkr
Slóðagerð	12.000 m	3.000	36 Mkr
Söndun, efni og vinna	12.000 m ³	5.000	60 Mkr
Fylling yfir strengi	16.000 m ³	500	8 Mkr
Frágangur	40.000 m ²	500	20 Mkr
Borun ofl.			60 Mkr
Samtals verk- kostnaður jarðvinnu			254 Mkr

5.3 Útdráttur, frágangur í skurði og aðstoð við tengivinnu

Í þessum hluta verksins er útdráttur strengja, frágangur þeirra á skurðbotni, gerð tengihola og uppsetning tjalda til að skýla tengingarmönnum. Hér að neðan er sýnd áætlun um þennan kostnað.

Tafla 6 Útdráttur og lagning strengja

	Magn	Einingarverð bjóðanda	Heildarverð
Útdráttur og frágangur í skurði	45.000 m	400 kr	18 Mkr
Undirbúningur og aðstoð við tengingurvinnu	48 stk	60.000	2,9 Mkr
Samtals verkkostnaður útdráttur og lagning			21 Mkr

5.4 Annar kostnaður

Á liðnum áratugumum hefur verið þróað líkan sem notað hefur verið við gerð áætlana um kostnað við gerð orkumannvirkja. Líkanið byggir á útreiknuðum verkkostnaði eins og farið hefur verið í gegnum hér að framan og viðbótarliðum vegna ófyrirséðs kostnaðar, vegna alls undirbúnings, hönnunar, umhverfismats, framkvæmdaleyfa, bóta til landeigenda o.fl. Stærð verkefnis hefur áhrif og staða þess einnig. Þannig er ófyrirséður kostnaður lægri prósentu eftir því sem verkið er komið lengra í hönnun og undirbúningi. Hér að neðan er sýnt dæmi um hvernig framkvæmdakostnaður verkakupa er áætlaður útfrá áætlun um verkkostnað.

Verkkostnaður	Viðbót	Samtals
		100,0%
Ófyrirséð	16,5%	
Verktakakostnaður		116,5%
Ráðgjöf og hönnun	5,0%	
Umsjón og eftirlit	5,0%	
Undirbúningur	3,5%	
Annar verkkaupakostnaður	3,0%	
Framvæmdakostnaður		135,7 %

Fyrir þetta dæmi sem að framan hefur verið rakið myndi kostnaðaráætlun líta út á eftirfarandi hátt;

Tafla 7 Framkvæmdakostnaður jarðstrengslagnar - Einfaldað dæmi

	Erlendur kostnaður	Gengi	Kostnaður M ÍSK
Erlent efni og tengivinna, með flutningi og gjöldum	2.502.300 evrur	154,0	385
Jarðvinna			254
Útdráttur ofl			21
Verkkostnaður			660
Ófyrirséð, 16,5%			109
Verktakakostnaður			769
Ráðgjöf og hönnun, 5%			38
Umsjón og eftirlit, 5%			38
Undirbúningur, 3,5%			27
Annar verkkaupakostnaður, 3%			23
Framvæmdakostnaður			895
Framkvæmdakostnaður á lengdareiningu	59,7 M ÍSK á km		

Hér skal ítrekað að um upphugsað dæmi er að ræða þar sem ýmsum kostnaðarliðum er sleppt sem upp geta komið í jarðvegsvinnunni.

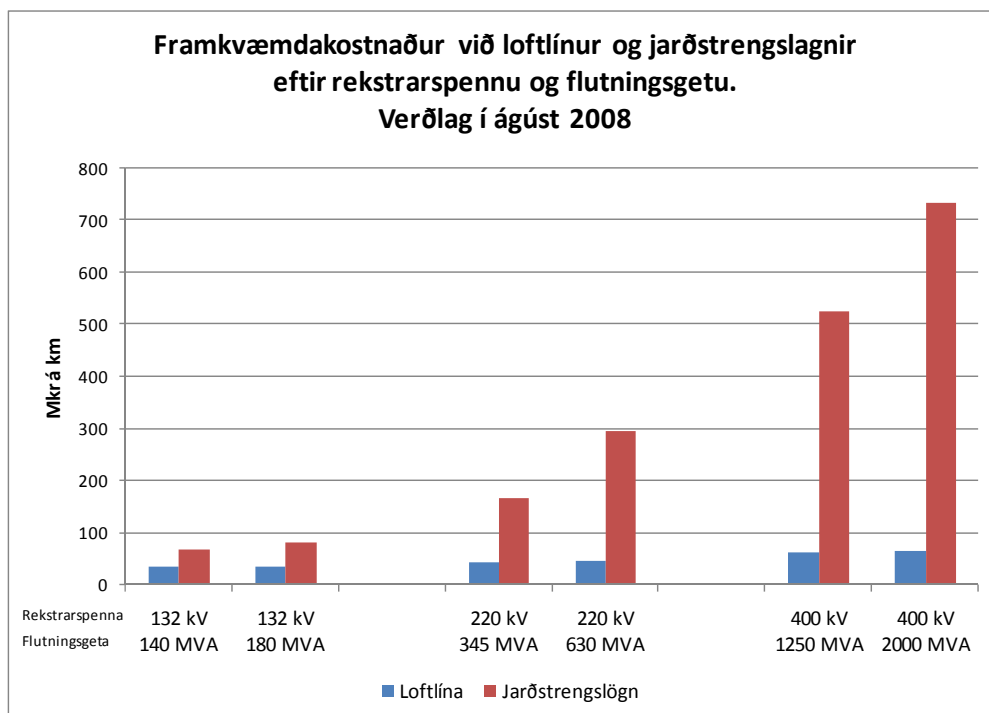
5.5 Samanburður á stofnkostnaði loftlína og jarðstrengja

Ef bera á saman kostnað við jarðstrengi og loftlínur af einhverri nákvæmni þá er nauðsynlegt að gera það á grundvelli hvers verkefnis fyrir sig þar sem aðstæður geta verið mjög mismunandi. Þannig er mjög dýrt að fara með jarðstrengslögn í gegnum hraunasvæði, en kostnaður við loftlínu á slíku svæði þarf ekki að vera hár.

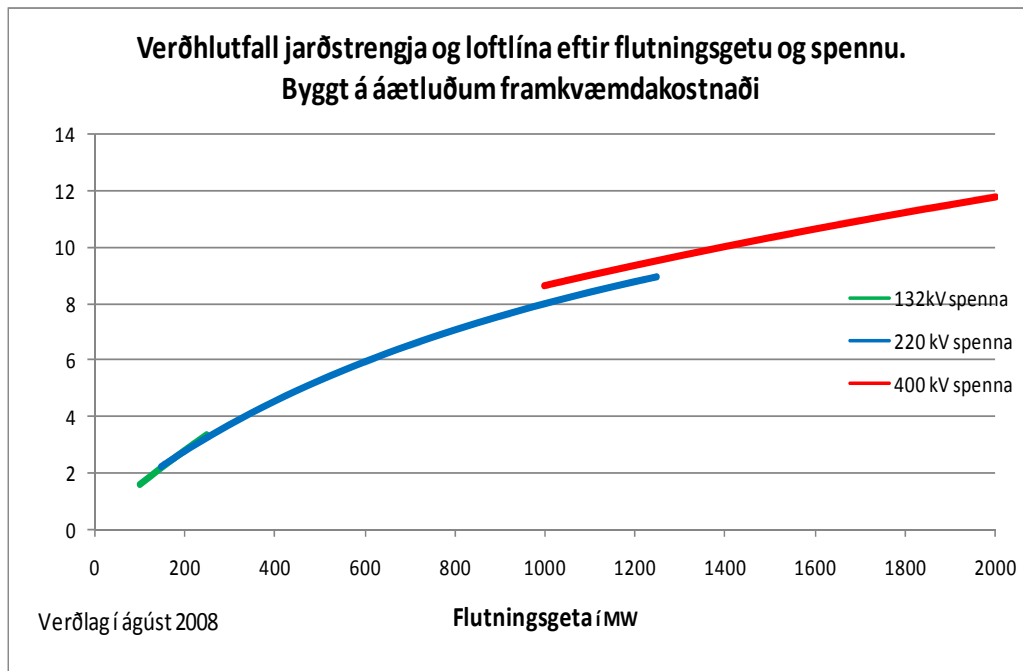
Þegar óskað er eftir einfölduðum samanburði er gjarnan gripið til samanburðar á hlutfallslegum kostnaði jarðstrengslagna og loftlína. Við slíkan samanburð koma eftirfarandi meginniðurstöður í ljós;

- Hlutfall jarðstrengskostnaðar og loftlína er háð tveimur meginþáttum;
 - Rekstrarspennu mannvirkjanna
 - Flutningsgetu mannvirkjanna

Þetta sést vel á meðfylgjandi myndum þar sem kostnaðarmat byggir á „meðalaðstæðum“ í kostnaðarlegu tilviki.



Mynd 35 Framkvæmdakostnaður við loftlínur og jarðstrengslagnir



Mynd 36 Kostnaðarhlutfall jarðstrengslagna og loftlína, eftir flutningsgetu og spennu

Líftími jarðstrengja er mun styttri en háspennulína eða 30-40 ár á móti 50-70 árum hjá loftlínunum. Því þarf að öllu öðru jöfnu að endurnýja jarðstrengslögn einu sinni á líftíma loftlínu, með tilheyrandi kostnaði.

5.6 Samanburður á rekstrarþáttum loftlína og jarðstrengja

Jarðstrengir eru varðir fyrir veðri og vindum og því þarf ekki að búast við truflunum á rekstri þeirra þegar stórviðri ganga yfir eins og raunin er oft með loftlínur. Á móti kemur önnur náttúruvá sem þeir eru viðkvæmari fyrir, t.d. skriður, úrrrennsli og hreyfingar í yfirborði. Þá getur jarðhiti í námunda við streng rýrt mjög flutningsgetu hans og kallað á dýrari strengi en ella. Þó búast megi við færri truflunum á jarðstrengjum en loftlínunum þá eru viðgerðir mun tímafrekari. Við bilun á 220 kV jarðstreng þarf að kalla til erlenda tengingarmenn til að setja strenginn saman og má búast við að viðgerðartími sé um 2 vikur. Hins vegar er yfirleitt hægt að gera við loftlínur til bráðbirgða á nokkrum klukkutímum og sæta færissíðar að fara í fullnaðarviðgerð.

Kerfislegir eiginleikar jarðstrengja eru einnig aðrir en loftlína og geta undir vissum kringumstæðum valdið truflunum, einkum þegar hlutfall jarðstrengja í kerfinu hækkar mikið. Um þetta er fjallað í næsta kafla.

Sveigjanleiki er mun meiri við loftlínur en jarðstrengi. Þannig má ef forsendur breytast mjög, t.d. ef álag verður meira en upphaflegar áætlanir sögðu, styrkja möstur og skipta um leiðara í loftlínunum án mjög mikils tilkostnaðar. Fyrir jarðstrengi er engin slík lausn til heldur verður að leggja nýja strengi til viðbótar.

6 TÆKNILEGIR ÞÆTTIR JARÐSTRENGSKERFA

Í þessum kafla er fjallað um nokkur tæknileg atriði í jarðstrengskerfum og hvernig eiginleikar þeirra eru frábrugðnir kerfum sem gerð eru úr loftlínum.

Í fyrsta hlutanum er fjallað um jarðstrengi sem kerfiseiningar, en síðan er minnst á helstu takmarkanir jarðstrengja og jarðstrengskerfa. Að lokum er fjallað örstutt um strengi framtíðarinnar.

6.1 Strengir sem kerfiseiningar

6.1.1 Samsíða rekstur loftlínu og jarðstrengs

Raforkukerfið er eins og vegakerfi þar sem fleiri en ein leið er möguleg á milli tveggja punkta í kerfinu. Í vegakerfinu er það bílstjórinn sem ræður hvaða leið skuli farin, en í raforkukerfinu er raforkuflæðið samkvæmt lögmálum eðlisfræðinnar eða rafmagnsfræðinnar. Einfaldasta dæmið er samsíða rekstur tveggja flutningsrása milli tveggja punkta. Ef báðar flutningsrásirnar eru nákvæmlega eins skiptast flutningarnir til helminga á milli punktanna en ef flutningsrásirnar eru frábrugðnar hvor annarri þá leiðir það til ójafnrar skiptingar.

Almennt gildir um flutning milli tveggja punkta, A og B;

$$P_{A-B} = \frac{V_A * V_B * \sin(\delta)}{X_{A-B}}$$

Þar sem,

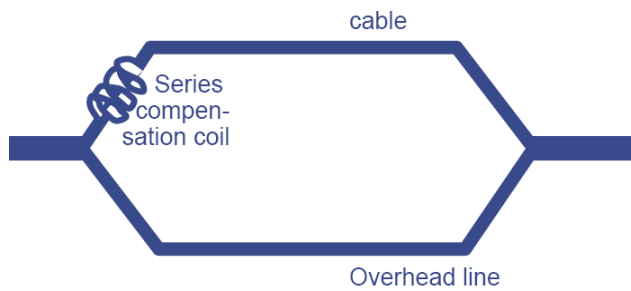
P_{A-B} er aflflutningur frá A til B, t.d. í MW

V_A og V_B eru tölugildi spennunnar í hvorum punkti, t.d. í kV

δ er hornið milli spennuvektoranna í punktunum A og B

X_{A-B} er launviðnám flutningsrásarinnar milli A og B

Launviðnám loftlínu er gjarnan um 0,4 ohm/km en launviðnám jarðstrengs er nær því að vera 0,15 til 0,2 ohm/km. Ef jafnlöng loftlína og jarðstrengur eru samsíða milli tveggja punkta þá skiptist flutningurinn þannig að um 2/3 fer eftir strengnum og 1/3 eftir loftlínunni. Þessir mismunandi eiginleikar gera það oft að verkum að erfitt er að bæta jarðstrengjum inn í kerfi með loftlínum þar sem hætta er á að yfirálag verði á strengjum. Því þarf stundum að setja raðtengdar spólur við jarðstrengi til að jafna álagsskiptinguna. Slíkar spólur eru þá settar upp í aðveitustöð við enda jarðstrengsrásarinnar.



Mynd 37 Álagsjöfnun samsíða strengs og loftlínu með spólu

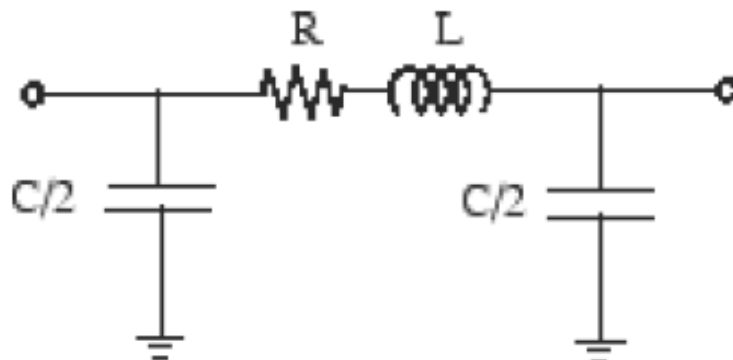
Mynd 38 Spóla

6.1.2 Yfirspennur, yfirtónar eigintíðni

Það er ekki einungis launviðnám strengja sem er frábrugðið eiginleikum loftlína, heldur munar mestu á rýmd milli leiðara og jarðar. Loftlínuleiðari er í 10-15 m hæð yfir jörðu en frá leiðara jarðstrengs yfir í jarðtengdan umlykjandi skerm er ekki meir en 15-30 mm, allt eftir þeirri spennu sem strengurinn er hannaður fyrir. Jarðstrengir eru því á ýmsan máta eins og þéttar. Allt sem viðkemur því að rjúfa jarðstrengi frá kerfinu leiðir því til meiri hættu á yfirspennu á sama hátt og þegar þéttavirki eru rofin frá kerfinu. Þá lækkar eigintíðni kerfanna með auknum hlut strengja og meiri hættu er á að sjálfsvæifla (resonans) verði í kerfunum vegna yfirtóna, með tilheyrandi truflunum og skemmdum á búnaði. Því er óhætt að slá fram, að efir því sem háspennt raforkukerfi innihalda meira af strengjum, þeim mun meiri verða tæknileg vandkvæði við rekstur.

6.2 Takmarkanir á lengd jarðstrengjakerfa

Til að skýra raffræðilega eiginleika loftlína og strengja er hentugt að setja upp líkan af þeim með svokölluðum π -liðum sem lýsa þeim með hefðbundnum grunneiningum rafmagnsfræðinnar, þ.e. viðnámum, spólum og þéttum. Þetta er sýnt á næstu mynd.



Mynd 39 Raffræðilegt líkan af loftlínu eða streng sem π -liður

Ef bornir eru saman eiginleikar loftlína og jarðstrengja á 220 kV spennu með svipaða flutningsgetu þá kemur eftirfarandi í ljós:

Tafla 8 Raffræðilegir eiginleikar loftlína og strengja – Samanburður

Dæmigerðar 220 kV flutningsrásir	Raunviðnám, R Ohm/km	Launviðnám, X ($X=2*f*\pi*L$), ohm/km	Rýmd til jarðar, B microS/km
Loftlína	0,07	0,4	2,5
Jarðstrengur	0,02	0,2	72
Hlutfall grunnstærða Jarðstrengur/loftlína	0,35	0,5	29

Lægra raunviðnám jarðstrengs leiðir til minni orkutapa en í loftlínu við sama flutning. Ólíkt launviðnám jarðstrengja og loftlína veldur vandkvæðum við samrekstur í möskvuðum kerfum þar sem jarðstrengir og loftlínur eru samsíða. Í tilfelli samsíða loftlínu og jarðstrengs myndi stærsti hluti álagsins fara eftir strengnum.

Mesti munur á eiginleikum er hins vegar í rýmd til jarðar. Það má skýra út frá fjarlægð leiðara frá jörðu. Í tilfelli loftlínu er hver leiðari í 10-15 m hæð yfir jörðu en þegar um jarðstreng er að ræða skilur einungis rúmlega 2 cm einangrun leiðarann frá jarðtengdum skerm umhverfis einangrunina. Strengurinn er því eins og stór þéttir.

Eins og fram kemur í töflunni er rýmd strengs til jarðar nær þrítugföld hjá jarðstrengnum miðað við loftlínurnar. Þetta þýðir að launaflsmyndun í jarðstreng af þessari gerð er þrítugföld miðað við loftlínuna. Launaflsmyndun í strengjum er í réttu hlutfalli við lengd þeirra og tekur upp hluta af flutningsgetunni. Þetta takmarkar því lengd strengja ef ekki er gripið til aðgerða.

Launaflsmyndunin er í réttu hlutfalli við lengd strengsins og þegar komið er yfir ákveðna lengd er nauðsynlegt að reisa sérstakar stöðvar til launaflsútjöfnunar. Grunneiningin í slíkum stöðvum er spóla sem eyðir launafl frá strengnum.

Ekki er hægt að setja fram neinar einhlítar forsendur um hámarkslengd strengja áður en grípa þarf til útjöfnunar á launafl. Þar spila inn í aðrar kerfislegar aðstæður, t.d. möguleikar á spennustýringu í kerfinu á svæðinu. Fyrir 132 kV línur er hámarkslengdin í kringum 40 km, 20 km fyrir 220 kV línur og 12-15 km fyrir 400 kV. Rýmd jarðstrengja er mörgum sinnum meiri en hjá loftlínunum á sömu spennu og því framleiða þeir meira launafl þegar þeir eru í rekstri. Launaflid streymir út úr strengjunum, öðru megin eða báðu megin, og er notað af orkunotendum eða gleypst af rafölum virkjana.

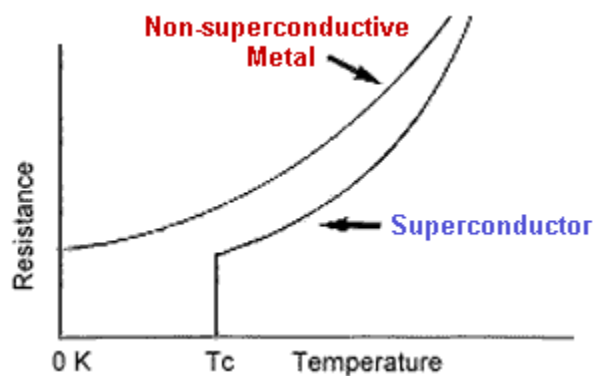
6.3 Jarðstrengir framtíðarinnar

Framleiðsla háspenntra jarðstrengja tók stórstígum framförum upp úr 1960 þegar byrjað var að nota plastefni til að mynda einangrun umhverfis leiðarann en áður hafði eingangrun sem byggist á notkun olíu verið ráðandi. Fyrst í stað náði notkun plasteinangrunar einungis til lægstu spennunnar en smám saman hefur tekist að nota

plasteinangrun fyrir hærri spennu, t.d. fyrir strengi á 400-500 kV spennu um aldamótin 2000. Þetta plastefni sem notað er til einangrunar kallast XLPE (cross-linked-polyethelene). Eftir því sem spennan hækkar eru gerðar meiri kröfur til hreinleika efnisins og þess að plastefnið sé laust við loftbólur. Í sumum löndum, t.d. Bandaríkjunum, eru þó enn notaðir olíufylltir strengir á hærri spennum, en olía er mjög góð einangrun í raffræðilegum skilningi. Í þeim tilvikum er einangrunin byggð upp með því að vefja pappírseinangrun sem gegndreypt er í olíu utan um leiðarann. Þessi tækni er einnig mikið notuð í jafnstraumsstrengjum.

Eins og komið hefur fram, þá hefur varmaflæði frá strengjum mjög afgerandi áhrif á flutningsgetu þeirra. Þessi varmi skapast vegna orkutapa í strengjunum og því er horft til aðferða til að minnka þessi töp. Um langa hríð hafa verið gerðar tilraunir með ofurleiðandi strengi og hafa margar áhugaverðar niðurstöður fengist. Ofurleiðarar hafa þá eiginleika að þegar komið er niður fyrir ákveðið hitastig, þá fellur viðnám þeirra niður í nánast ekki neitt.

Þróunarvinnan hefur beinst mjög að því að þróa ofurleiðara sem ná þessum eiginleikum við venjulegar umhverfisaðstæður en það er áhugaverðast fyrir raforkukerfi. Sú tækni kallast HTS (High Temperature Superconductor) en flutningsgeta slíkra strengja er væntanlega 3-5 sinnum meiri en hefðbundinna strengja. Slíkir strengir hafa verið settir upp til prófunar, t.d. 600 m langur 138 kV strengur hjá Long Island rafveitunni í Bandaríkjunum, með flutningsgetu upp á 570 MVA.



Mynd 40 Viðnám hefðbundins leiðara og ofurleiðara með hitastigi

Búast má við að ofurleiðandi strengir verði algengastir í stórborgum framtíðarinnar þar sem flytja þarf mikla orku neðanjarðar frá úthverfum inn í miðborgirnar.

7 UMHVERFISÁHRIF JARÐSTRENGJA

7.1 Sýnileiki jarðstrenglagnar

7.1.1 Jarðstrengslögn í skipulögðu þéttbýlissvæði

Flutningskerfi raforku nær yfirleitt að tengivirkjum við bæjarmörk þar sem tekið er á móti raforku og hún spennt niður á lægri spennu til dreifingar innanbæjar. Dreifing innanbæjar fer yfirleitt fram með 11 kV strengjum frá aðveitustöð að dreifistöðvum þar sem spennt er niður í 400/230 V spennu til almennra nota. Í stærri bæjarfélögum þarf fleiri en eitt tengivirki og er þá rafmagn flutt að þeim á hærri spennu. Þannig er raforka flutt að innanhúss tengivirkjum í Reykjavík á 132 kV spennu. Sú orka er flutt úr þremur áttum inn í Reykjavík með jarðstrengjum.



Vegna mikilvægis liggja strengir á hæstu spennu yfirleitt ekki um íbúðargötur heldur er frekar reynt að leggja þá með stærri umferðaræðum þar sem minni líkur eru á að hreyfa þurfi við jarðvegi vegna annarra lagna. Auðvitað þarf í einhverjum tilvikum að gera undanþágu þar á.

Þar sem jarðstrengslögnin er gerð í manngerðu umhverfi sjást afleiðingar lagnarinnar yfirleitt ekki.

Mynd 41 Strenglögn meðfram umferðaræð

7.1.2 Jarðstrengslögn meðfram vegi utan skipulagðs þéttbýlis

Utan skipulags þéttbýlis má oft leggja strengi meðfram vegi og spara með því gerð sérstaks vegslóða vegna lagningarinnar. Hér á landi var þetta t.d. gert við lagningu Nesjavallastrengs frá Bringum ofan við Gljúfrastein að aðveitustöðinni við Korpu.

Með þessu móti má spara umtalsverðan kostnað vegna slóðagerðar og umhverfisáhrifum þannig haldið í lágmarki. Við yfirborðsfrágang á Nesjavallastreng var gerður göngu- og hjólastígur yfir strengnum. Með því má telja að umhverfisáhrif af lagningunni hafi verið jákvæð.



Mynd 42 Yfirborðsfrágangur Nesjavallastrengs í Mosfellsdal

7.1.3 Jarðstrengslögn í grónu landi

Við jarðstrengslögn í grasi grónu landi má á tiltölulega stuttum tíma endurheimta þá ásynd sem áður var á svæðinu. Vegna nauðsynlegrar aðkomu til viðgerða geta þó slóðir þurft að vera áfram að einhverju marki.

Þar sem um er að ræða lögn í gegnum skóglendi þarf að fjarlægja trjágróður á strengleiðinni og takmarka framtíðar trjávöxt yfir strengnum og næst honum þar sem rætur trjáanna geta hæglega skemmt strengina og raskað frágang á þeim sem nauðsynlegur er til að þeir anni þeirri flutningsþörf sem stefnt var að.



Mynd 43 Strenglögn um skógræktarsvæði

7.1.4 Jarðstrengslögn í gegnum hraun

Það er við lagningu jarðstrengja í gegnum ósnortið hraun sem mestu umhverfisáhrifin verða þar sem ekki er hægt að ganga frá yfirborðinu á eftir á þann veg að ásýndin verði óbreytt. Það má segja það sama um aðrar lagnir í hrauni, t.d. vatnslögnina um hraunið neðan við Bifröst.

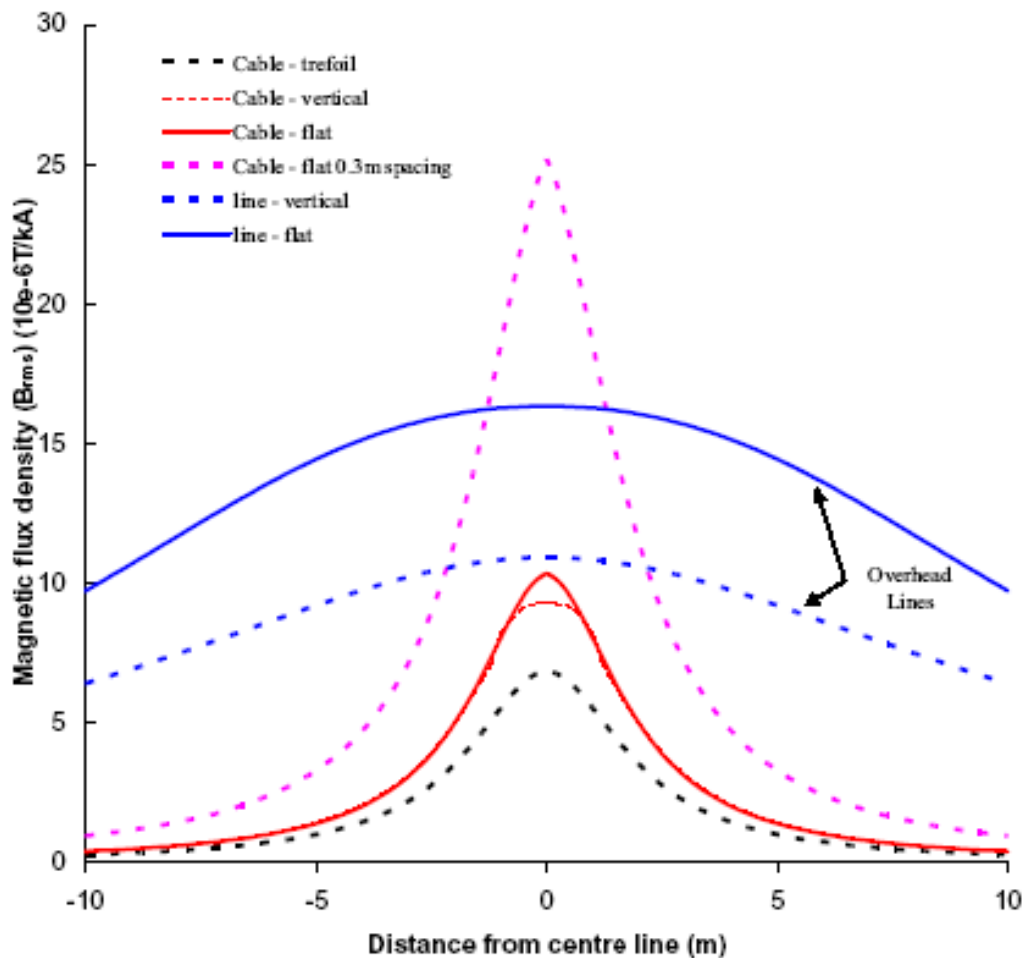


Mynd 44 Ummerki eftir kaldavatnslögn um ósnortið hraun

7.2 Rafsegulsvið

Rafsegulsvið fyrir ofan jarðstrengslagnir er mjög frábrugðið sviði undir loftlínunum. Í fyrsta lagi er ekkert rafsvið en segulsvið er til staðar á afmörkuði svæði ofan við lögnina. Segulsviðið er háð frágangi strengja, hvort þeir eru í þríhyrning eða í flatri uppöðun og hversu langt er milli einleiðara.

Á myndinni má sjá dæmigert segulsvið ofan við jarðstrengslögn fyrir mismunandi útfærslu strengjanna og til samanburðar er sýnt segulsvið undir loftlínu með sama álagi.



Mynd 45 Segulsvið í $\mu\text{T}/\text{kA}$ ofan við jarðstrengslögn fyrir mismunandi fyrir komulag strengja. Segulsvið frá loftlínu til samanburðar. Ath: Gildin skalast með álagsstraum í kA.

Segulsviðið getur því hæglega verið meira ofan við jarðstrengslögn en undir háspennulínu, en það er einungis á takmörkuðu svæði beint fyrir ofan lögnina. Segulsvið frá jarðstrengslögn deyr mun hraðar út til hliðanna en segulsvið frá loftlínu.

7.3 Líftími jarðstrengslagna og afturkvæmni

Líftími jarðstrengslagna er almennt talinn vera á bilinu 30 til 40 ár. Eftir þann tíma má búast við aukinni tíðni truflana sem rekja má til öldrunar í einangrun. Þessi tími er þó ekki einhlýtur, heldur ráða rekstraraðstæður einhverju þar um. Þannig aldrast fyrir strengur sem rekinn er á hitastigi sem fer yfir leyfilegt hitastig. Slíkur rekstur getur verið vegna yfirálags, lélegs frágangs sem leiðir til ónógrar kælingar eða of hás jarðvegshita, t.d. frá hitaveitulögnum eða vegna jarðhita.

Þegar jarðstrengur hefur lokið líftíma sínum þá þarf að fjarlægja hann og leggja nýja lögna í staðinn. Oft yrði það með þeim hætti, að nýr strengur væri lagður og tengdur og síðan sá gamli fjarlægður, en í þeim tilvikum þar sem önnur aðflutningsleið orku til staðar má hugsanlega taka gamla strenginn úr rekstri, fjarlægja hann og leggja síðan annan í staðinn og tengja. Í síðarnefnda tilvikunni er þá um að ræða tímabundinn kerfisrekstur með skertu afhendingaröryggi.

7.4 Samanburður á umhverfisáhrifum loftlína og jarðstrengja

Skipta má umhverfisáhrifum orkuflutningsmannvirkja í nokkra meginþætti. Hér að neðan verður farið í gegnum helstu þætti þessa samanburðar.

Landslag og sjónræn áhrif

Loftlína hefur mun meiri sjónræn áhrif á umhverfi sitt en jarðstrengur enda geta loftlínur verið sýnilegar í allt að 5km fjarlægð frá línustæði en sýnileiki þeirra er mjög háður því landslagi sem þær liggja í. Hinsvegar má ekki gleyma því að jarðstrengur veldur einnig sjónrænum áhrifum þó í minna mæli sé enda má gera ráð fyrir að lagningu hans fylgi rask á beltum umhverfis jarðstrengslögnina. Einnig verður í samanburði að taka tillit til farsvæðisleiðréttingastöðva á leið strengjarins en þeirra er þörf við langa strengi.

Samkvæmt samanburði á jarðstrengslögn og loftlínu, raskast um 6-sinnum meira svæði við jarðstrengslögn en við reisingu loftlínu.

Niðurrif loftlína veldur litlu raski og skilar landi í svipuðu ástandi og fyrir línulögn. Ef fjarlægja þarf jarðstreng og farga veldur það svipuðu raski og við lögna hans þar sem grafa þarf ofan af honum. Þetta á einnig við um viðhald strengja og viðgerðir.

Gróður

Ef farið er um gróid land raskast meira gróðursvæði við lagningu jarðstrengs en loftlína, auk þess sem auðveldara er að lágmarka áhrif á gróður við slóðagerð milli mastrastæða.

Jarðmyndanir

Við lagningu háspennulína og strengja er nauðsynlegt að leggja vegslóða vegna aðkomu með efni og tæki. Við val á jarðstrengsleiðum er mikilvægt að reyna að nýta eins og kostur er fyrirbyggjandi vegi og slóðir og leggja strengi í jaðar þeirra, en oftast er þó óhjákvæmilegt að fara einhvern hluta leiðarinnar um óraskað land. Getur þá reynst erfitt að aðlaga slóðir meðfram strengnum að landslagi þar sem það þýddi oft á

tíðum umtalsverða lengingu lagnaleiðar. Auðveldara er að fella slóða að mastrastæðum að landinu og sveigja hjá hraunmyndunum auk þess sem nýting fyrirbyggjandi slóða er auðveldari. Því er hættara við að jarðmyndanir raskist við lagningu jarðstrengs og valdi meiri varanlegum áhrifum en lagning vegslóða meðfram loftlínu.

Ferðamennska og útivist

Áhrif háspennulína á ferðamennsku og útivist er fyrst og fremst vegna sjónrænna áhrifa þar sem þær breyta upplifun og útsýni þaðan sem þær sjást. Þannig dregur sýnileiki háspennulína úr aðdráttarafli staða og tilfinningu fyrir óspilltri náttúru. Jarðstrengir hafa einnig áhrif á sýnileika eins og fyrr sagði en það rask sést ekki í jafn mikilli fjarlægð og hefur því ekki jafn mikil áhrif. Þess verður einnig að geta að línuvegir hafa lengi verið nýttir sem ferðamannavegir og gert ýmsa staði aðgengilega fyrirri öktæki sem áður voru það ekki.

Raf- og segulsvið

Raf- og segulsvið er í einhverjum mæli í kringum öll rafmagnstæki og rafbúnað, allt frá heimilstækjum upp í flutningsvirki raforku. Í kringum háspennulínur er styrkurinn mestur undir þeim miðjum þar sem leiðarar koma næst jörðu mitt á milli mastra. Umhverfis jarðstrengi er einungis segulsvið, mest á mjóu belti beint fyrir ofan þá og þá gjarnan meira en undir sambærilegri loftlínu. Alþjóðaráðið um varnir gegn ójónandi geislun (ICNIRP) hefur sett mörk um hversu mikið segulsvið og rafsvið megi vera í umhverfi almennings. Þá hefur Evrópusambandið sett fram viðmiðunargildi um hámarksgildi raf- og segulsviðs á stöðum þar sem almenningur dvelur umtalsverðan tíma. Einstaka lönd hafa síðan sett sínar eigin reglur um leyfilegan styrk raf- og segulsviðs við íbúðarhús, skóla og þ.h. Við hönnun háspennulína á Íslandi er tekið mið af þeim alþjóðlegu viðmiðunarmörkum sem nefnd eru.

Fornleifar

Um fornleifar á sama við og um jarðmyndanir. Illmögulegt getur verið vegna landfræðilegra aðstæðna að sveigja til strengleiðina og þar með erfiðara að taka tillit til einstakra fornminja en við lagningu loftlína.

Fuglar

Áhrif línulagnar á fuglalíf geta almennt verið þrenns konar. Í fyrsta lagi breyting á búsvæðum, t.d. ef slóðagerð raskar kjörlendi fugla. Í öðru lagi truflun af völdum umferðar á framkvæmdatíma eða síðar. Í þriðja lagi áflugshætta, og eru það helst stórir og þungfleygir fuglar sem geta drepist við að fljúga á línur.

Fyrstu tveir þættirnir eiga bæði við um jarðstrengi og loftlínur en eðli málsins samkvæmt er aðeins hætta á áflugi þegar lagðar eru loftlínur. Hversu mikil áhrifin verða fer eftir því hvort umferð fugla um svæðið sé mikil og hvort varpsvæði séu í nágrenni við fyrirhugaða línu.

Önnur landnotkun

Ef skógur er í línustæði þarf að ryðja hann á ákveðnu belti vegna jarðstrengs þar sem rætur trjáanna geta hæglega valdið hreyfingu á strengnum í jörðinni og rýrt

nauðsynlega kælingu hans. Ef loftlína er lögð um skógasvæði þarf að halda trjánnum innan ákveðinna hæðartakmarka undir og við línuna, t.d. með notkun lágvaxinna plantna, annars er náttúran undir línunni óhreyfð.

Notkun jarðstrengja getur verið nauðsynleg til að samræma línuleið landnotkun á svæðinu, t.d. nálægt aðflugi flugbrauta. Byggingarbann er á belti í kringum loftlínur, það er misbreitt eftir því hversu há spenna er á línunum,

Hér að neðan eru dregnir saman helstu kostir jarðstrengja og loftlína;

- **Helstu kostir jarðstrengja umfram loftlínur**

- Sýnileiki lítill
- Óháðir ýmsum ytri þáttum (ísing, saltmengun, vindur, snjóflóð, áflug fugla)
- Minna svæði sem fer undir byggingarbann

- **Helstu kostir loftlína umfram jarðstrengi**

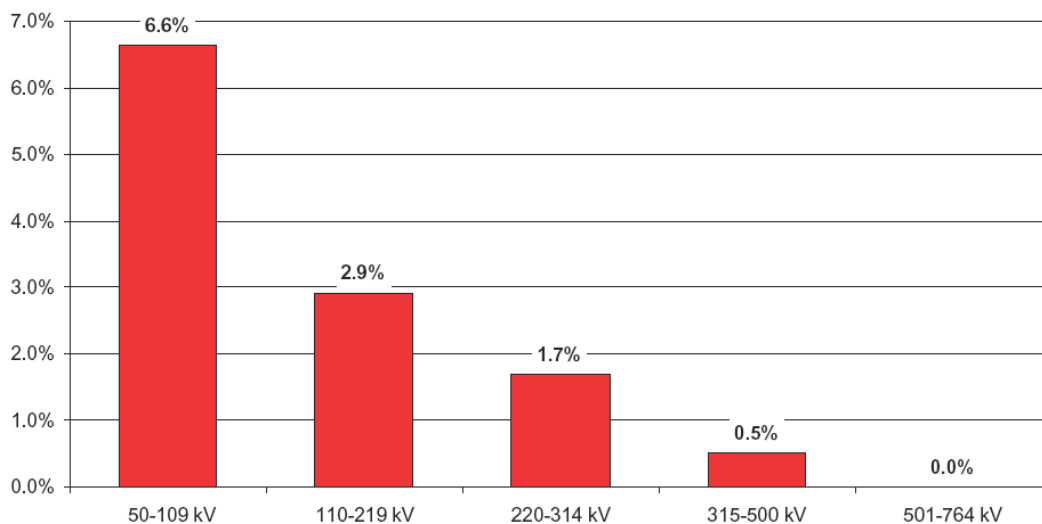
- Lægri kostnaður
- Meiri flutningsgeta m.v. sama leiðaraþvermál
- Þola mikla yfirlestun undir ákveðnum veðurskilyrðum
- Auðveldari bilanaleit og styttri viðgerðartími
- Lengri endingartími
- Meiri sveigjanleiki við endurnýjun
- Þola betur jarðskjálfta
- Vegslóði að hverju mastri, að öðru leyti getur slóði fylgt landslaginu
- Minna jarðrask

8 NOTKUN JARÐSTRENGJA Í RAFORKUKERFUM

Það er ekki bara á Íslandi sem augu fólks beinast að jarðstrengjum sem lausn á flutningi raforku. Raforkufyrirtæki vilja hins vegar byggja áfram á notkun loftlína og veldur kostnaðarþátturinn miklu þar um en tæknileg atriði skipta þó einnig miklu máli.

Á vegum CIGRE var settur á stofn vinnuhópur til taka saman upplýsingar um útbreiðslu jarðstrengja í raforkukerfum og birtust niðurstöður þess í skýrslu árið 2007. Könnunin náði til 16 landa.

Á myndinni hér að neðan sést hlutfall jarðstrengja eftir spennustigi fyrir öll þau lönd sem könnunin náði til.



Mynd 46 Hlutfall jarðstrengja í flutningsrásum eftir spennustigi í kV

Útbreiðsla strengja er þó mjög mismunandi milli landa, en því þéttbýlli sem löndin eru, þeim mun herra er hlutfall strengja.

Á næstu myndum má sjá upplýsingar um lengdir loftlína og jarðstrengja í flutningskerfinu á Íslandi eftir spennustigi og samsvarandi yfirlit fyrir þau lönd sem voru með í þeirri könnun sem fjallað er um hér að ofan. Þar sést að hlutfall jarðstrengja á Íslandi er ekki frábrugðið því sem er annars staðar. Að vísu eru engir 220 kV jarðstrengir í flutningskerfinu hér, sem ræðst af aðstæðum á Íslandi, en erlendis eru þeir víða til að koma orku inni í stórborgir. Í Reykjavík nægir t.d. að nota 132 kV strengi.

Flutningskerfið á Íslandi 2008

- Flutningskerfið 66 kV – svæðisbundinn flutningur
- Flutningskerfið 132 kV - aðalbrautir
- Flutningskerfið 220 kV og hærra - hraðbrautir

Spenna	Heildar lengd [km]	Lengd jarðstrengja [km]	Lengd loftlína [km]	Hlutfall [%]
66 kV	1052	69	983	6.6 %
132 kV	1268	28	1240	2.2 %
220 kV	853	0	853	0 %

Mynd 47 Loftlínur og jarðstrengir í flutningskerfi Íslands [3]

	50-109 kV	110-219 kV	220-314 kV	315-500 kV	501-764 kV
Australia	4.2	1.5	0.2	0.9	
Austria		6.9	0.1	2.2	
Belgium	8.0	7.6	0.0	0.0	
Brazil	0.2	0.0	1.5	0.8	
Canada	0.9	1.6	0.8	0.1	0.0
China		27.0	8.6	0.0	
Croatia		1.1	0.0	0.0	
Denmark	24.3	12.4	0.0	3.8	
Finland		1.8	0.0	0.0	
France	4.5	0.1	3.4	0.0	
Germany	6.1	6.1	0.2	0.4	
Ireland		3.6	5.8	0.0	
Israel		2.2		0.0	
Italy	0.0	2.3	1.8	0.3	
Japan	14.7	4.8	6.5	0.8	
Korea	0.2	11.3		2.8	0.0
Mexico	3.6	1.3	0.6	0.0	
Netherlands	89.9	16.3	0.9	0.3	
New Zealand	0.7	2.0	0.0		
Poland		0.2	0.0	0.0	0.0
Portugal	5.0	0.1	0.6	0.0	
Romania		1.1	0.1	0.0	0.0
Singapore	100		100	100	
Spain	4.5	1.5	2.5	0.4	
Sweden	2.6	2.3	0.6	0.1	
Switzerland	13.5	25.3	0.9	0.0	
United Kingdom	32.2	11.3	7.3	1.5	
USA	0.6	0.9	0.6	0.4	0.0

Mynd 48 Hlutfall jarðstrengja í % af heildarlengd orkuflutningslína, eftir löndum og spennustigi.

HEIMILDASKRÁ

- [1] Working Group B1.07; „Statistics of AC Underground Cables in Power Networks“. CIGRE Technical Brochure No. 338. CIGRE Decemeber 2007.
- [2] „Power Engineering Guide“, 5th ed. Siemens 2008
- [3] Íris Baldursdóttir; „Loflína eða jarðstrengur – Stefna Landsnets“. Kynning, Landsnet 2008.
- [4] „XLPE Cable Systems - User’s guide“. ABB

9 STEFNA LANDSNETS Í NOTKUN JARÐSTRENGJA

Á Landsneti hvílir sú lagaskylda að gæta hagkvæmni við uppbyggingu raforkukerfisins. Því verður Landsnet að taka tillit til kostnaðarþátta við sínar ákvarðanir.

Viðmið Landsnets varðandi jarðstrengslagnir er eftirfarandi;

- **66 kV**

Jarðstrengslausn er skoðuð til jafns við loftlínulausn.

- **132 kV**

Jarðstrengslausnir skoðaðar í þéttri byggð, á styttri vegalengdum og þar sem um tengingu einstakra viðskiptavina ræðir.

- **220 kV**

Jarðstrengslausn er ekki tæknilega eða kostnaðarlega fýsileg á þessu spennustigi. Hún kemur eingöngu til athugunar á styttri köflum, til einstakra viðskiptavina og við mjög sérstakar aðstæður:

- Einstæðar umhverfisaðstæður
- Þétt íbúðabyggð

Viðauki 7

Umsagnir og athugasemdir við frummatsskýrslu

EFLA verkfræðistofa
Ólafur Árnason
Suðurlandsbraut 4
108 Reykjavík

Reykjavík, 12. júlí 2010
/--

Efni: Þorlákshafnarlínur 2 og 3, 220 kV, í sveitarfélaginu Ölfusi

Í samræmi við 10. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum nr. 106/2000 m.s.b. hefur Skipulagsstofnun mótttekið skýrslu Landsnets um mat á umhverfisáhrifum Þorlákshafnarlína 2 og 3, 220 kV, í sveitarfélaginu Ölfusi dags. 7. júlí 2010. Athugun Skipulagsstofnunar verður auglýst í Lögbirtingablaðinu, Morgunblaðinu og Fréttablaðinu þann 15. júlí 2010. Frummatsskýrslan mun liggja frammi til kynningar frá 15. júlí til 27. ágúst 2010 á bæjarskrifstofu Sveitarfélagsins Ölfus og Bæjarbókasafni Ölfus. Einnig í Þjóðarbókhöðunni og hjá Skipulagsstofnun, Laugavegi 166, Reykjavík. Frestur almennings til að skila athugasemdum við frummatsskýrsluna er til 27. ágúst 2010.

Frummatsskýrslan hefur verið send eftirtöldum aðilum til umsagnar: Sveitarfélaginu Ölfusi, Brunamálastofnun, Ferðamálastofu, Fornleifavernd ríkisins, Heilbrigðiseftirliti Suðurlands, Neytendastofu, Orkustofnun, Orkuveitu Reykjavíkur, Umhverfisstofnun og Vegagerðinni. Frestur þeirra til að skila umsögnum til Skipulagsstofnunar er til 6. ágúst 2010.

Umsagnir og athugasemdir verða send Eflu verkfræðistofu með tölvupósti jafnóðum og þær berast. Afrit af öllum umsögnum og athugasemdum ásamt bréfi frá Skipulagsstofnun verða send Landsneti þegar öll frumrit hafa borist.


Rut Kristinsdóttir

EFLA verkfræðistofa
Ólafur Árnason
Suðurlandsbraut 4
108 Reykjavík

Reykjavík, 5. október 2010
/--

Efni: Þorlákshafnarlínur 2 og 3, 220 kV, í sveitarfélaginu Ölfusi

Meðfylgjandi eru umsagnir eftirtalinna aðila vegna ofangreindrar framkvæmdar.

Sveitarfélagið Ölfus, Brunamálastofnun, Ferðamálastofa, Fornleifavernd ríkisins, Heilbrigðiseftirlit Suðurlands, Orkustofnun, Orkuveita Reykjavíkur, Umhverfisstofnun, Veðurstofa Íslands og Vegagerðin.

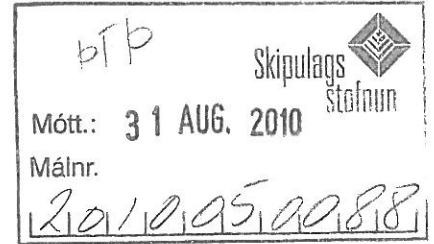
Einnig fylgir ein athugasemd, frá Árna B. Stefánssyni.


Þóroddur F. Þóroddsson



Þorlákshöfn 30. ágúst. 2010.

Skipulagsstofnun
Laugavegi 166
150 Reykjavík



Á fundi bæjarstjórnar Ölfuss þann 26. ágúst s.l. var frummatsskýrsla vegna Þorlákshafnarlínur 1 og 2 tekin fyrir.

Eftirfarandi umsögn um skýrsluna var samþykkt samhljóða:

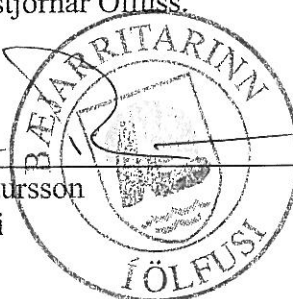
- Fara skal að öllu eftir aðalskipulagi um umferð á vatnsverndarsvæðum.
- Unnið skal með hellarannsóknarfélaginu um val á línustæði þar sem vitað er um hella vestan, sunnan og austan við Geitafell.
- Góð samvinna skal vera við landeigendur um línulagnir og framkvæmdir varðandi þær.
- Allt efni til framkvæmda sem notað er við möstur og vegi skal tekið úr viðurkenndum námum.
- Gæta skal að frágangi eftir röskun á landi að það sé gengið vel frá því og allt umframefni sé flutt burtu.
- Slóðar sem myndast við framkvæmdina skal halda lokuðum og setja upp varnir eftir framkvæmd þannig að ekki sé verið að nota þá við akstur vélhjóra eða farartækja sem ekki eiga erindi til eftirlits með línulögnunum.
- Tillaga skipulags- bygginga- og umhverfisnefndar er að lega línunnar um Þrengslin sé austan við Þjóðveginn og þveri hann sunnan Lambafells.

Framkvæmdaleyfi verður gefið út áður en framkvæmdir hefjast og þar tilgreint hvernig staðið skal að henni.

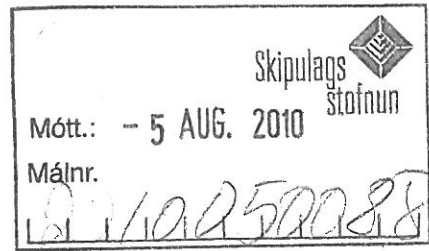
Þetta tilkynnist hér með.

Virðingarfyllst
f.h. bæjarstjórnar Ölfuss.

Guðni Pétursson
bæjarritari



Skipulagsstofnun
Rut Kristinsdóttir
Laugavegi 166
105 Reykjavík



Reykjavík 04. ágúst 2010
Tilvísun 2010070022/7.0/GG/--

Efni: Þorlákshafnarlínur 2 og 3, Ölfusi.

Brunamálastofnun hefur, að beiðni yðar í bréfi dags. 12. júlí 2010 tilv. 2010050088, yfirfarið innsenda frummatsskýrslu frá Landsneti/Eflu verkfræðistofu; Þorlákshafnarlínur 2 og 3 í sveitarfélaginu Ölfus dags. í júlí 2010 að því marki sem slík starfsemi heyrir undir lög nr. 75/2000 um brunavarnir.

Brunamálastofnun gerir ekki athugasemdir við skýrsluna á þessu stigi en vill minna á að við hönnun og setningu háspennulína og jarðstrengja skal fylgja ákvæðum reglugerðar um raforkuvirki nr 678/2009. Sérstaklega skal huga að strengjalögnum, burðarvirkjum, lágmarksfjarlægðum og lágmarkshæðar línunnar m.t.t.snjóalaga á svæðinu og umferðar við og undir línurnar en þau ákvæði má finna í; ÍST 170, ÍST EN 50341-1:2001 og íslensk frávík í ÍST EN 50341-3.

Brunamálastofnun vill enn fremur benda á að gera þarf viðeigandi ráðstafanir til að koma í veg fyrir gróðurbruna á svæðinu, bæði við lagningu línanna og við rekstur þeirra. Svæðið sem línurnar liggja um er erfitt yfirferðar fyrir slökkvibíla og vatnsöflun er víða erfið.

Virðingarfyllst

Guðmundur Gunnarsson
yfirverkfræðingur



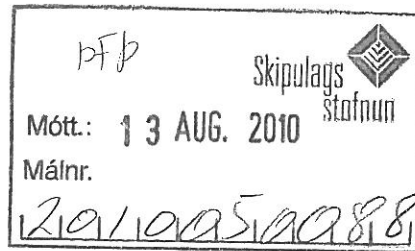
Austurvegur 56 - 800 Selfoss

Sími 480 8220 – Myndsendir 480 8201 – Netfang hs@sudurland.is – Kennitala 480284-0549

Selfossi, 6. ágúst 2010

1008007HS BP

Skipulagsstofnun
Rut Kristinsdóttir
Laugavegi 166
150 Reykjavík



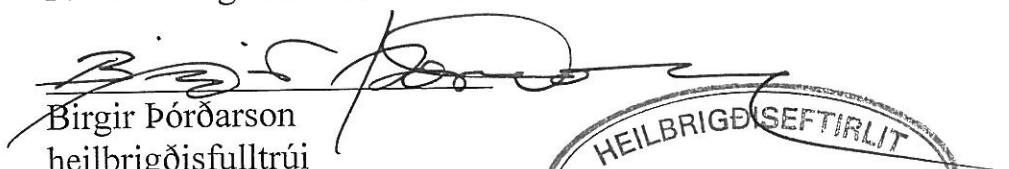
Þorlákshafnarlínur 2 og 3. Frummatsskýrsla.

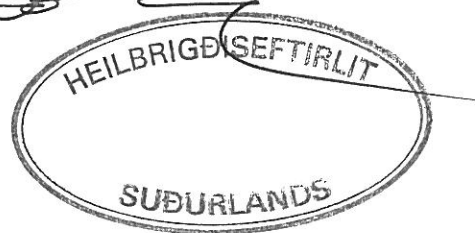
Heilbrigðiseftirlit Suðurlands hefur fengið til umsagnar frummatsskýrslu Landsnets vegna fyrirhugaðra línulagna í sveitarfélaginu Ölfus, Þorlákshafnarlínur 2 og 3.

Heilbrigðiseftirlit Suðurlands gerir ekki athugasemdir við þær upplýsingar, sem fram eru settar í frummatsskýrslum, en bendir á, vegna umfjöllunar um vatnsvernd og neysluvatn, að á kortum 1 & 2 "Vatnsvernd" hefur láðst að merkja inn vatnsverndarsvæði og vatnsból Hveragerðisbæjar. Einungis eru þar tilgreind vatnsból við Reyki og NLFÍ fyrir Hveragerði, ekki aðalvatnsból bæjarins við Selhæðir við Hamarskróka í Kömbum, Friðarstaðalindir og vatnsból við Yxnalæk.

Í kafla 4.9.5. Mótvægisáðgerðir er vísað er í lög nr. 46/1980 vegna tilkynninga um mengunaróhöpp, rétt væri einnig og frekar að vísa í lög nr. 7/1998 um hollustuhætti og mengunarvarnir og þær reglugerðir, sem byggðar eru á þeim lögum um mengunareftirlit, verndun vatns og grunnvatns þ.e. nr.786 - 796 og 797/1999 auk reglugerðar um neysluvatn 536/2001.

F.h. Heilbrigðiseftirlits Suðurlands,


Birgir Þórðarson
heilbrigðisfulltrúi



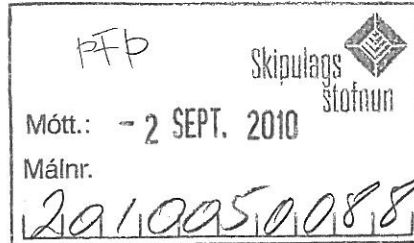


Ferðamálastofa
Icelandic Tourist Board

Geirsgata 9 · 101 Reykjavík
Sími: 535-5500 · Fax: 535-5501
upplýsingar@ferdamalastofa.is
www.ferdamalastofa.is
www.ferdablog.is

Strandgata 29 · 600 Akureyri
Sími: 535-5510 · Fax: 535-5511
upplýsingar@ferdamalastofa.is
www.ferdamalastofa.is
www.ferdablog.is

Skipulagsstofnun
Rut Kristinsdóttir
Laugavegur 166
150 Reykjavík



Akureyri 19. ágúst 2010

EFNI: ÞORLÁKSHAFNARLÍNUR 2 OG 3, 220 kV Í SVEITARFÉLAGINU ÖLFUSI. FRUMMATSSKÝRSLA

Skrifstofu Ferðamálastofu hefur borist til umsagnar frummatsskýrslu um Þorlákshafnarlínur 2 og 3 220kV, á vegum Landsnets, dags. í júlí 2010.

Almennt:

Ferðamálastofa byggir umhverfisstefnu sína á sjálfbærri og ábyrgri ferðamennsku en WTO (World Tourism Organization) skilgreinir sjálfbæra ferðamennsku á eftirfarandi hátt:

„Sjálfbær ferðamennska mætir þörfum ferðamanna og heimamanna en stuðlar um leið að verndun og auknum markaðstækifærum til framtíðar. Þetta felur í sér að auðlindum er stjórnað með þeim hætti að efnahagslegum, félagslegum og fagurfræðilegum þörfum er fullnægt, á sama tíma og viðhaldið er menningu, nauðsynlegum vistfræðilegum ferlum, líffræðilegri fjölbreytni og nauðsynlegum líffskilyrðum“.

Náttúra Íslands er sú auðlind sem ferðapjónustan á Íslandi byggir á til framtíðar. Í kynningu og ímyndarsköpun hefur ferðapjónustan á Íslandi lagt áherslu á hreinleika og lítt snortna náttúru landsins. Fátt er því mikilvægara fyrir ferðapjónustu á Íslandi en að vernda þá viðkvæmu auðlind sem náttúra Íslands er þannig að komandi kynslóðir geti notið hennar á sama hátt og núverandi kynslóð hefur gert. Markaðssetning á Íslandi sem sjálfbærs, ábyrgs ferðamannalands verður að haldast í hendur við trúverðugleika. Mikilvægt er að allar áætlanir og framkvæmdir í viðkvæmri náttúru Íslands hafi það að leiðarljósi að viðhalda ímynd Íslands sem ósnortins, eða lítt raskaðs, lands og lágmarka hverskonar neikvæð áhrif á umhverfið.

Ferðamálastofa byggir athugasemdir sínar eingöngu á kafla 4.6 Útivist og ferðamennska ásamt meðfylgjandi mynda- og kortahefti.

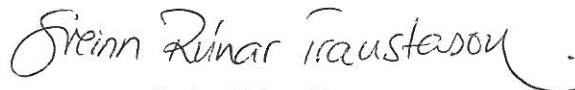
Athugasemdir:

1. Í frummatsskýrslu, kafla 4.6.2, kemur fram hvar skýrsluhöfundar leituðu upplýsinga til að átta sig á hugsanlegum áhrifum framkvæmdarinnar á útivist og ferðamennsku. Ferðamálastofa saknar stærstu ferðafélaganna í upptalningunni um þá sem rætt var við þ.e. Ferðafélag Íslands og Útivist. Ath. Ferðamálaráð Íslands heitir nú Ferðamálastofa.
2. Ferðamálastofa gerir athugasemd við að leggja skuli raflínur í gegnum svæði sem eru skilgreind hverfisverndarsvæði og svæði á náttúruminjaskrá. Svæði skilgreind með þessum hætti ættu að njóta friðhelgi fyrir mannvirkjum sem þessum.

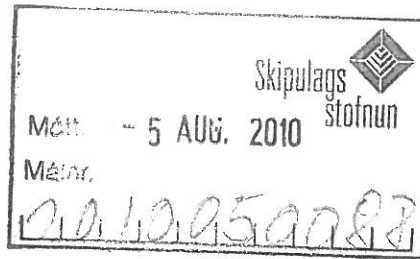
3. Í frummatsskýrslu. kafla 4.6.3.1 - 4.6.3.1 vantar línuleiðir inn á mynd 4.30, 4.32 og 4.34 þannig að erfitt er að átta sig á hvar vandamálin liggja. Þarna mætti koma tilvísun í mynda- og kortahefti eða hreinlega nota sömu kort og myndir og þar eru.
4. Mynda- og kortahefti. Ferðamálastofa gerir athugasemd við að gönguleiðir og línuleiðir skuli almennt ekki sýnd á sömu kortum. Ómögulegt er að meta hvaða leið er best án þess að sjá þær saman.
5. Mynda- og kortahefti. 4. Hluti - Sýnileiki lína. Hér vantar útskýringar á því hvaðan sýnileiki er metinn. Hvað er átt við með lítill eða mikill sýnileiki? Það virðist ekki vera samræmi á milli þess sem metið er lítill sýnileiki á sýnileikakortum og líkanmyndakortunum. Á kortið vantar gönguleiðir.
6. Mynda- og kortahefti. 5. Hluti – Líkanmyndir. Ljósmyndapunktur (vantar nr. myndar og blaðsíðutal). Séu þetta einu valkostirnir fyrir legu Þorlákshafnarlína þá sýnist mér valkostur B á Þorlákshafnarlínu 2 varla koma til greina þar sem hún myndi þá liggja nánast ofan á Þrengslaleið hinni fornu sem í Aðalskipulagi Ölfuss er sögð vera „Dýrðleg gönguleið milli hrauns og hlíða“. Af sömu ástæðu virðist valkostur C skárri en A. (Ath. Lítir eru ekki eins í skýringum og á korti). Hér vantar gönguleiðir og örnefni. Gott væri að fá útskýringar á því hvers vegna þessar ljósmyndapunktur voru valdir en ekki einhverjir aðrir.
7. Mynda- og kortahefti. 5. Hluti – Líkanmyndir (fyrir og eftir). Vantar númer. Myndir þessar eru mjög skýrar og faglega unnar en því miður þá vantar hér númer mynda og ákjósanlegt hefði verið að sjá staðsetningu þeirra á sömu opnu. Ferðamálastofa kallar á skýrari framsetningu á hvaða myndir verið er að horfa á. Nauðsynlegt er að hver ljósmyndapunktur sýni báða/alla valkosti þannig að hægt sé að bera saman valkostina og það sé skýrt hvaða mynd er hvar. Ég set einnig spurningamerki við hvort réttu ljósmyndastaðirnir hafi verið valdir. Margir ljósmyndapunktur sýna lítinn sem engan samanburð á milli staðsetninga línuleiða.

Ferðamálastofa hefur áhyggjur af því hversu áberandi fyrirhugaðar línur muni verða í landslaginu. Það er augljóst að sjónmengun af fyrirhuguðum línunum verður umtalsverð óháð því hvaða leið verður farin. Best hefði verið ef þessar línur færu í jörð og væru hvergi sýnilegar.

Virðingarfyllt



Sveinn Rúnar Traustason
Umhverfisstjóri Ferðamálastofu



Skipulagsstofnun
Rut Kristinsdóttir
Laugavegur 166
150 Reykjavík

Fornleifavernd ríkisins

Suðurgata 39, 101 Reykjavík
Sími: 555 6630, Bréfsími: 555 6631
Heimasíða: www.fornleifavernd.is
kristinn@fornleifavernd.is

Reykjavík 4. ágúst 2010

Tilvísun: Fvr 2008110013 /KM

Efni: Þorlákshafnarlínur 2 og 3, 220 kV, í Sveitarfélaginu Ölfusi.

Fornleifavernd ríkisins hefur mótttekið bréf Skipulagsstofnunar frá 12. júlí s.l. þar sem óskað er eftir umsögn um mat á umhverfisáhrifum ofangreindrar framkvæmdar. Með frummatsskýrslu fylgdi fornleifaskráningarskýrsla Fornleifafræðistofunnar.

Á svæðinu sem kannað var fundust 18 fornleifar á 11 stöðum. Taka þarf tillit til eftirtalinna fornleifa í tengslum við fyrirhugaðar framkvæmdir (skáletraður texti er úr skráningarskýrslu Fornleifafræðistofunnar):

Hellugata (4:1). *Leiðin lá upp Hellisskarðið og austur yfir Hellisheiðina... Gatan er víða afar greinileg með sorfnum rásum, allt að 20 sm djúpum, eftir hófa í hraunhelluna. Á víð og dreif fjölgar reiðgötunum og geta verið allt að fjórar á 10 m breiðu belti og á stöku stað eru þær nær ósýnilegar. Línuvegur sker leiðina skammt austur af Hellisskarði, en nokkru áður en komið er í skarðið hverfur gatan. Þó gæti hún hafa verið sameinuð götunni „Milli hrauns og hliðar“ í sjálfu skarðinu, en sú gata var gerð á 19. öld (örugglega ofan í eldri götu). Hellisgatan er vel vörðuð og er bæði hún og vörðurnar, auk gamla sæluhússins „Hellukofinn“, friðlýstar. Ekki eru vörðurnar í neinni hættu. Síðar var lagður upphlaðinn vegur í götuna. Var sá vegur kenndur við Eirík í Grjóta. (Örnefnaskrá Hellisheiði.) Þennan upphlaðna veg má sjá leifarnar af vestarlega, skömmu áður en komið er að Hellisskarði (rétt hjá vörðu nr. 51) og austur af Biskupsvörðunni (nr. 46) hjá Helliskofanum. Aðeins er um stuttan kafla að ræða (um 50 m) og ekki er hægt að sjá þessa götu annarsstaðar á Hellisgötunni. Hellugatan er talin með merkari fornleifum á Íslandi og eins og fram kemur hér að ofan er hún friðlýst. Í frummatsskýrslu segir fyrirhugaðar línur liggja nær samsíða götunni á kafla. Hellugötuna má greina því sem næst alveg að Suðurlandsvegi að norðanverðu. Fyrirhuguð háspennulína, Þorlákshafnarlína 3, liggur mjög nærri götunni við þjóðveginn. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi götuna greinilega á meðan á framkvæmdum stendur til að koma í veg fyrir að hún raskist af vangá. Fulltrúi Fornleifaverndar ríkisins hitti fulltrúa framkvæmdaraðila á svæðinu á síðasta ári þar sem skoðuð voru áhrif fyrirhugaðra framkvæmda við línulögnina og byggingu tengivirkis á*

Hellugötu. Ljóst er að hægt er að staðsetja fyrirhugað tengivirki þannig að það raski ekki gömlu götunni. Þær hugmyndir sem þá voru uppi um veg að tengivirkinu virtust hins vegar gera raskað Hellugötu að hluta. Í kafla 2.3.3 í frummatsskýrslu segir að tengivirkið við Orustuhól sé nýtt tengivirki sem gert sé ráð fyrir að byggt verði í tengslum við byggingu Suðvesturlína. Hugsanlegt sé að það tengivirki verði fært um 2 km til austurs frá þeirri staðsetningu sem kynnt var í mati á umhverfisáhrifum Suðvesturlína. Fornleifavernd ríkisins mælir eindregið með þessari tilfærslu tengivirkisins þar sem það myndi fjarlægjast friðlýstu fornleifarnar á Hellisheiðinni. Allar nánari útfærslur á tengivirkinu og mannvirkjum tengdum því þarf að vinna í áframhaldandi samvinnu við Fornleifavernd ríkisins.

Lágaskarðsvegur (56:1). *Um 70 m suður af Þjóðveginum. Í mosavöxnu hrauni. Um 4 m breiður. Hann er upphlaðinn þar sem hann var skoðaður í Hverahliðinni, vestan við hugsanlegt áhrifasvæði háspennulínunnar. Viðast hvar hefur yngri vegur verið lagður í þennan veg, en á stöku stað er hann þó óspilltur. Vegurinn er utan áhrifasvæðis Þorlákshafnarlínu 3, valkosta B, milli Orustuhóls og Sandfells og honum ætti því ekki að stafa hætta af framkvæmdunum.*

Fjárborg (82:1). *Efst á lágum hraunhól í fremur úfnu hrauni. Um 400 m suður af Krísuvíkurvegi og um 40 – 50 m SA af malarnámu. Nánast sporöskjulaga, 10 – 14 m í þvermál (NNA – SSV). Veggir úr hraunhellum og hraungrjóti, 2 – 3 m breiðir og 1 – 3,5 m háir. Veggirnir eru borghlaðnir og slúta vel inn í rústina eftir því sem ofar dregur, einkum að norðanverðu. Borgin er fallin á kafla, aðallega að suðaustanverðu. Dyr eru á borginni mót SSV og eru þær yfirbyggðar. Mikið er af grjóti á gólfi (hrun), en annars er það vel gróið grasi. Veggirnir eru merkilega þykkir. Fjárborgin er í jaðri athugunarsvæðis Þorlákshafnarlínu 2 og 3 milli Sandfells og Þorlákshafnar. Henni ætti ekki að þurfa stafa hætta af fyrirhuguðum framkvæmdum. Í frummatsskýrslu segir að farið hafi verið að ábendingu fornleifafræðings og línuleið ekki lögð á milli fornleifa 82:1 og 83:1.*

Aðhald (83:1). *Í náttúrulegri skoru í hrauni eða við jaðar þess. Um 350 – 400 m suður af Krísuvíkurvegi. 14 x 16 m (NNA – SSV). Veggir úr hraungrjóti þar sem til þeirra sést, 0,4 – 1 m breiðir og 0,1 – 0,8 m háir. Tvö hólf eru í aðhaldinu og er minna hólfíð syðst, trúlega kró. Garðlög sjást á stöku stað. Viða vantar í vegg, en þeir ná upp á brúnina við skoruna að austan. Botn er vel gróin grasi, mosa og fjalldarpa. Aðhaldið er innan athugunarsvæðis Þorlákshafnarlínu 2 og 3 milli Sandfells og Þorlákshafnar. Í frummatsskýrslu og fornleifaskráningarskýrslu er ekki sagt hversu langt frá framkvæmdasvæðinu aðhaldið er. Af loftmynd í mynda- og kortahefti má ráða að fjarlægðin þarna á milli sé meiri en 100 m. Aðhaldinu ætti því ekki að stafa hætta af fyrirhuguðum framkvæmdum. Fornleifavernd ríkisins telur að gera þurfi verktökum grein fyrir staðsetningu aðhaldsins til að koma í veg fyrir að það raskist af vangá.*

Gata (84:1). *Um 120 m norður af Krísuvíkurvegi. Í móa. Um 2,5 m breið og 0,2 – 0,4 m djúp (A – V). Gatan er dálítið hlykkjótt og aðeins blásin. Hún er rudd, líklega á 20. öldinni. Gatan liggur í átt að yngri beitarhúsum. Gatan liggur þvert á línuleið Þorlákshafnarlínu 2 og 3 milli Sandfells og Þorlákshafnar. Í frummatsskýrslu kemur ekki fram hvort mastur verði staðsett í eða við götuna. Línuvegur mun væntanlega raska götunni. Ef ekki verður komist hjá raski á götunni telur Fornleifavernd ríkisins að mæla þurfi hana nákvæmlega upp með GPS-tæki í nágrenni háspennulínanna.*

Rúst (85:1). *Á mosa- og grasi grónum stelli í Hverahlið. Um 30 – 40 m austur af*

hverasvæði. Í móa. Rústin er um 9 x 11 m (N – S). Veggir úr grjóti, 0,7 – 1 m breiðir og 0,2 – 0,7 m háir. Tvö hólf eru á rústinni (hólf A og B), auk palls og trappa. Gólf í hólfi B er mun lægra en gólfíð í hólfi A, en er þó ekki grafið niður. Gólf í hólfi A gæti verið upphækkað, en í því má sjá vísbendingar um rýmisskiptingu. Einstaka spýtur sjást hér og hvar á gólfi hólfs A. Tröppurnar eru vestan megin á rústinni og eru um 2 x 2 m stórar. Sjá má einstöku þrep hér og hvar. Vestan við rústina eru grjóti lagður flötur um 7 x 18 m stór (N – S). Sjá má kantsteina við suður- og vesturhliðina á fletinum, en takmörk norðuhlutans eru frekar óljós. Rústin er utan áhrifasvæðis Þorlákshafnarlínu 3, valkosta B, milli Orustuhóls og Sandfells og henni ætti því ekki að stafa hættu af framkvæmdunum.

Lágaskraðsvegur/Lákastígur (87:1). Vegurinn liggur eftir Lágaskarði, austan við Stóra og Litla Meitil. Áfram til suðurs liggur vegurinn vestan í Lönguhlið. Leiðin var skoðuð í nánasta umhverfi þar sem ein tillaga að línuleið er kynnt. Þar liggur hún (N – S), með Lönguhlið, nánast í rótum hliðarinnar. Leiðin er nokkuð hlykkjótt og víða má sjá a.m.k. 10 reiðgötur hlið við hlið, mis breiðar og mis djúpar. Víða er leiðin nokkuð blásin. Lákastígur mun liggja yfir leiðina, en ekki var kannað hvar. GPS var mælt þar sem hrauntunga kemur að hliðinni úr vestri, sunnarlega. Vegurinn þverar athugunarsvæði Þorlákshafnarlínu 3 við Lönguhlið milli Orustuhóls og Sandfells. Í frummatsskýrslu kemur ekki fram hvort mastur verði staðsett í eða við Lágaskraðsveg. Línuslóði mun væntanlega raska veginum. Ef ekki verður komist hjá raski á Lágaskraðsvegi telur Fornleifavernd ríkisins að mæla þurfi hann nákvæmlega upp með GPS-tæki í nágrenni háspennulínanna.

Gata (88:1). Leiðin liggur með Hliðum Gráuhníka og Litla Meitils, Votavergs og Meitilstags. Í harunjaðri, mýrarfláka og skriðum austan við níverandi Þrengslaveg. Gatan var skoðuð í Þrengslunum í norðri að Meitilstagli í suðri þar sem gatan beygir með fjallinu til austurs. Trúlega hefur hún sameinast Lágaskraðsvegi eða Lákastíg. Gatan er mjög illa farin þar sem hún kemur suður fyrir Þrengslin og er víða ógreinileg. GPS mæling var gerð við Meitilstagl, þar sem leiðin hverfur á kafla undir námu... Við götuna er Hafnarsel (nr. 90). Í frummatsskýrslu segir að leiðin liggja ýmist innan eða utan athugunarsvæðisins og sumstaðar mjög nærri fyrirhugaðri háspennulínu. Um er að ræða Þorlákshafnarlínu 2, valkost B, milli Kolviðarhóls og Sandfells. Valkostir A og C á þessari línu liggja fjær gömlu götunni (og Hafnarseli) og eru því betri kostir á þessum kafla en valkostur B að mati Fornleifaverndar ríkisins. Verði ekki komist hjá raski á götunni þarf að mæla hana upp með GPS tæki að mati Fornleifaverndar ríkisins.

Ólafsskarðsvegur (89:1). Lá frá Litlalandi norður í gegn um Fagradal, vestur af Búrfelli, norður að Geitafelli og áfram til norðurs í Jósefsdal. Leiðin er mjög greinileg í námunda við Geitafellið og suður að Hliðarendseli. Þá breytist landið aðeins og leiðin illgreinanleg dágóðan spöl eftir það. Víða sjást allt að fjórar reiðgötur, en einnig ein djúp rás... Vegurinn þverar athugunarsvæði Þorlákshafnarlínu 2 og 3 við milli Sandfells og Þorlákshafnar. Í frummatsskýrslu kemur ekki fram hvort mastur verði staðsett í eða við Ólafsskarðsveg. Línuslóði mun væntanlega raska veginum. Ef ekki verður komist hjá raski á Ólafsskarðsvegi telur Fornleifavernd ríkisins að mæla þurfi hann nákvæmlega upp með GPS-tæki í nágrenni háspennulínanna.

Hafnarsel/Þorlákshafnarsel - sel (90:1). Vestur undir Votabergi, um 250 m austur af Þrengslaveginum. Í haga. 10 x 13 (N – S). Veggir úr grjóti og torfi, 1 – 2,5 m breiðir og 0,2 – 1,1 m háir. Fjögur hólf eru í rústinni (hólf A – D). Dyr eru á hólfum A og B mót N, á hólfi C og D mót V. Trúlega er hólf D sjálfstæð rúst, en er skráð hér sem hólf í

aðalrústinni. Hamarinn sem rústin stendur við er að einhverju leyti hluti af austurhluta rústarinnar. Gólf í hólfum A, B og D eru grafin niður. Einstök garðlög sjást. Rústin er vel gróin grasi. Um 90 m ANA af 1) er 2). Þór Magnússon þjóðminjavörður lét friðlýsa rústina eins og aðrar rústir Þorlákshafnarsels árið 1976. Á loftmynd í mynda- og kortahefti og í texta í frummatsskýrslu kemur fram að seljarústirnar eru í jaðri athugunarsvæðis Þorlákshafnarlínu 2, valkosta B, á milli Kolviðarhóls og Sandfells. Framkvæmdir vegna línulagnarinnar verða því utan 20 m svæðis sem skilgreint er sem friðhelgt út frá ystu sýnilegu mörkum friðlýstra fornleifa skv. 11. gr. þjóðminjalaga (Nr. 107/2001). Verði þessi valkostur (B) línunnar fyrir valinu þarf að merkja rústir Þorlákshafnarsels greinilega, t.d. með því að girða þær af, á meðan á framkvæmdum stendur til að koma í veg fyrir að þær raskist af vangá. Fornleifavernd ríkisins mælir eindregið með því að Þorlákshafnarlína 2 verði lögð í samræmi við valkost A eða C á þessu svæði enda mun hún þá liggja fjær friðlýstu fornleifunum.

Hafnarsel/Þorlákshafnarsel - garður (90:2). *Vestur undir Votabergi, um 300 m austur af Þrengslaveginum. Í haga. Um 90 m ANA af rúst 90:1. 1 x 9 m langur (NV-SA). Úr grjóti, 0,4 – 1 m breiður og 0,1 – 0,5 m háir. Vestur endinn nokkuð eyddur og virðist hlið vera við þann enda... Um 6 m ANA af 2) er 3). Sjá umfjöllun um 90:1.*

Hafnarsel/Þorlákshafnarsel - rúst (90:3). *Vestur undir Votabergi, um 300 m austur af Þrengslaveginum. Í haga. Um 6 m ANA af rúst 2). 4,5 x 5,5 m (VNV-ASA). Veggir úr grjóti, 1,5 – 2 m breiðir og 0,2 – 1 m háir. Hamraveggurinn er SA – hluti rústarinnar. Í V – vegg er áberandi stór steinn og norðan við hann virðast vera dyr mót NV. Rústin er nokkuð hrúin og alveg ógróin. Vafi á því að hún tilheyri sjálfu selinu. 6 m ANA af 3) er 4). Sjá umfjöllun um 90:1.*

Hafnarsel/Þorlákshafnarsel - rúst (90:4). *Vestur undir Votabergi, um 300 m austur af Þrengslaveginum. Í haga. Um 6 m ANA af rúst 3). 4 x 6,5 m (N-S). Veggir úr grjóti, um 2 m breiðir og 0,8 m háir. Dyr eru trúlega mót N. A – hliðin er sjálf brekkan og er gólfíð grafið niður í hana. Rústin gengur skáhalt út frá Votabergi og virðist hroðvirknislega hrúgað upp. Hún er varla gróin. Vafi á því að hún tilheyri sjálfu selinu. Hugsanlega er þetta afleiðing af vélavinnu og því ungt hróf. Sjá umfjöllun um 90:1.*

Hafnarsel/Þorlákshafnarsel - stekkur (90:5). *Austur undir stórum hól hjá Votabergi, um 250 m austur af Þrengslaveginum. Í haga. Um 600 m SV af rúst 1). 3 x 7,5 m (N-S). Veggir úr grjóti, um 1 m breiðir og 0,1 – 0,4 m háir. Dyr eru mót A (að selinu). Vestur veggurinn er hamraveggur í hólum sem stekkurinn stendur við. Stekkurinn er vel gróin grasi og mosa. Sjá umfjöllun um 90:1.*

Hlíðarendasel – rúst (91:1). *Í hvilft eða kvos á milli hraunhóla í Hlíðarendahrauni, á milli Búrfells og Geitafells. Í mosavöxnu hrauni. 8 x 12 m (NNA-SSV). Veggir úr grjóti og torfi, 1 – 2 m breiðir og 0,1 – 0,4 m háir. Þrjú hól eru á rústinni (hólf A – C) og er dyr á þeim öllum mót SSV. Hólf A er inn af hólfi B. Talsvert er af grjóti í austur langvegg hólfs B. Rústin er vel gróin grasi og mosa. Í fornleifaskráningarskýrslu segir að ekki hafi verið unnt að staðsetja rústir Hlíðarendasels með GPS mælingu. Staðsetning rústanna er sýnd á loftmynd í mynda- og kortahefti. Samkvæmt myndinni eru rústirnar mjög nærri þeim stað þar sem Þorlákshafnarlínu 2 og 3 munu liggja milli Sandfells og Þorlákshafnar. Lega fyrirhugaðs línuslóða er ekki sýnd í gögnum Landsnets. Mikilvægt er að hann verði ekki lagður þeim megin línanna sem rústir Hlíðarendasels eru því slóðinn lægi þá mjög nærri rústunum og framkvæmdir við hann gætu raskað minjunum. Fornleifavernd ríkisins telur að merkja þurfi*

rústir Hlíðarendasels greinilega, t.d. með því að girða þær af, á meðan á framkvæmdum stendur til að koma í veg fyrir að þær raskist af vangá. Verði ekki komist hjá raski á fornleifunum þarf að sækja um leyfi til Fornleifaverndar ríkisins vegna rasksins og hlýta þeim skilmálum sem stofnunin kann að setja, sbr. 10 og 12. gr. Þjóðminjalaga.

Hlíðarendasel – rúst (91:2). *Í hvilft eða kvos á milli hraunhóla í Hlíðarendahrauni, á milli Búrfells og Geitafells. Í mosavöxnu hrauni. Vestan í hól. 22 m SA af rúst 91:1. 7,5 x 8 m (NNA – SSV). Veggir úr grjóti og torfi, 1 – 2,5 m breiðir og 0,3 – 1 m háir. Tvö hólf eru á rústinni (hólf A og B). Dyr eru á hólfi A mót VNV, en ekki eru dyr greinanlegar á hólfi B. Garðlög sjást í innanverðu hólfi A við norðurvegg. Á gólfi er grjóthrun úr veggjum. Gólf í hólfi A er grafið niður og austur hluti rústarinnar byggður inn í hól. Rústin er vel gróin grasi og mosa. Sjá umfjöllun um 91:1.*

Hlíðarendasel – rúst (91:3). *Í hvilft eða kvos á milli hraunhóla í Hlíðarendahrauni, á milli Búrfells og Geitafells. Í mosavöxnu hrauni. Austan undir hraunhól. 15 m VSV af rúst 91:2 og 14 m S af rúst 91:1. 4 x 5 m (ANA – VSV). Veggir úr grjóti og torfi, 1 – 1,5 m breiðir og 0,3 – 0,5 m háir. Dyr eru á langvegg og snúa mót SSA. Garðlög sjást í innanverðum norður gaffli. Rústin er vel gróin grasi og mosa. Sjá umfjöllun um 91:1.*

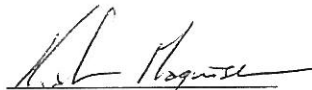
Hlíðarendasel – rúst (91:4). *Í hvilft eða kvos á milli hraunhóla í Hlíðarendahrauni, á milli Búrfells og Geitafells. Í mosavöxnu hrauni. Austan undir hraunhól, nánast áfast suðurhluta rústar 91:3. 4 x 7 m (NV – SA). Veggir úr grjóti og torfi, 1 – 2 m breiðir og 0,2 – 0,5 m háir. Tvö hólf eru á rústinni, (hólf A og B). Dyr er á báðum hólfum mót NA. Rústin er vel gróin grasi og mosa. Sjá umfjöllun um 91:1.*

Fornleifavernd ríkisins tekur undir það sem fram kemur í kafla 4.7.5 í frummatsskýrslu þar sem fjallað er um mótvægisáðgerðir vegna fornleifa. Hér að ofan hefur verið fjallað um mótvægisáðgerðir sem stofnunin telur nauðsynlegar gagnvart einstöku fornleifum á og í nágrenni fyrirhugaðs framkvæmdasvæðis. Í frummatsskýrslu segir að vinnuskúrar eða önnur mannvirki verði höfð í hæfilegri fjarlægð frá fornleifum og akstri þungavinnuvéla hagað með tilliti til þeirra. Ennfremur segir að verði talið nauðsynlegt að nota önnur svæði utan við athugunarsvæði, s.s. vegna birgðastöðva fyrir efni, aðreina að línuvegi o.s.frv., verði þau áður könnuð með tilliti til fornleifa. Fornleifavernd ríkisins minnir á að nauðsynlegt er að bera slíkar kannanir undir stofnunina sem ákveður í framhaldinu til hvaða mótvægisáðgerða beri að grípa. Fornleifavernd ríkisins fagnar hugmyndum um að færa tengivirki við Orustuhól um 2 km til austurs frá þeirri staðsetningu sem kynnt var í mati á umhverfisáhrifum Suðvesturlína. Fornleifavernd ríkisins mælir eindregið með þessari tilfærslu tengivirkisins þar sem það myndi fjarlægjast friðlýstar fornleifar á Hellisheiðinni. Samkvæmt valkosti B á Þorlákshafnarlínu 2 milli Kolviðarhóls og Sandfells er gert ráð fyrir að háspennulínan liggja mjög nærri götu (88:1) og jafnvel inn á hana og eins mun háspennulínan liggja nærri Hafnarseli/Þorlákshafnarseli skv. þessum valkosti. Seljarústirnar eru friðlýstar. Fornleifavernd ríkisins telur að valkosti A og C séu betri á þessum kafla enda liggur háspennulínan skv. þeim fjær gömlu götunni og friðýstu fornleifunum (Þorlákshafnarseli).

Fornleifavernd ríkisins gerir ekki frekari athugasemdir við mat á umhverfisáhrifum ofangreindrar framkvæmdar. Bent skal á að í 10. gr. Þjóðminjalaga stendur m.a.: *Fornleifum má enginn, hvorki landeigandi, ábúandi né nokkur annar, spilla, granda né breyta, ekki heldur hylja þær, laga né aflaga né úr stað flytja nema með leyfi Fornleifaverndar ríkisins.* Og á 13. gr. sömu laga sem hljóðar svo: *Nú finnast fornleifar sem áður voru ókunnar og skal*

finnandi þá skýra Fornleifavernd ríkisins frá fundinum svo fljótt sem unnt er. Sama skylda hvílir á landeiganda og ábúanda er þeir fá vitneskju um fundinn. Ef fornleifar finnast við framkvæmd verks skal sá sem fyrir því stöðva framkvæmd uns fengin er ákvörðun Fornleifaverndar ríkisins um hvort verki megi fram halda og með hvaða skilmálum.

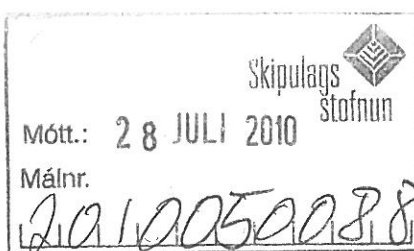
Virðingarfyllst,
f.h. Fornleifaverndar ríkisins



Kristinn Magnússon
Deildarstjóri



ORKUSTOFNUN



Grensásvegur 9
108 REYKJAVÍK
os@os.is

Sími - 569 6000
Fax - 568 8896
http://www.os.is

Skipulagsstofnun
Laugavegi 166
150 REYKJAVÍK

Reykjavík, 26. júlí 2010
Tilvísun: 2010070004
Bréfalykill: 22.2

Efni: Umsögn í formi almennra athugasemda um Þorlákshafnarlínur 2 og 3

Inngangur

Orkustofnun vísar til erindis Skipulagsstofnunar, dags. 12. júlí 2010, þar sem með vísan til 10. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum, nr. 106/2000, og 22. gr. reglugerðar um mat á umhverfisáhrifum, nr. 1123/2005, er óskað umsagnar stofnunarinnar um Þorlákshafnarlínur 2 og 3, í sveitarfélaginu Ölfusi.

Orkustofnun telur rétt að koma að eftirfarandi athugasemdum áður en fjallað er um einstaka liði framangreindra framkvæmda. Með lögum nr. 74/2005 voru umtalsverðar breytingar gerðar á lögum um mat á umhverfisáhrifum, nr. 106/2006, og sem dæmi má nefna að niðurstaða Skipulagsstofnunar í mati á umhverfisáhrifum sem áður var í formi úrskurðar er nú álit. Leyfisveitendum ber við útgáfu leyfis að kynna sér matsskýrslu og taka rökstudda afstöðu til álits Skipulagsstofnunar, sbr. 13. gr. laganna. Á fyrri stigum matsferilsins, þ.e. við ákvörðun um matsskyldu, sbr. 2. mgr. 6. gr., við gerð matsáætlunar, sbr. 2. mgr. 8. gr., og við afgreiðslu Skipulagsstofnunar á frummatsskýrslu, sbr. 5. mgr. 10. gr., er kveðið á um að hún skuli leita álits leyfisveitanda áður en hún tekur ákvörðun. Samkvæmt eldra fyrirkomulagi var leitað umsagna þar sem Skipulagsstofnun úrskurðaði en hægt var að kæra úrskurðinn til umhverfisráðherra og sú niðurstaða réði úrslitum um hvort leyfisveitendum var heimilt að veita leyfi fyrir framkvæmdum. Hið nýja fyrirkomulag vekur upp spurningar um stjórnsýslulega aðkomu leyfisveitenda að veitingu umsagna, þ.e. hvort leyfivleitandi kunni við álitsgjöf á fyrri stigum stjórnsýslumáls, og af þeirri ástæðu einni, að vera vanhæfur til að taka ákvörðun síðar um leyfisveitingu.

Í ljósi þeirrar óvissu er ríkir um aðkomu Orkustofnunar í máli þessu telur stofnunin sér ekki stætt á að veita efnislega umsögn um framangreinda framkvæmdaþætti en mun þess í stað koma á framfæri almennum athugasemdum um umrædda frummatsskýrslu með hliðsjón af því hlutverki matsskýrslu og álits Skipulagsstofnunar að stuðla að upplýstri ákvarðanatöku leyfisveitenda.

Raflínur

Leyfi Orkustofnunar þarf til að reisa nýjar raflínur sem flytja raforku á 66 kV spennu eða hærri, sbr. 2. mgr. 9. gr. raforkulaga nr. 65/2003. Í ljósi þess sem að framan hefur verið rakið telur stofnunin sig ekki bæra á þessu stigi að taka afstöðu til þeirra tillagna sem fram koma varðandi breytingu á lagningu Þorlákshafnarlínur 2 og 3. Ljóst má þó vera að verði af fyrirhugaðri iðnaðaruppbyggingu í Þorlákshöfn, líkt og rakið er í frummatsskýrslu Landsnets, þarf að ráðast í styrkingu á raforkukerfinu á umræddu landssvæði. Til þess að fá umrætt leyfi fyrir nýjum raflínum mun flutningsfyrirtækið m.a. þurfa að sýna fram á arðsemi

framkvæmdarinnar auk þess sem stofnunin getur sett skilyrði sem lúta að umhverfisvernd og landnýtingu. Þá þarf rekstraröryggi raflínanna að vera gott.

Orkustofnun vekur athygli á að þar sem raflínur og þá sérstaklega jarðstrengir fara um viðkvæmar jarðmyndanir, svo sem hraun, þarf að huga að óafturkræfum umhverfisáhrifum í því sambandi. Þá fer línustæði, skv. tillögum Landsnets, um svæði sem njóta ýmissa stiga friðunar og getur það eftir atvikum kallað á umsagnir eða leyfi viðkomandi aðila.

Að því er varðar almennt ferskvatnsöryggi bendir stofnunin á hliðstæður í því, að raflínur liggja og hafa legið í áratugi um vatnsverndarsvæði höfuðborgarsvæðisins í Heiðmörk, án þess að það hafi valdið skaða fyrir neysluvatnsgæði í vatnsveitum þaðan. Þessi svæði eru þó á mjög opnum og gegndræpum nútímahraunum. Í tilgreindu tilfelli var gætt sérstaklega að því að viðhafa varúð við framkvæmdir og halda uppi nauðsynlegu eftirliti með þeim. Sé dregin almenn ályktun af þessari hliðstæðu verður ekki séð að lagning Þorlákshafnarlína 2 og 3 gangi nærri ferskvatnsöryggi á svæðinu, svo framarlega sem gætt verður viðeigandi varúðar við framkvæmdir ef og þegar farið er yfir vatnsverndarsvæði.

Orkustofnun gerir að öðru leyti ekki athugasemdir við umrædda framkvæmd.

Virðingarfyllst



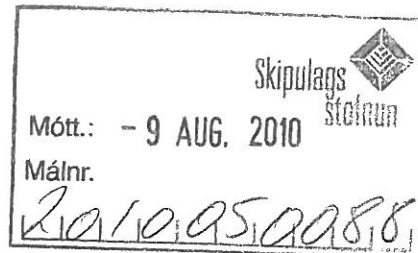
Kristinn Einarsson



Haukur Eggertsson

Reykjavík, 05.08.2010

Rut Kristinsdóttir
Skipulagsstofnun
Laugavegi 166
150 Reykjavík



Efni: Þorlákshafnarlínur 2 og 3 í sveitarfélaginu Ölfusi - Frummatsskýrsla Júlí 2010

Orkuveita Reykjavíkur hefur kynnt sér Frummatsskýrslu vegna Þorlákshafnarlína 2 og 3 í sveitarfélaginu Ölfusi

Orkuveita Reykjavíkur (OR) gerir eftirfarandi athugasemdir við Frummatsskýrsluna.

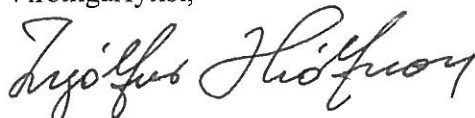
- Kafli 2.1.1 OR fagnar því að fyrirhugað tengivirki á Hellisheiði hafi fengið nýtt nafn Orustuhóll.
- Í fyrri athugasemdum OR við drög að matsáætlun óskar OR eftir því að Landsnet meti kosti á lagningu jarðstrengs í frummatsskýrslu og í umsögn Skipulagsstofnunar um matsáætlun Landsnets segir í kaflanum Framkvæmdasvæði og kostir „þarf í frummatsskýrslu að gera grein fyrir jarðstrengslögnum, kostnaði, rekstri og umhverfisáhrifum“. OR fær ekki séð að þessari kröfu hafi verið fullnægt heldur segir strax í kafla 2.2.1 „Áætlað er að línurnar verði báðar 220 kV loftlínur“ og er frummatsskýrslan greinilega skrifuð með það að leiðarljósi að sýna fram á að ekki sé hægt að nota jarðstrengi fremur en að bera saman á sanngjarnan hátt og gera grein fyrir þeim þáttum sem skipta máli.
- Kafli 2.2.2.1 Hér segir „jarðstrengur geti verið á bilinu 3 til 25 sinnum dýrari en loftlína“ en í viðauka 6 kafla 5.5 segir „Ef bera á saman kostnað við jarðstrengi og loftlínur af einhverri nákvæmni þá er nauðsynlegt að gera það á grundvelli hvers verkefnis fyrir sig“. Því telur OR ekki rétt að slá fram evrópskum meðaltölum um kostnað heldur skuli kannað hver sé raunverulegur kostnaður við að leggja í það minnsta umhverfislega og sjónrænt viðkvæmasta hlutann af línunni sem streng eða jafnvel alla línuna.
- Kafli 2.2.2.1 Hér segir að „endingartími jarðstrengja er mun styttri en háspennulína“ en í kafla 2.1.2 í viðauka 6 segir að líftími strengja sé „30-40 ár í stað 50 til 60 ára“ líftíma loftlína. Því telur OR ekki rétt að tala um mikinn mun á líftíma og ekki sé réttlætanlegt að reikna inn endurnýjun á jarðstreng á líftíma loftlínu þegar þessir tveir kostir eru bornir saman.
- Kafli 2.2.2.1 Mynd 2.2 Myndin hægra megin sýnir framkvæmdasvæði þegar unnið var að strenglögnum á 630q strengjum að Aðveitustöð 12 hjá OR árið 2005. OR telur að til að auka skilning sé rétt að sýna mynd af sama svæði núna (2010) svo hægt sé að meta áhrif strenglagnarinnar á umhverfið nú að nokkrum árum liðnum.

- Kafli 2.2.2.3 Mynd 2.3 Þarna er væntanlega um að ræða lagningu á 400kV sæstreng (e. submarine cable) með 4 leiðurum og því einn leiðari til vara eða um er að ræða 2 sett af DC strengjum. Erfitt er að sjá hvað þessi mynd kemur framkvæmdinni við enda er hvergi vísað til hennar í textanum. Því leggur OR til að myndin verði felld út en ellegar verði betur skýrt í myndatexta um hvað er að ræða og að jafnframt verði vísað til myndarinnar í texta.
- Kafli 2.2.2 Engin niðurstaða er í kaflanum og ekki ljóst hvað var verið að bera saman
- Kafli 2.2.3.1 OR vísar til fyrri athugasemda um sama mál en í athugasemdum OR við matsáætlun segir „Við hönnun Hellisheiðarvirkjunar var lögð mikil áhersla á að stöðvarhús virkjunarinnar og næsta umhverfi þess yrði sem glæsilegast. Byggingar eru því reistar með það í huga að ásynd þeirra sé greinileg og glæsileg á að líta. Til að ná því markmiði voru lagðir háspennustrengir frá stöðvarhúsi að tengivirki Landsnets við Kolviðarhól til að koma í veg fyrir að háspennulínur á þessu svæði skyggðu á stöðvarhúsið.“ Og óskaði OR því eftir því að lagning jarðstrengs yrði metinn sem kostur á þessu svæði. OR telur mjög mikilvægt að ásynd Hellisheiðarvirkjunar frá Þjóðvegi 1, Suðurlandsvegi, verði ekki spillt og eins að áfram verði gott útsýni frá virkjuninni í vesturátt. Því telur OR algjörlega óásættanlegt annað en að Þorlákshafnarlína 2 verði lögð sem jarðstrengur að minnsta kosti vestur fyrir Þjóðveg 1, Suðurlandsveg, og helst í jarðstreng allt þar til línan hefur þverað Þrengslaveg.
- Kafli 2.2.3.1 Hér er fjallað um valkosti fyrir línuleiðir Þorlákshafnarlínu 2. Þar er tekið fram að Valkostur A er í samræmi við þá legu sem er sýnd í tillögu að breytingu á aðalskipulagi. Þar sem valkostur A/B fer mjög nærri og inná gufuöflunarsvæði OR við Gráuhnúka leggst OR eindregið gegn því að þeir verði valdir heldur verði farin línuleið í samræmi við valkost C. Enda munu annars bæði framkvæmdir og holur í blæstri verða mjög nærri línuleiðinni.
- Kafli 2.2.3.2 Hér er fjallað um valkosti fyrir línuleið Þorlákshafnarlínu 3. Þar er tekið fram að Valkostur A sé aðalvalkostur framkvæmdaraðilans. OR er fylgjandi því að línan fari um þá línuleið en leggst alfarið gegn því að farin verði línuleið skv. valkosti B þar sem sú leið mun skera fyrirhugað framkvæmdasvæði OR vegna Hverahlíðarvirkjunar. Auk þess sem mikil áhersla hefur verið lögð á að gera sjónræn áhrif frá fyrirhugaðri Hverahlíðarvirkjun sem allra minnst.
- Kafli 2.3.3. Hér er sagt að tengivirki verði hugsanlega fært um 2 km til austurs. OR óskar eftir því að ný staðsetning verði sýnd á korti svo hægt sé að meta hana og samræma við áætlanir OR um lagnaleiðir og framkvæmdasvæði.
- Kafli 3.1.1 Sama athugasemd og við kafla 2.2.3.1.
- Kafli 3.1.2 Sama athugasemd og við kafla 2.2.3.2.
- Kafli 4. Almennt má segja að hér er einungis fjallað um umhverfisáhrif vegna loftlína en ekki vegna jarðstrengja.
- Kafli 4.2.4 Mynd 4.7. Textinn við myndina er rangur þar sem rannsóknir hafa ekki sýnt fram á skemmdir á mosa vegna áhrifa frá Hellisheiðarvirkjun. Auk þess er virkjunin ekki til umfjöllunar í þessari skýrslu og í þriðja lagi þá er hvergi í texta vísað í þessa mynd. OR fer því fram á að textinn við myndina verði leiðréttur og að vísað verði í myndina í texta enda hlýtur það að vera hlutverk slíkra mynda að sýna myndrænt það sem um er fjallað í skýrslunni. En að öðrum kosti verði myndin fjarlægð í heild sinni.
- Kafli 4.5.5 Ásynd og val sjónarhorna. OR fer fram á að bætt verði við sjónarhorni sem verði miðað við að áhorfandi sé staddur annað hvort á þriðju hæð í

kynningarrými Hellisheiðarvirkjunar eða fyrir utan kynningarrýmið og að horft verði til vesturs í átt að Þrengslavegi og í Norðvestur, þ.e. beint út frá virkjuninni. Enda er þetta sá staður sem flestir gestir á svæðinu koma á en árið 2009 komu þangað yfir 100. þúsund gestir.

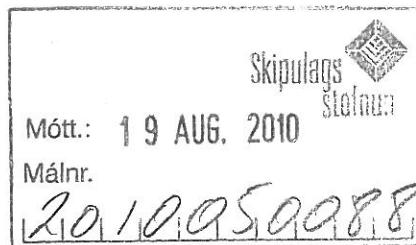
- Mynda- og kortahefti. OR fær ekki séð að munur sé á myndum 20 og 21 eða á myndum 22 og 23.

Virðingarfyllst,



Ingólfur Hrólfsson
Sviðsstjóri Nýjar Virkjanir

Skipulagsstofnun
Rut Kristinsdóttir
Laugavegi 166
150 Reykjavík



Reykjavík, 17. ágúst 2010
Tilvísun: UST20100700085/bs

Mat á umhverfisáhrifum - Þorlákshafnarlínur 2 og 3, 220 kV, sveitarfélagið Ölfuss. Umsögn.

Vísað er til bréfs Skipulagsstofnunar, dags. 12. júlí 2010, þar sem óskað er umsagnar Umhverfisstofnunar um mat á umhverfisáhrifum ofangreindra framkvæmda. Um er að ræða lagningu tveggja háspennulína frá virkjanasvæðum á Helliðshéiði. Þorlákshafnarlína 2 er fyrirhugað að leggja frá tengivirki við Kolviðarhól um Þrengsli að Sandfelli. Frá Sandfelli er fyrirhugað að línan verði lögð milli Geitafells og Búrfells vestan Hlíðarendafjalls að Selvogsvegi og þaðan að fyrirhuguðu iðnaðarsvæði. Í frummatsskýrslu er fjallað um þrjá valkosti á þessari leið. Þorlákshafnarlína 3 mun liggja frá fyrirhuguðu tengivirki við Orustuhól og þaðan að Skálafelli. Þaðan er fyrirhugað að leggja línuna að enda Lönguhlíðar, þaðan verður línan lögð meðfram Krossfjöllum þar til hún mætir Þorlákshafnarlínu 2 sunnan Sandfells. Þaðan mun línan liggja samhliða Þorlákshafnarlínu 2 að iðnaðarsvæði. Kynntir eru tveir valkosti á þessari leið. Annars vegar austan við Skálfell og hins vegar vestan við Skálafell. Hvor lína um sig er um 24 km að lengd háð valkostum.

Bæði Þorlákshafnarlína 2 og 3 munu liggja í gegnum óröskuð hraunasvæði sem í flestum tilfellum eru vel gróin. Þorlákshafnarlína 2 liggur um suðurhluta svæðisins Eldborgir við Lambafell sem er í 7. útgáfu náttúruminjaskrár (svæði nr. 753). Þetta svæði er einnig eitt þeirra 75 svæða sem Umhverfisstofnun lagði fram í tillögu sinni að náttúruverndaráætlun. Fyrirhugað er að leggja Þorlákshafnarlínu 2 á köflum um eftirtalin hraun: Hagavíkurhraun, Nesjahraun, Svínahraunsbruna, Sléttubruna og Leitarhraun. Samkvæmt 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd ber að forðast eins og kostur er að raska eldhraunum. Umhverfisstofnun telur að ekki sé með markvissum hætti reynt að forðast röskun hrauna með vali á línuleiðum. Þeir valkostir sem kynntir eru í frummatsskýrslu bæði hvað varðar Þorlákshafnarlínu 2 og 3 fela ekki í sér verulegan mun varðandi rask á eldhraunum. Ekki er með markvissum hætti reynt að draga úr raski á hraunum með því að leggja línur að fyrirbyggjandi vegum til að draga úr umfangi slóðagerðar í hrauni.

Áhrif fyrirhugaðra línulagna á landslag og ásýnd svæðisins eru í frummatsskýrslu talin verða talsvert neikvæð fyrir alla valkosti. Umhverfisstofnun telur að fyrirhuguð línulögn á

Óröskuðum hraunasvæðum sunnan Suðurlandsvegjar sé í ósamræmi við stefnumörkun sem gefin var út af umhverfisráðuneytinu árið 2002, Velferð til framtíðar-sjálfbær þróun í íslensku samfélagi, þar sem litið er á það sem forgangsmál að vernda landslag og sérstæð fyrirbæri, sem eru óvenjuleg í okkar heimshluta og einkennandi fyrir landið, t.d. hraun. Þessum svæðum hefur að hluta þegar verið raskað, en við fyrirhugaða línulögn verður þessum svæðum deilt í enn smærri skákir.

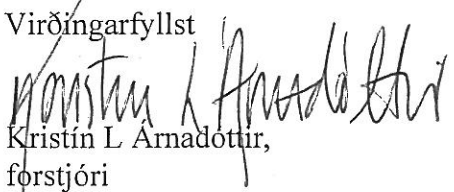
Varðandi sjónræn áhrif línulagna telur Umhverfisstofnun orka tvímælis að staðsetja línuna við aðkomuveg að Hellisheiðavirkjun með þeim hætti sem gert er í frummatsskýrslu. Línun er staðsett það nærri veginum að fjarlægðin er vart nægjanleg til að upphefja áhrif línunnar. Stofnunin telur að þarna ætti að athuga að færa línuna að veginum þannig að sýn vegfarenda yrði undir línuna og milli mastra auk þess sem aðkomuvegurinn gerði slóðagerð samhliða veginum óþarfa.

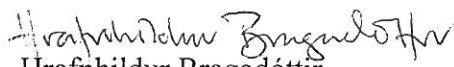
Að teknu tilliti til áhrif þeirra valkosta sem kynntir eru í frummatsskýrslu á jarðmyndanir, gróðurfar og landslag telur Umhverfisstofnun að lagning Þorlákshafnarlína 2 og 3 muni hafa umtalsverð umhverfisáhrif í för með sér.

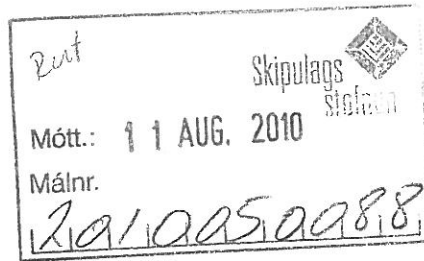
Umhverfisstofnun vill koma þeirri athugasemd á framfæri að stofnunin telur frummatsskýrslu ekki fullnægja skilyrðum 2. mgr. 9. gr. laga nr. 106/2000 um mat á umhverfisáhrifum, þar sem kveðið er á um að í frummatsskýrslu skuli gera grein fyrir helstu möguleikum sem til greina koma og umhverfisáhrifum þeirra og bera þá saman. Á bls. 10-11 í frummatsskýrslu er vísað til annarra valkosta sem skoðaðir voru í upphafi verksins, en tekið fram að fallið hafi verið frá þeim vegna andstöðu skipulagsyfirlvalda í Ölfusi. Á bls. 5 kemur enn fremur fram að valkostir þeir sem fjallað er um í skýrslunni hafi verið unnir í samráði við fulltrúa sveitarfélagsins Ölfuss og að í því samráði hafi valkostir þróast og þeim fækkað. Niðurstaðan varð sú að í skýrslunni er fjallað um einsleita valkosti sem að miklu leyti hafa svipuð eða sambærileg áhrif á á gróðurfar og öröskuð gróin hraunsvæði. Umhverfisstofnun telur að rétt hefði verið að fjalla um aðra raunhæfa valkosti sem fela í sér minna rask á hraunsvæðum en fylgir þeim leiðum sem kynntar eru í skýrslunni. Bendir stofnunin í þessu samhengi á umsögn sína um tillögu að matsáætlun vegna sömu framkvæmdar, dags. 20. nóvember 2008, þar sem stofnunin lagði m.a. til að fjallað yrði um hvort unnt sé að leggja Þorlákshafnarlínu 2 meðfram Þrengslavegi. Þá telur stofnunin að kanna hefði átt áhrif þess að leggja Þorlákshafnarlínu 3 eftir láglandi að iðnaðarsvæðinu, eins og nefnt er á bls. 10 í frummatsskýrslu. Umhverfisstofnun telur ekkert fram komið sem bendir til þess að tveir síðarnefndu valkostirnir séu ekki raunhæfir framkvæmdakostir og telur því að rétt hefði verið að fjalla um þá í frummatsskýrslu og bera saman við aðra mögulega kosti í samræmi við fyrirmæli 2. mgr. 9. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum. Umhverfisstofnun bendir í þessu samhengi á sjónarmið sem fram koma í úrskurði umhverfisráðuneytisins frá 28. júní 2005 um mat á umhverfisáhrifum Gjábakkavegar. Í úrskurðinum taldi ráðuneytið að túlka bæri fyrirnefnda 2. mgr. 9. gr. laga um mat á umhverfisáhrifum svo að meta beri valkosti sem fela í sér endurnýjun eða enduruppbyggingu fyrirbyggjandi framkvæmdar sem þjóna sama meginmarkmiði og hin fyrirhugaða framkvæmd, nema augljóst sé og hafið yfir allan vafa að slík endurbygging komi ekki til álita. Að baki þessari túlkun virðist búa það sjónarmið að forðast skuli framkvæmdir á öröskuðum svæðum ef mögulegt er að nýta þess í stað svæði sem þegar hefur verið raskað. Í máli því sem hér um ræðir telur Umhverfisstofnun ótvírætt að mögulegt sé að staðsetja línulagnir á svæðum sem þegar hefur verið raskað og forðast þar með rask á eldhraunum þeim sem talin eru upp hér að ofan. Ber í því samhengi einnig að horfa til fyrirnefndrar 1. mgr. 37. gr. laga nr. 44/1999 um náttúruvernd. Loks gerir stofnunin

athugasemd við að fallið sé frá raunhæfum valkostum vegna andstöðu sveitarfélagsins Ölfuss, án frekari rökstuðnings, enda er markmið mats á umhverfisáhrifum að fá fram upplýsingar um áhrif allra valkosta sem til greina koma áður en tekin er afstaða til þess hvort leyfa skuli framkvæmd eða ekki.

Virðingarfyllt


Kristín L. Árnadóttir,
fórstjóri


Hrafnhildur Bragadóttir,
lögfræðingur



Skipulagsstofnun
Laugavegi 166
150 Reykjavík
sas@skipulag.is, rut@skipulag.is

Dags. 10.8.2010
Tilv. 500/9661

Með bréfi dags. 26. júlí sl. fékk Veðurstofa Íslands til umsagnar mat á umhverfisáhrifum framkvæmdar við Þorlákshafnarlínur 2 og 3, 220 kV, í Sveitarfélaginu Ölfusi.

Umsögn Veðurstofunnar er sem hér segir:

Í kafla 4.12.3 *Jarðvá* segir að hrinu Suðurlandsskjálfta sé lokið. Bent skal á að á tímabilinu frá júní 2000 til maí 2008 er talið að einungis helmingur „seismic moment“ á skjálftabelti Suðurlands hafi losnað. Það þýðir að hrinunni er ekki lokið og vænta má fleiri Suðurlandsskjálfta næstu árin og/eða áratugina.

Þá skal bent á að á Brennisteinsfjallasvæðinu urðu m.a. eftirtaldir atburðir á síðustu öld. Þeir hafa verið staðsettir á 63,9°N og 21,7°V, en þær staðsetningar eru þó ekki mjög nákvæmar:

- 23. júlí 1929 (M=6,3) og annar sama dag (M=5,1)
- 5. desember 1968 (M=5,4)

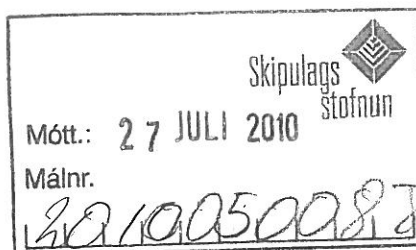
Í kafla 4.12.4 *Ísingar- og vindálag* segir að við hönnun línanna verði líklegt ísingar- og vindálag á línuleiðunum metið og í kafla 4.12.5 *Snjóþyngsli* segir að við hönnun línanna verði sérstaklega hugað að hæð undir víra við mikil snjóalög. Hér er um mjög nauðsynlegar aðgerðir að ræða og því fagnað að þær séu hluti af hönnunarforsendunum.

Loks skal bent á mikilvægi þess að kanna hugsanleg áhrif seltu á línuleiðunum.

Virðingarfyllt



Árni Snorrason
forstjóri VÍ



Skipulagsstofnun
Rut Kristinsdóttir
Laugavegi 166
150 REYKJAVÍK

Selfoss, 26. júlí 2010
Tilvísun: 2008110014/10.21
SGB/


Efni: Þorlákshafnarlínur 2 og 3 í sveitarfélaginu Ölfusi

Með bréfi dags. 12. júlí 2010 er Vegagerðinni boðið að gera athugasemdir við ofangreinda framkvæmd.

Við höfum kynnt okkur skýrslu um mat á umhverfisáhrifum 220 kV Þorlákshafnarlína 2 og 3.

Samkvæmt fyrirliggjandi gögnum mun Þorlákshafnarlína 2 fara yfir Suðurlandsveg á milli Brunahrauns og Hamragilsvegur og svo meðfram Þrengslavegi við Lambafell (Valkostur A). Valkostur B mun liggja meðfram Þrengslavegi við Stórahvamm og Litlameitil. Þorlákshafnarlína 3 mun fara yfir Suðurlandsveg sunnan Orustuhóls á Hellsheiði. Vegagerðin gerir ekki athugasemdir við þessi línustæði en vekur þó athygli á að veghelgunarsvæði Suðurlandsvegur og Þrengslavegar er 60m breitt og föst mannvirki s.s. háspennumöstur eru ekki leyfð innan þessa svæðis. Einnig er rétt að vekja athygli á að fyrirhuguð er tvöföldun Suðurlandsvegur og þarf að taka tillit til þess við hönnun háspennulína.

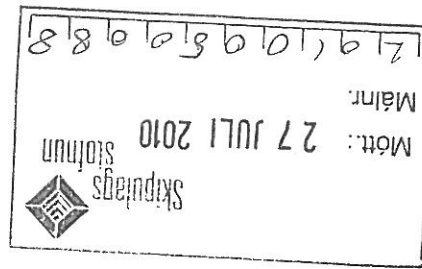
Virðingarfyllst,


Svanur G Bjarnason
Svæðisstjóri Suðursvæðis
SELFOSSI

Árni B. Stefánsson
Kamsveg 10
104 Reykjavík

Reykjavík 10.07.10

Landsnet
C/o Ingólfur Eyfells



Varðar Þorlákshafnarlínu 2 og 3. Bls 13 í mynda og kortahefti og bls. 50 í textahefti, sérstaklega m.t.t. Kersins, Árnahellis, hellisins Búra og ósnortinna svæða (víðerna).

Yfirlitskort af fyrirhuguðu flutingskerfi rafmagns og valkostum, Þorlákshafnarlína 2 og 3 eru sýndar á bls 13 í kortahefti. Á bls 50 í frummatsskýrslu er fjallað um nálægð við hellana Arnarker og Árnahelli.

Hraunáin sem rann frá Leitagígnum klofnaði í tvær kvíslar, líklega fyrir norðan Sandfell. Raufarhólshellir er hluti af austara veitukerfinu. Fjórir hellar, Arnaker, Hlíðarendahellir, Árnahellir og Búri eru hlutar vestari hraunveitunnar. Búri er nefndur eftir Búrfelli. Op Búra er í SV hluta niðurfalls, um 1000 m NV af Búrfellsgígnum og um 500 m sunnan fyrirhugaðs línustæðis. Fyrirhugað línustæði liggur þannig samsíða hellakerfinu. Samsíða Búra, um 500 m norðan hellisins og eftir 130° beygju til SSA, til tengivirkis, 500 m vestan við og samsíða Árnahelli, Hlíðarendahelli og Arnarkeri.

Það er skoðun mín að 500 m fjarlægð frá Árnahelli sé alls ófullnægjandi og einnig ófullnægjandi varðandi hina hellana þrjá. Þurfi línustæðið „endilega“ að vera þarna, sem ég tel ónauðsynlegt, (sjá tillögu að öðrum valkosti neðar), þá vil ég eindregið leggja til að 130° beygjan verði flutt a.m.k. 500 m til vesturs og línurnar liggja þannig a.m.k. 1000 m vestan við op Árnahellis.

Varðandi 4.4.4.2. Þorlákshafnarlína 3, Orustuhóll að Sandfelli, þá er það skoðun mín að bæði línustæðin, hvort sem er sunnan eða norðan Skálafells, séu gersamlega ótæk. Vil ég eindregið leggja til að línan fylgi gömlu línunum á Hellisheiði og Búrfellslínu 3. Þ.e. á þegar röskuðu svæði, að Kolviðarhóli og liggja síðan samsíða Þorlákshafnarlínu 2 frá Kolviðarhóli. Austustu kostir Þorlákshafnarlínu 2, (og helst Þorlákshafnarlínu 3) þ.e. austast í Lambahrauni og austan Sandfells eru bestir, fylgja vegum og röskuðum svæðum hvað best.

Til að hlífa ósnortnu yfirborði vestara veitukerfis Leitahrauns og hellunum, sérstaklega Árnahelli og til að nýta sem best þegar röskuð landsvæði vil ég leggja til að fyrirhuguð 130° beygja beggja lina, sunnan Geitafells, til fyrirhugaðs tengivirkis, verði færð 3 km til NA, í tengilínu austurbrún Geitafells-Búrfell og fylgi þeirri línu yfir Búrfell, sem þegar er raskað og yfir námur neðan fjallsins og „Hlíðarinnar“. Veg í báðar námur má lagfæra og nýta til línulagnarinnar. Búri liggur til suðvesturs frá niðurfalli, um 1000 m NV af Búrfelli. Línustæðið mun, ef af þessu verður, liggja um 1000 m austan við niðurfallið, en þó yfir rás sem greinilega liggur til NA, en ekki er aðgengileg, þ.e. hellisgöng eru örugglega undir tengilínunni, austurbrún Geitafells-Búrfell, um 1000 m NNV af Búrfelli. Ég sé ekkert gegn því að þvera slík hellisgöng. Aðgæslu er hinsvegar þörf varðandi þungavinnuvélar og staurastæði, því grunnt gæti reynst á hellinn.

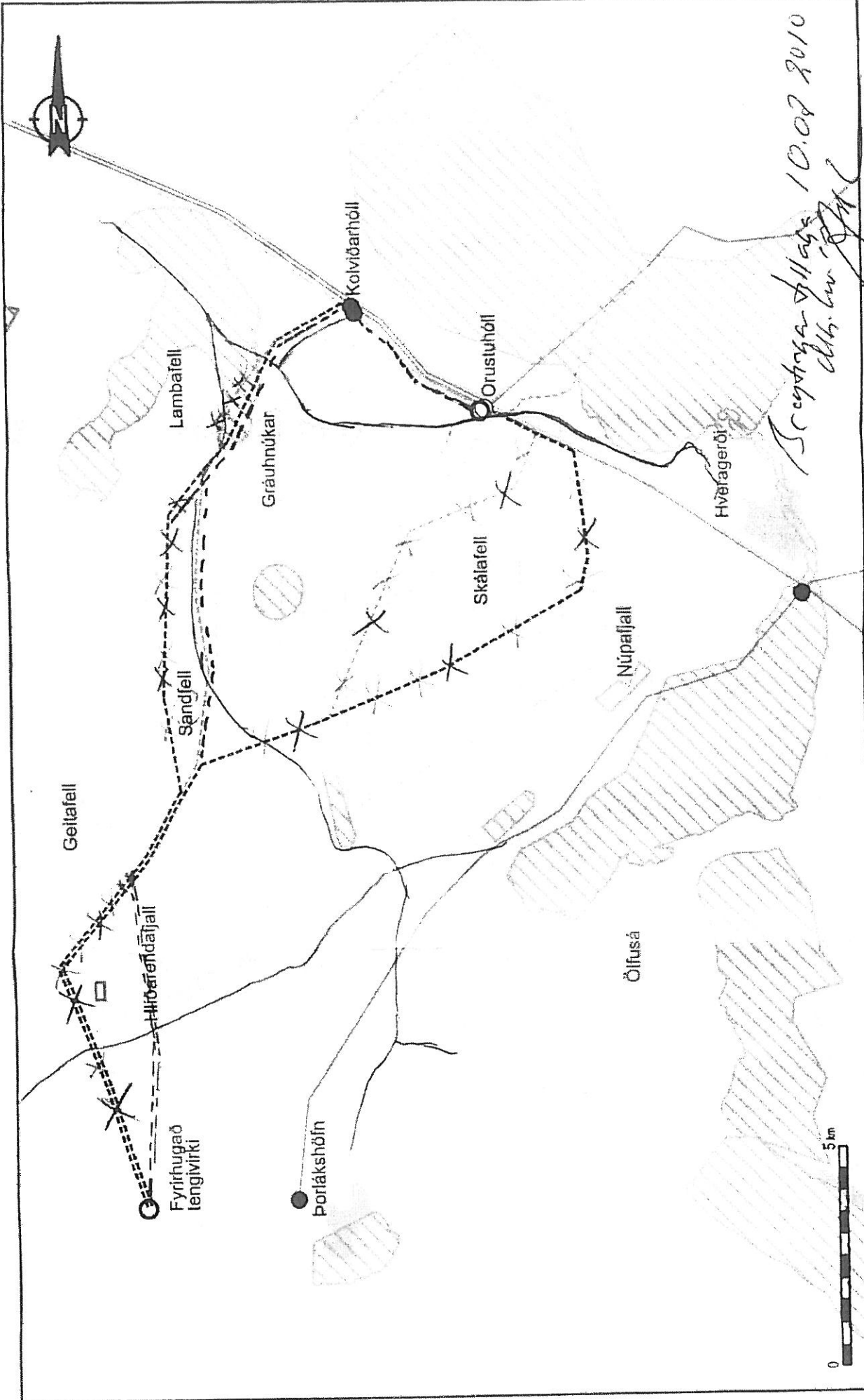
Virðingarfyllt

Árni B. Stefánsson

Árni B. Stefánsson

Afrit í tölvupósti

Hjalte Guðmundsson Umhverfisstofnun, Guðni Gunnarsson Hellarannsóknafélag Íslands



	YFIRLITSMYND AF LÍNULEIÐUM PORLAKSHAFNARLÍNUR 2 OG 3 NATTÜRVERND	Dátum: 10.04.2010 Skýringar: B01 Mækk: 1:50,000 Blátt: A3	Skýringar: Fyrirhugaðar þorlaksahlíðir 2 og 3 Yfirhugaðar vöð legu þoltra Næmmeðlíðir	Subvæðingarmark: Fyrirhugaðar línur Fyrirhugaðar jafnströngu Fyrirhugaðar mönnt lína	Fjallaför: Línuvæðing Línuvæðing Línuvæðing	Félagsleg áhrif: Svobí & náttúrmennti Svobí & náttúrmennti Svobí & náttúrmennti	1:50,000 1:50,000 1:50,000	Landmælingar Íslands 2007 Landmælingar Íslands 2007 Landmælingar Íslands 2007
--	--	--	--	---	--	--	----------------------------------	---