

Hljóðvist, rafsvið og segulsvið

EFLA Verkfræðistofa

Jón Bergmundsson rafmagnsverkfræðingur
Dr Ragnar Kristjánsson rafmagnsverkfræðingur
Árni Guðni Einarsson rafmagnstæknifræðingur

Efnisyfirlit

1	Áhrif frá Hávaða, rafsviði og segulsviði.....	5
1.1	Inngangur	5
1.2	Hljóð	6
1.3	Rafsvið og segulsvið	6
2	Áhrif hávaða	10
2.1	Almennt.....	10
2.2	Vindgnað.....	11
2.3	Hávaði af rafrænum uppruna.....	11
2.4	Reglur um hávaða	11
2.5	Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá línunum á milli Hellisheiðar og Fitja.....	12
3	Útreikningar á hávaða.....	14
3.1	Línur á milli Hellisheiðar og Kolviðarhóls	14
3.2	Línur á milli Kolviðarhóls og Sandskeiðs.....	15
3.3	Línur á milli Sandskeiðs og Hrauntungna	16
3.4	Línur á milli Hrauntungna og Hamranes.....	17
3.5	Línur á milli Hrauntungna og Njarðvíkurheiðar	18
3.6	Línur á milli Reykjanesvirkjunar og Rauðamels.....	19
3.7	Línur á milli Rauðamels og Njarðvíkurheiðar.....	20
3.8	Línur á milli Njarðvíkurheiðar og Fitja.....	21
4	Áhrif rafsviðs og segulsviðs	22
4.1	Almennt.....	22
4.2	Rafsegulsvið og heilsa.....	22
4.3	Viðmiðunargildi um leyfilegan styrk rafsegulsviðs	23
4.4	Útreiknað rafsegulsvið umhverfis línur frá Hellisheiði að Fitjum.....	25
5	Útreikningar á rafsviði og segulsviði.....	27
5.1	Línur á milli Hellisheiðar og Kolviðarhóls	27
5.2	Línur á milli Kolviðarhóls og Sandskeiðs.....	28
5.3	Línur á milli Sandskeiðs og Hrauntungna	29
5.4	Línur á milli Hrauntungna og Hamraness.....	30
5.5	Línur á milli Hrauntungna og Kúagerðis.....	31
5.6	Línur á milli Kúagerðis og Njarðvíkurheiðar.....	32
5.7	Línur á milli Reykjanesvirkjunar og Rauðamels.....	33
5.8	Línur á milli Rauðamels og Njarðvíkurheiðar.....	34
5.9	Línur á milli Njarðvíkurheiðar og Fitja.....	35

1 ÁHRIF FRÁ HÁVAÐA, RAFSVIÐI OG SEGULSVIÐI

1.1 Inngangur

Í þessari greinargerð er fjallað rafsegulsvið og hávaða af rafrænum uppruna frá þeim línunum sem kallaðar eru Suðvesturlínur. Útreikningar takmarkast ekki einingöngu við nýbyggingar og breytingar sem tilheyra því verkefni, heldur þarf einnig að reikna með áhrifum frá þeim mannvirkjum sem þegar hafa risið.

Í dag liggja tvær línur frá Búrfellsvirkjun um Hellisheiði, þ.e.a.s Búrfellslína 2 (BU2) sem er 220 kV lína og Búrfellslína 3 (BU3) sem byggð er sem 400 kV lína en rekin á 220 kV. Búrfellslína 3 (BU3) liggur órofin að tengivirki við Hamranes, en frá Sandskeiði að Hamranesi er hún byggð sem 220 kV lína (BÚ3B).

Við væntanlegt tengivirki á Hellisheiði, koma BU2 og jarðstrengir (BL1, BL2, HH1 og HH2) frá virkjunum við Hverahlíð og Bitru. Frá tengivirkinu munu síðar liggja tvær 220 kV línur (HH1 og HH2) samsíða Búrfellslínu (BU3) að Kolviðarhól. Önnur þessara lína milli tengivirkjanna er núverandi BÚ2 en hin er ný lína.

Frá Kolviðarhól munu liggja tvær 220 kV línur (KH2 og KH1) samsíða Búrfellslínu 3 (BU3) að Sandskeiði. KH1 er endurbyggð Búrfellslína 2 á þessum kafla, en KH2 er ný lína. KH2 tengist síðan inn á 220 kV Búrfellslínu 3B við Sandskeið og mun þá 220 kV lína frá Kolviðarhóli að Hrauntungum við Hafnarfjörð kallast KH2. Frá Sandskeiði að Hrauntungum verða lagðar tvær 400 kV línur samsíða núverandi BÚ3B sem mun fá nafnið KH2. Þó línurnar verði byggðar fyrir 400 kV spennu munu þær fyrst um sinn verða reknar á 220 kV. Nýju línurnar eru BÚ3, sem nú er orðin 400 kV lína alla leið frá Búrfelli að Hrauntungum og 400 kV Sandskeiðslína 1.

Frá Hrauntungum að Kúagerði og þaðan áfram að Njarðvíkurheiði liggja tvær 220 kV línur Suðurnesjalína 2 (SN2) og Kolviðarhóllína 2 (KH2) sem er þá framlenging línunnar frá Kolviðarhóli sem nefnd var hér að ofan. Eftir að aðveitustöð hefur risið í fyllingu tímans við Hrauntungur munu nýjar 220 kV línur liggja frá stöðinni að álverinu í Straumsvík og strengir að Hamranesstöðinni.

Frá Reykjanesvirkjun liggja tvær 220 kV línur (RN1 og RN2) að Rauðamel. Frá Svartsengi liggur 132 kV lína (SV1) að Rauðamel, þaðan liggur hún samsíða tveim 220 kV línunum (RN1 og RN2) að Njarðvíkurheiði. Frá Njarðvíkurheiði að Fitjum liggja samsíða tvær 220 kV línur, Helguvíkurlínur 1a og 2a (HL1a og HL2a), einn 132 kV jarðstrengur og ein 132 kV loftlína, Fitjalínur 1 og 2 (FL1 og FL2). Við Fitja fara Helguvíkurlínur í jarðstrengi, HL1b og HL2b. Síðan er reiknað með þriðja 220 kV strengnum frá Njarðvíkurheiði að Helguvík.

Munur á möstrum eftir spennu sést í aukinni hæð mastra og aukinni breidd þeirra með hækkanði spennu. Þannig þýðir breyting úr 220 í 400 kV að möstrin þurfa að hækka að meðaltali um 2,0 m, annars vegar vegna aukningar lágmarkshæðar leiðara yfir jörðu (úr 7,5 m í 8,3 m), hins vegar vegna lengri einangrunarkeðja (úr 3,0 m í 4,2 m). Einnig þurfa möstrin að breikka úr 20 m í 25, 5 m vegna lengri einangrunarkeðja og vegna þess að krafist er aukinnar fjarlægðar frá leiðara yfir í jarðbundna hluta masturs.

1.2 Hljóð

Hljóð í umhverfi hinnar fyrirhuguðu línuleið á milli Hverahlíðar og Helguvíkur er í dag af ýmsum toga, hljóð úr lítt eða ósnortinni náttúru og hljóð eða hávaði vegna ýmissa umsvifa mannsins, t.d. frá bílaumferð ogatvinnustarfsemi. Til viðbótar við þessi hljóð bætist við hljóð frá háspennulínunum, oftast nær veikt en stöku sinnum hávaði.

Í kafla 2 verður fjallað um hljóð frá háspennulínunum, en í töflu 1.1 hér að neðan eru sýnd dæmigerð gildi fyrir hljóð og hávaða í umhverfi mannsins. Hávaði hefur verið skilgreindur sem óæskilegt hljóð, og í töflunni eru dæmin flokkuð í hljóð og hávaða. Þess skal getið að maðurinn skynjar aukningu í hljóðstigi um 10 dB sem tvöföldun hljóðs eða hávaða, en á hinn bóginn tvöfaldast orka hljóðs við 3 dB aukningu hljóðstigs og hætta á skaða fylgir orkuaukningu frekar en skynjun okkar á hávaðaaukningunni.

Tafla 1.1. Hljóð í umhverfi mannsins (Randall McMullan 1991).

<i>Hljóðstig í desibelum, dB</i>	<i>Dæmi um hljóð</i>	<i>Dæmi um hávaða</i>
140		Sársaukamörk
120		Óþægindamörk
100		Loftpressa
80		Mikil umferð
60	Samræður	
40	Stofa	
20	Lágvært sveitaumhverfi	
0	Mörk skynjunar	

1.3 Rafsvið og segulsvið

Raf- og segulsvið í umhverfi hinnar fyrirhuguðu línuleiða mótast því í dag annars vegar af háspennulínunum, og hins vegar af öðrum umsvifum mannsins og náttúrunni.

Í rafmagnsfræðum er oft talað um rafsegulsvið sem eitt svið. Rafsegulbylgjur spanna hins vegar vítt tíðniróf, og verður hér aðeins fjallað um svokallaðar lágtíðni rafsegulbylgjur, þ.e. rafsegulbylgjur af svipaðri tíðni og riðstraumur sem notaður er í orkukerfum, 50 rið (Hz) í Evrópu en 60 Hz í Bandaríkjunum. (Á ensku er talað um ELF=extremely low frequency). Undir þessum kringumstæðum er hægt að tala um tvö óháð svið, rafsvið og segulsvið.

Rafsvið er mælt í V/m (volt á metra) eða kV/m (þúsund volt á metra), og segulsvið er mælt í einingunum tesla (T), gauss (G) eða A/m (amper á metra). Hér verður einingin tesla notuð, eða öllu heldur míkro-tesla (μT ; $1\mu\text{T} = 1/1.000.000$ úr tesla; $1\mu\text{T} = 0,01\text{G}$) í samræmi við venjur í Evrópu. Rafsvið er eingöngu háð spennunum á milli hluta og óháð straumnum. Styrkur segulsviðs er hins vegar eingöngu háður straumnum (mældum í amperum).

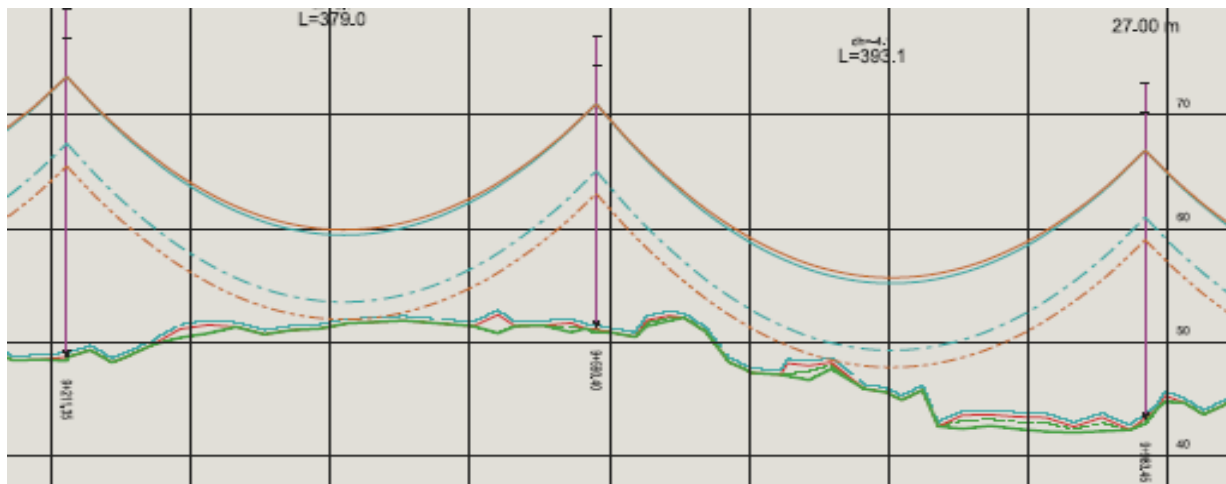
Maðurinn lifir og hrærist í segulsviði jarðar, og þó að það sé í stórum dráttum fast og óumbreytanlegt, þá eru í því daglegar sveiflur (fyrir utan langtímasveiflur) sem stafa m.a. af sólgosum og norðurljósum. Breytilegt segulsvið, eða hreyfing í föstu segulsviði veldur rafstraumum. Umhverfis öll rafmagnstæki, hvort sem eru á heimilum eða í raforkuverum, má búast við rafsegulsviði, missterku eftir efnum og ástæðum. Til að gefa einhverja viðmiðun um styrk segulsviðs er í meðfylgjandi töflu sýnt segulsvið frá ýmsum algengum tækjum auk háspennulína, og til samanburðar er sýnt segulsvið jarðar. Fyrir tækin er gefið segulsvið í dæmigerðri fjarlægð miðað við notkun þeirra.

Hlutur	Fjarlægð (m)	Segulsvið í míkrotesla (μT)
Háspennulína	10 m	1-10
Rafmagnsofnar (eldavélar)	0,3 m	0,15-0,5
Örbylgjuofnar	0,3 m	4-8
Kaffivélar	0,3 m	0,08-0,15
Matvinnsluvélar	0,3 m	0,6-10
Ryksugur	1 m	0,13-2
Hárþurrkur	0,3 m	0,01-7
Rafmagnsrakvélar	0,3 m	15-1500
Rafhitastrengir í gólfi	0,05 m	0,2-3
Vatnsrúm með rafm.hitun	0,10 m	0,04-2,5
Segulsvið jarðar við yfirborð jarðar		50
Daglegar sveiflur í segulsviði jarðar		+/- 1

Sú orka, eða geislun sem fylgir lágtíðni rafsegulsviði eins og hér er til umræðu nær ekki að kljúfa frumefni eða efnasambönd; hún er sögð ójónandi eða ekki-jónandi geislun, til aðgreiningar frá hinn hættulegu, háttíðni jónandi geislun, eins og t.d. röntgengeislun. Lágtíðni geislun er á hinn bóginn ójónandi og hún hefur ekki næga orku til að jóna efni ólíkt háttíðngeisluninni.

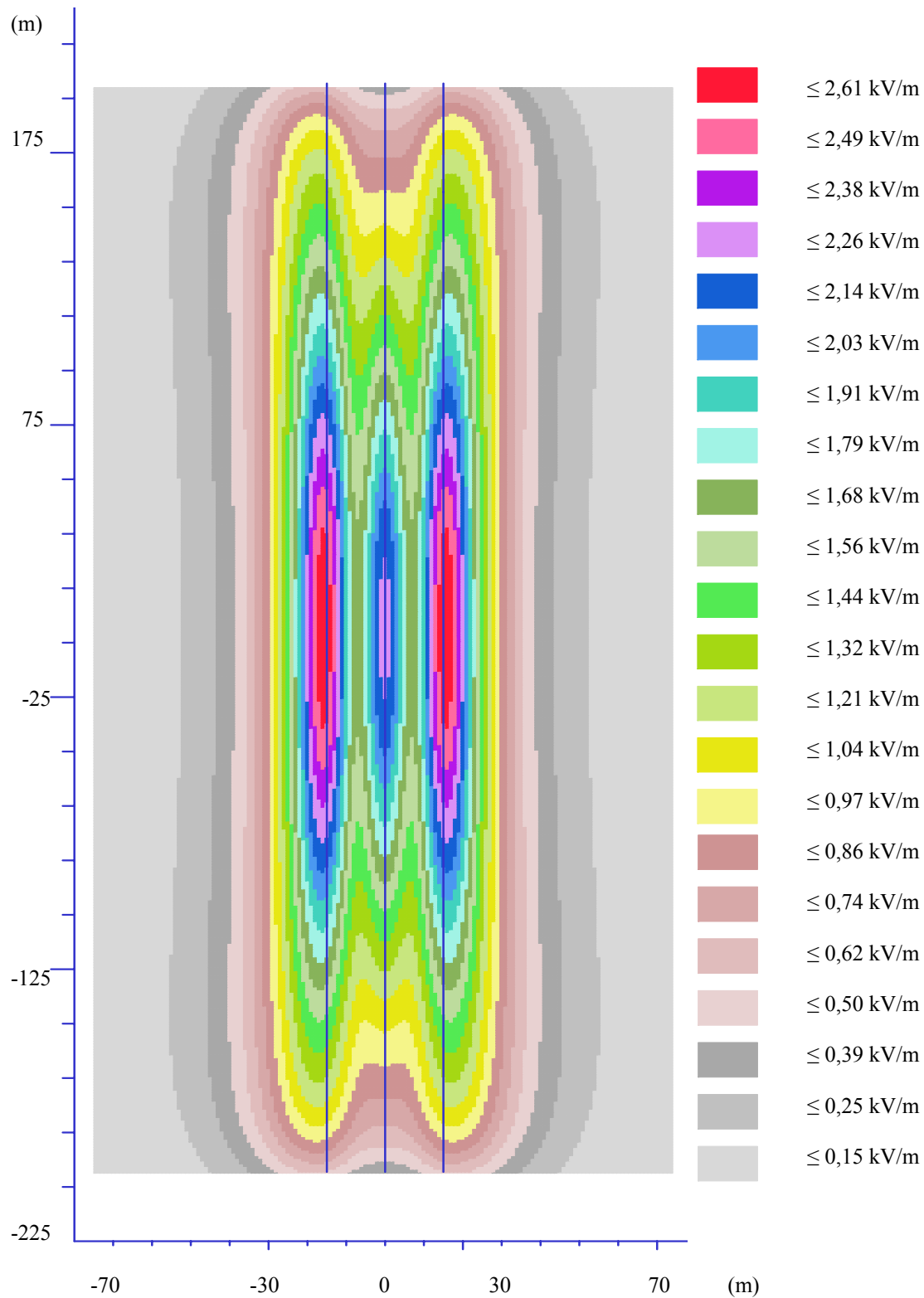
Þegar rafsegulsvið umhverfis línur er reiknað þarf að taka tillit til þess breytileika sem er í hæð leiðara yfir jörðu eftir staðsetningu. Þetta sést vel á mynd 1.1 sem sýnir niðurstöður úr svokölluðu staursetningarforriti en þar eru möstur staðsett á þann veg að tekið er tillit til landfræðilegra aðstæðna á línuleiðinni og þess gætt að lágmarkskröfur um hæð leiðara yfir jörðu séu uppfylldar.

Mynd 1.1 Staursett lagnasnið, þar sem fram koma upplýsingar um landhæð, haflengd og fl.



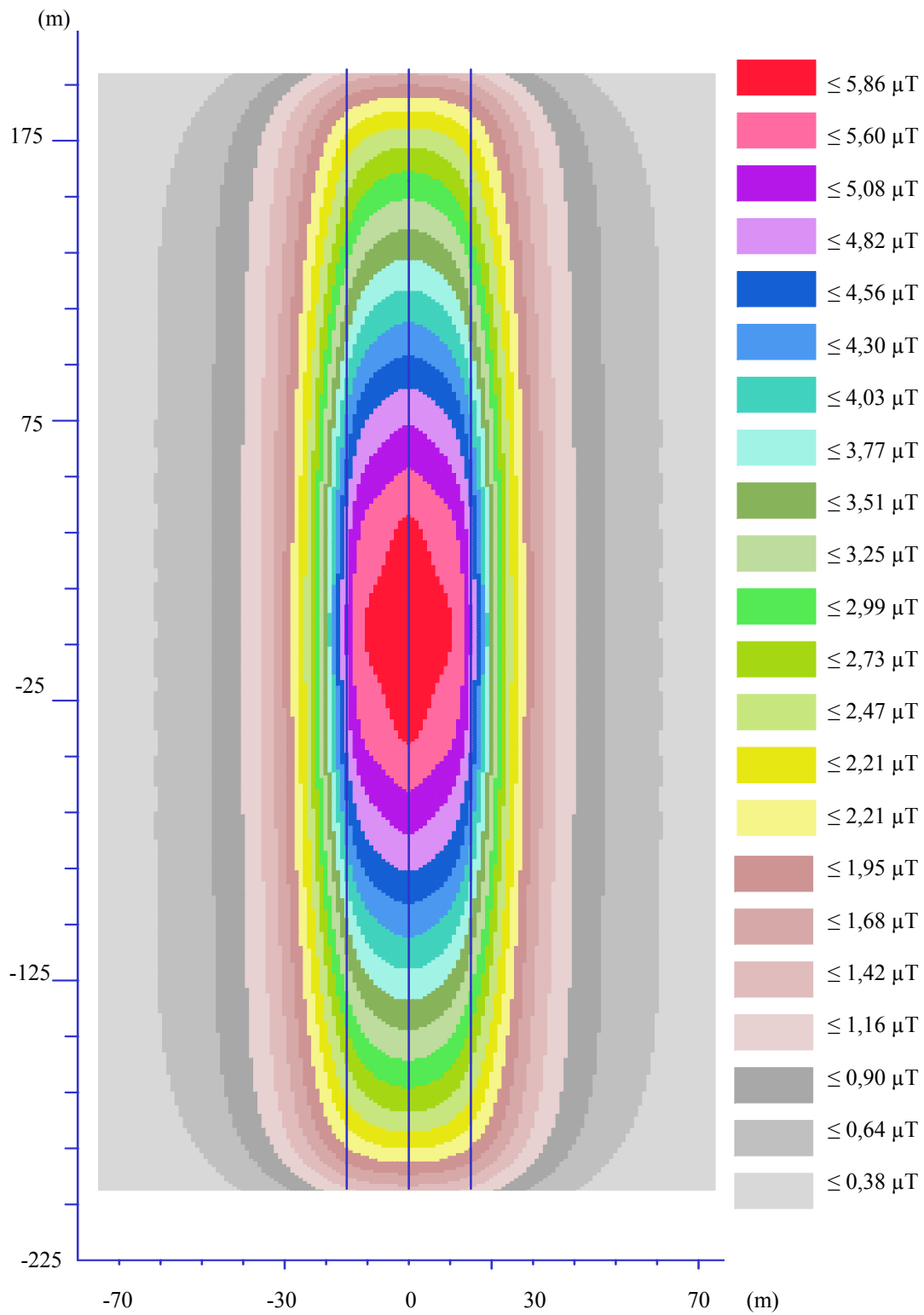
Til einföldunar eru útreikningar á rafsegulsviði gerðir miðað við línur í sléttu landi og þá reikna með hámarks haflengd á milli mastra. Rafsegulsvið er þá sterkast þar sem leiðarar koma næst jörðu mitt á milli mastra, en lækkar þegar kemur nær möstrunum. Þá dvínar rafsegulsviðið mjög hratt til hliðanna. Þetta er sýnt á myndum 1.2 til 1.5, fyrir rafsvið annars vegar, mælt í V/m og segulsvið hins vegar, mælt í μ Tesla. Sviðið er reiknað í 1,8 m hæð yfir jörðu, höfuðhæð. Rafsviðsstyrkur er eingöngu háður rekstrarspennu línunnar sem er yfirleitt mjög nálægt nafnspennu en segulsviðið er í beinu hlutfalli við álagið á línunni og getur því verið mjög breytilegt.

Mynd 1.2 Rafsvið í 1,8 m hæð undir stakstæðri 220 kV línu fyrir 400 m haflengd. 220 kV rekstrarspenna. Leiðarar eru sýndir á myndinni.



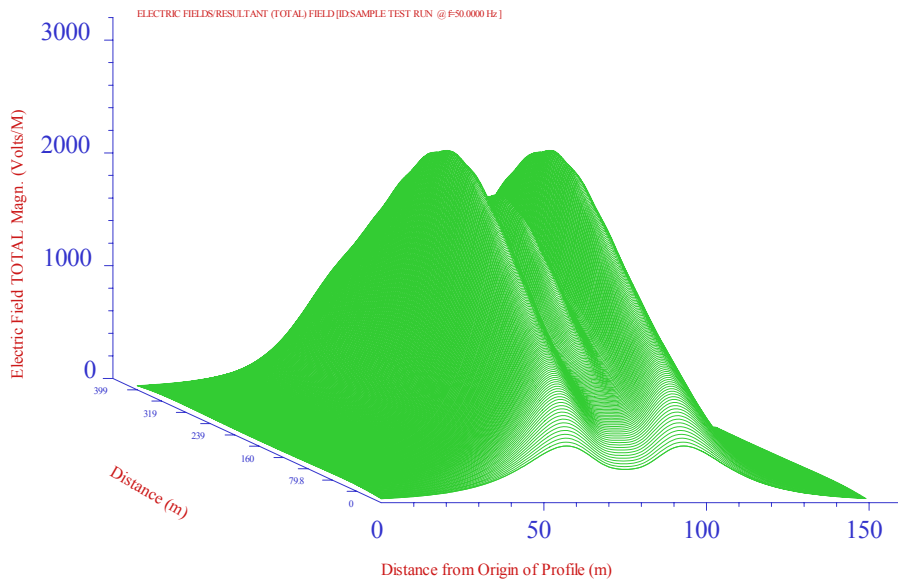
Samkvæmt útreikningum á mynd 1.1 þá er rafsvið komið niður í 0,15 kV/m ±50 m frá miðlínu.

Mynd 1.3 Segulsvið undir stakstæðri 220 kV línu fyrir 400 m haflengd. 170 MVA flutningur eftir línunni. Leiðarar eru sýndir á myndinni.

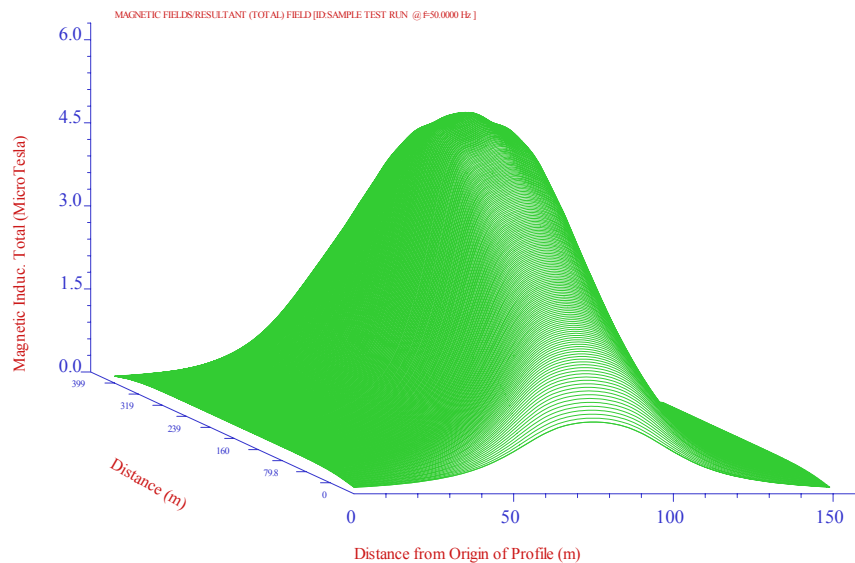


Samkvæmt útreikningum á mynd 1.2 þá er segulsvið komið niður í 0,4 µT ±60 m frá miðlínu.

Mynd 1.4 Þrívíddarmynd af rafsviði í 1,8 m hæð undir stakstæðri 220 kV línu, 400 m haflengd og 220 kV rekstrarspenna.



Mynd 1.5 Þrívíddarmynd af segulsviði undir stakstæðri 220 kV línu fyrir 400 m haflengd. 170 MVA flutningur eftir línunni.



2 ÁHRIF HÁVAÐA

2.1 Almennt

Í 1. kafla var fjallað um hljóð í náttúrulegu umhverfi og hávaða af manna völdum. Hér verður fjallað um hljóð og hávaða frá háspennulínunum. Frá háspennulínunum berst hljóð af tveimur tegundum, annars vegar vindgnað og hinsvegar hljóð af rafrænum uppruna. Hljóð af rafrænum uppruna eru vart merkjanleg á lægri spennum en koma fram þegar spenna hækkar.

2.2 Vindgnauð

Vindgnauð getur myndast við ákveðnar aðstæður, þ.e. vindhraða og stefnu, þegar vindurinn blæs í gegnum stálturta, um leiðara og einangraskálar. Hávaði af þessum orsökum er ekki háður spennu línunnar og því er ekki ástæða til að ætla að hann verði meiri en frá núverandi línunum.

2.3 Hávaði af rafrænum uppruna

Hávaði af rafrænum uppruna skapast af háum rafsviðsstyrk við yfirborð leiðara. Hávaðinn getur verið tvenns konar, annars vegar brak og brestir (breiðbands) og hins vegar lágtíðni tónn með tvöfaldri grunntíðni, þ.e. 100 Hz. Fyrirnefndi hávaðinn er yfirgnæfandi.

Hávaði af rafrænum uppruna breytist mjög eftir veðri, hann er mestur í mikilli rigningu og minnstur í góðu veðri. Ástæðan er sú að vatnsdropar á leiðurunum aflaga rafsviðið við leiðarann og leiða til úrhleðslu (neista) við yfirborðið. Þetta kallast blik eða kóróna.

Háðvaðamörk í reglugerð um hávaða (nr. 724/2008) miðast við jafngildishljóðstig, þ.e. hljóðstig sem samsvarar sömu hljóðorku yfir mælitímann og hinn raunverulegi breytilegi hávaði. Í þeim tilvikum sem hávaði er breytilegur er jafngildishljóðstig lægra en hámarkshljóðstig, hversu mikið lægra er ekki hægt að gefa nein algild svör um.

Hávaði af rafrænum uppruna frá háspennulínu er með þeim hætti að hann er mjög háður veðri eins og áður sagði og því ekki hægt að áætla jafngildishljóðstig. Hávaði í góðu veðri er lítil og því hafa rannsóknir beinst nær eingöngu að því að finna útreikningsaðferðir fyrir hávaða af völdum blikis í rigningu. Hér á eftir verða reiknaðar stærðir fyrir línurnar þar sem tekið er tillit til næmnikúrvu mannseyrans, en til samanburðar er einnig sýnt áætlað hljóðstig í góðu (þurru) veðri;

- L_{A-5} : Hljóðstig í mjög mikilli rigningu (“heavy rain”). Áætlað er að hljóðstigið geti einungis verið hærra 5% tímans, þ.e. tímans sem veður er slæmt.
- L_{A-50} : Hljóðstig þegar yfirborð leiðarans er rakt (“wet conductor”). Áætlað er að hljóðstigið geti verið hærra 50% tímans í slæmu veðri (rigningu).
- L_{A-75} : Hljóðstig þegar yfirborð leiðarans er þurr (“dry conductor”). Almenn er að hljóðstigið hafi lítil sem engin áhrif.

Hávaði í snjókomu fer eftir hve blautur snjórinn er; hann er svipaður og í rigningu ef um er að ræða blautan snjó en mun minni ef snjór er þurr.

Hávaði af völdum blikis í góðu veðri hefur ekki verið rannsakaður jafn mikið og hávaði í slæmu veðri, en til eru aðferðir til að áætla hann út frá útreiknuðum hávaða í mikilli rigningu og ýmsum þáttum í gerð línunnar.

2.4 Reglur um hávaða

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

Tafla 2.1._ Viðmiðunarmörk fyrir hávaða frá atvinnustarfsemi.

Atvinnustarfsemi	Mesta hljóðstig við húsvegg	Virka daga (07-19)	Kvöld og helgidaga (19-23)	Nótt (23-07)
		$L_{Aeq}(07-19)$	$L_{Aeq}(19-23)$	$L_{Aeq}(23-07)$
Íbúðarhúsnæði á íbúðarsvæðum	dB(A)	45	40	50
Íbúðarhúsnæði á verslunarþjónustu- og miðsvæðum.	dB(A)	55	40	55
Dvalarrými á þjónustustofnunum þar sem sjúklingar eða vistmenn dvelja yfir lengri tíma	dB(A)	50	50	60
Iðnaðarsvæði og athafnasvæði	dB(A)	70	70	70
Fristundabyggð	dB(A)	35	35	35

$L_{Aeq(T)}$ stendur fyrir jafngildishljóðstig, mælt yfir tímabil T (t.d. T=24 stundir eða T= frá kl. 07 til kl. 19) skv. Reglugerð um hávaða, nr. 724 (1982) grein 3a). Vegið meðaltalshljóðstig, táknað L_{Aeq} er jafngildishljóðstigi) nema þegar hljóðið inniheldur ríkjandi tón eða högghljóð, en þá bætast 5 dB við mæligildið. Jafngildishljóðstig er ákveðið meðaltalshljóðstig, sem samsvarar sömu hljóðorku yfir ákveðið tímabil og raunverulegur breytilegur hávaði.

2.5 Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá línunum á milli Hellisheiðar og Fitja.

Útreiknað hljóðstig er háð gerð lína, þ.e. hæð og fjarlægð milli fasa, þvermáli og fjölda leiðara og spennustigull á yfirborði leiðara. Spennustigull á yfirborði leiðara ræðst mjög af rekstrarspennu, þvermáli, fjölda leiðara í fasa og fasabili og er því hægt að hafa áhrif á 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]. Aðferðin byggir á því að fyrst er reiknaður spennustigull á yfirborði leiðara í línunni og síðan er tekið meðaltal af útreiknuðum spennustigull í leiðurum hvers leiðarahneppis (“average-maximum bundle gradient”). Spennustigull á leiðurum er háður rekstrarspennu, fjarlægð milli fasa og þvermáli leiðara og hækkar hann með hækkandi spennu, minna fasabili og minna þvermáli. Yfirleitt eru notuð leiðarahneppi með 2-4 leiðurum í fasa á 220 kV línunum, en með því móti verður jafngildisþvermál fasaleiðara meira og þar með lægri spennustigull.

Til að kanna hljóðstig umhverfis 400 kV, 220 kV og 132 kV lína sem liggja á milli Hellisheiðar og Fitja, þarf að skoða nokkur mismunandi tilvik, sjá töflu 2.2.

Tafla 2.2. Lega og heiti samsíða loftlína milli Hellisheiðar og Reykjanesvirkjunar að Fitjum.

Línubil milli svæða	Útreiknað hljóðstig	400 kV	220 kV	132 kV
Hellisheiði – Kolviðarhóll	Mynd 3.1 og tafla 3.1	BU3	BU2 og HL1	
Kolviðarhóll – Sandskeið	Mynd 3.2 og tafla 3.2	BU3	KH2 og KH1	
Sandskeið – Hrauntungur	Mynd 3.3 og tafla 3.3	BU3 og SS1	KH2	
Hrauntungur – Hamranes	Mynd 3.4 og tafla 3.4		KH2 og SN2	
Hrauntungur – Njarðvíkurheiði	Mynd 3.5 og tafla 3.5		KH2 og SN2	
Reykjanesvirkjun - Rauðimelur	Mynd 3.6 og tafla 3.6		RN1 og RN2	
Rauðimelur – Njarðvíkurheiði	Mynd 3.7 og tafla 3.7		RN1 og RN2	SV1
Njarðvíkurheiði-Fitjar	Mynd 3.8 og tafla 3.8		HL1a og HL2a	FL1

Á myndum og töflum 3.1-3.8 má sjá útreiknað hljóðstig umhverfis línur sem liggja á milli Hellisheiðar, Reykjanesvirkjunar og Fitja. Málspenna línanna er 400 kV, 220 kV og 132 kV. Í útreikningum er miðað við að rekstrarþenna sé 400 kV, 220 kV og 132 kV sem ætla má að verði ríkjandi undir eðlilegum kringumstæðum við hámarksálag. Útreikningar eru miðaðir við áætlaða meðalhæð leiðara yfir jörðu. Fasabil 400 kV og 220 kV lína Landsnets er meira en sambærilegra lína á Norðurlöndum vegna meira vindálags og því er spennustigull á yfirborði leiðara lægri. Það leiðir til þess að 400 kV og 220 kV línur Landsnets með tveimur leiðurum í fasa eru hljóðlátari en sambærilegar línur á öðrum Norðurlöndum.

Eins og fyrr hefur komið fram miðast reglugerð um hávaða við jafngildishljóðstig sem ekki er einfalt að áætla fyrir línurnar. Ströngustu gildin sem samkvæmt reglugerðinni þarf að uppfylla eru við frístundabyggð, 35 dB(A). Þar sem hávaði frá línunni í mjög mikilli rigningu drukknar væntanlega í rigningarhávaðanum er eðlilegast að byggja annarsvegar á hljóðstiginu við blautan leiðara ($L_{A-50\%}$) og hinsvegar hljóðstiginu í góðu veðri þegar metin eru áhrif af hávaða frá línunni. Slíkt er t.d. gert við umhverfismat sambærilegra lína í Danmörku. Í sumum löndum er veginn saman hávaði við mismunandi skilyrði og ræður veðurfarssaga á hverjum stað hvaða vægi hver þáttur fær.

Telja má að sá hluti línuleiðarinnar sem er viðkvæmastur gagnvart hávaða sé þar sem línur koma nálægt byggð, við Hafnarfjörð og Njarðvík. Fjarlægð yfir í næstu byggingar er það mikil að hljóðstigið verður komið undir þau mörk sem gilda við frístundabyggð. Háspennulínurnar munu því ekki hafa áhrif á hljóðvist umhverfis sumarhús eða aðrar byggingar og því ekki þörf á aðgerðum vegna hávaða frá línunni.

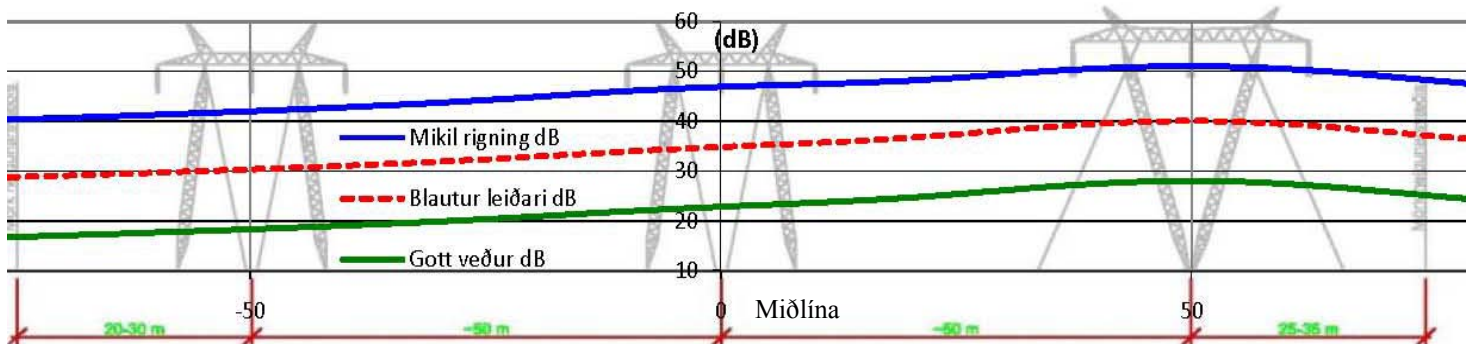
Varðandi truflanir á fjarskiptum er það að segja, að blik (kóróna) á háspennulínunum og úrhleðslur á einangrum geta undir vissum skilyrðum valdið truflunum á fjarskiptum. Þetta á einkum við útvarpsendingar á mið og langbylgju, en engar truflanir verða á FM-bylgju og því er ekki lengur litið á þetta sem umtalsvert vandamál.

3 ÚTREIKNINGAR Á HÁVAÐA

3.1 Línur á milli Hellisheiðar og Kolviðarhóls

Mynd 3.1 Útreiknaður hávaði af völdum blikis frá samsíða línunum (HL1, BU2 og BU3) á milli Hellisheiðar og Kolviðarhóls.

Lína.	220 kV HL1	220 kV BU2	400 kV BU3
Flutn.	406 MVA	303 MVA	590 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV	380 kV
Straumur	1066 A	795 A	852 A



Tafla 3.1 Útreiknaður hávaði af völdum blikis frá samsíða línunum milli Hellisheiðar og Kolviðarhóls.

HL1, BU2 og BU3	Fjarlægð útreikningspunkts frá miðlínu	Hljóðstig í útreikningspunkti, í 1,8 m hæð yfir jörðu		
		dB		
Línur á milli Hellisheiðar og Kolviðarhóls, mynd 3.1	m	Mikil rigning	Blautur leiðari	Gott veður
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveifla leiðara HL1.	-84	39,7	28,2	16,2
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveifla leiðara BU3.	92	46,0	34,9	22,9
Undir HL1	-50	42,0	30,3	18,3
Undir BU2	0	46,9	34,8	22,8
Undir BU3	50	51,0	40,1	28,1

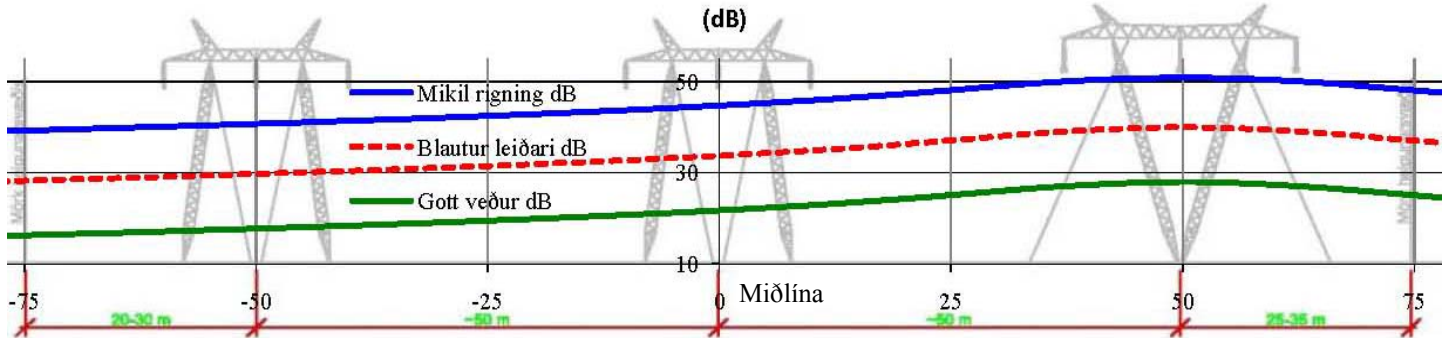
Á mynd 3.1 og töflu 3.1 er sýndur útreiknaður hávaði frá samsíða línunum (HL1, BU2 og BU3) á milli Hellisheiðar og Kolviðarhóls.

Samkvæmt útreikningum í töflu 3.1 að ofan, er jafngildishljóðstig undir mörkum reglugerðar í mörkum byggingarbanns sé miðuð við blautan leiðara.

3.2 Línur á milli Kolviðarhóls og Sandskeiðs

Mynd 3.2 Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá samsíða línunum (KH2, KH1 og BU3) á milli Kolviðarhóls og Sandskeiðs.

Lína.	220 kV KH2	220 kV KH1	400 kV BU3
Flutn.	603 MVA	593 MVA	590 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV	380 kV
Straumur	1583 A	1556 A	852 A



Tafla 3.2 Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá samsíða línunum milli Kolviðarhóls og Sandskeiðs.

KH2, KH1 og BU3	Fjarlægð útreiknings- punkts frá miðlínu	Hljóðstig í útreikningspunkti, í 1,8 m hæð yfir jörðu		
	m	dB		
Línur á milli Kolviðarhóls og Sandskeiðs, mynd 3.2		Mikil rigning	Blautur leiðari	Gott veður
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveifla leiðara KH2.	-84	38,7	27,7	15,7
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveifla leiðara BU3.	92	45,9	34,9	22,9
Undir KH2	-50	40,8	29,7	17,7
Undir KH1	0	44,8	33,7	21,7
Undir BÚ3	50	50,9	28,0	48,0

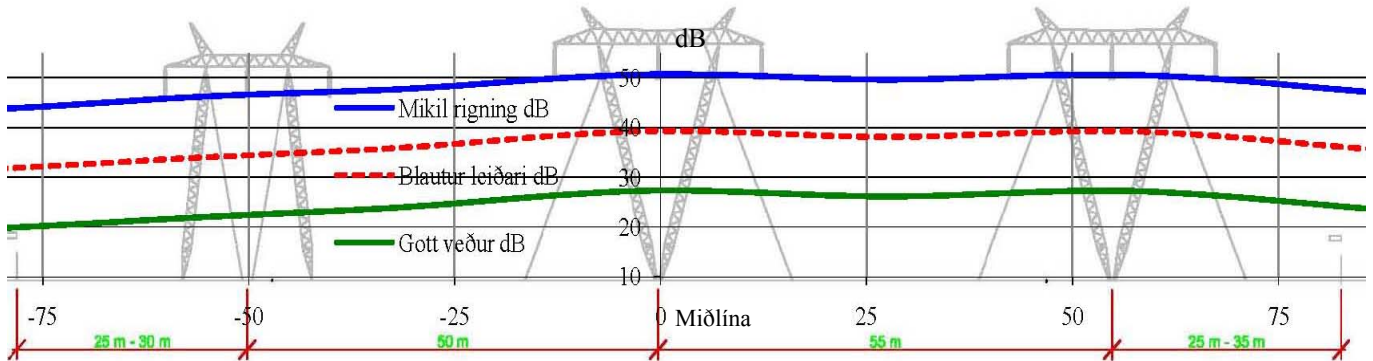
Á mynd 3.2 og töflu 3.2 er sýndur útreiknaður hávaði frá samsíða línunum (KH2, KH1 og BU3) á milli Kolviðarhóls og Sandskeiðs.

Samkvæmt útreikningum í töflu 3.2 að ofan, er jafngildishljóðstig undir mörkum reglugerðar í mörkum byggingarbanns sé miðuð við blautan leiðara.

3.3 Línur á milli Sandskeiðs og Hrauntungna

Mynd 3.3 Útreiknaður hávaði af völdum blikis frá KH2, SS1 og BU3 þar sem þær liggja samsíða á milli Sandskeiðs og Hrauntungna.

Lína.	220 kV KH2	400 kV SS1	400 kV BU3
Flutn.	475 MVA	653 MVA	590 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	380 kV	380 kV
Straumur	1520 A	992 A	896 A



Tafla 3.3 Útreiknaður hávaði af völdum blikis frá samsíða línunum á milli Sandskeiðs og Hrauntungna.

KH2, SS1 og BU3	Fjarlægð útreikningspunks frá miðlínu	Hljóðstig í útreikningspunkti, í 1,8 m hæð yfir jörðu		
	m	dB		
		Mikil rigning	Blautur leiðari	Gott veður
Línur á milli Sandskeiðs og Hrauntungna, mynd 3.3				
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveifla leiðara KH2	-86	43,3	31,4	19,4
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveifla leiðara BU3	94	46,0	34,6	22,6
Undir KH2	-50	46,6	34,4	22,4
Undir SS1	0	50,7	39,3	27,3
Undir BU3	60	50,4	27,0	39,0

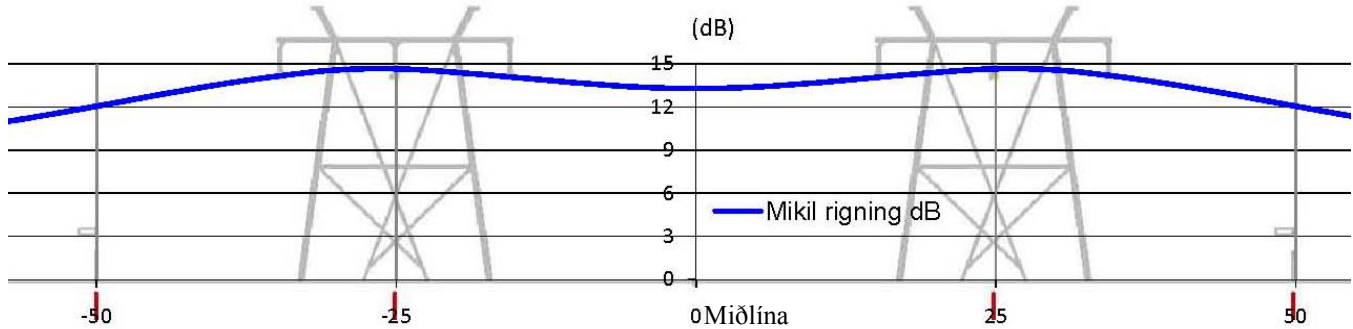
Á mynd 3.3 og töflu 3.3 er sýndur útreiknaður hávaði frá samsíða línunum (KH2, SS1 og BU3) milli Sandskeiðs og Hrauntungna, miðað við framtíðar orkuflutning.

Samkvæmt útreikningum í töflu 3.3 að ofan, er jafngildishljóðstig undir mörkum reglugerðar í mörkum byggingarbanns sé miðað við blautan leiðara.

3.4 Línur á milli Hrauntungna og Hamraness

Mynd 3.4 Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá línun (KH2 og SN2) á milli Hrauntungna og Hamraness.

Lína.	220 kV SS1	220 kV SN2
Flutnin.	640 MVA	439 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV
Straumur	1680 A	1152 A



Tafla 3.4 Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá línun á milli Hrauntungna og Hamraness

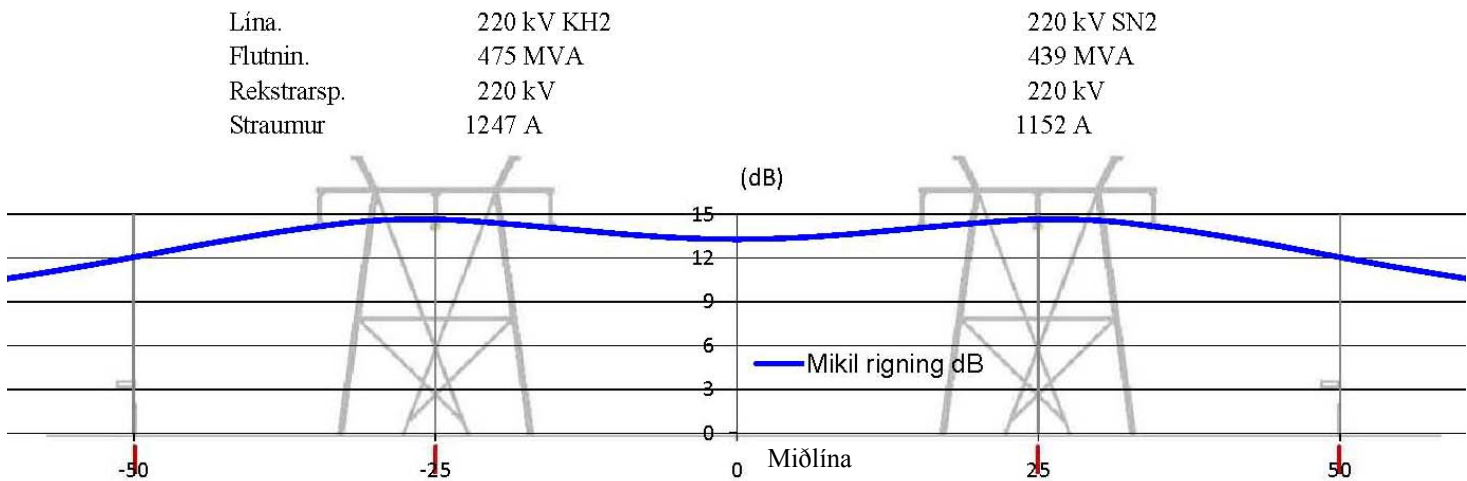
SS1 og SN2	Fjarlægð útreikningspunks frá miðlínu	Hljóðstig í útreikningspunkti, í 1,8 m hæð yfir jörðu		
	m	dB		
Línur á milli Hrauntungna og Hamraness, mynd 3.4		Mikil rigning	Blautur leiðari	Gott veður
<i>Tveir leiðari pr. fasa.</i>				
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara	±67	9,8	-	-
Undir KH2	-45	12,4	-	-
Undir SN2	45	12,9	-	-
Við miðlínu	0	13,6	-	-

Á mynd 3.4 og töflu 3.4 er sýndur útreiknaður hávaði frá línun (SS1 og SN2) á milli Hrauntungna og Hamraness, miðað við framtíðar orkunotkun.

Samkvæmt útreikningum í töflu 3.4 að ofan, er útreiknað jafngildishljóðstig langt undir mörkum reglugerðar. Skýring þess hve lágur hávaði reiknast er að tveir leiðarar eru saman í hverjum fasa en við það verður spennustigull á yfirborði þeirra mjög lágur.

3.5 Línur á milli Hrauntungna og Njarðvíkurheiðar

Mynd 3.5 Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá línun (KH2 og SN2) á milli Hrauntungna og Kúagerðis.



Tafla 3.5 Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá línun á milli Hrauntungna og Njarðvíkurheiðar

KH2 og SN2	Fjarlægð útreikningspunkts frá miðlínu	Hljóðstig í útreikningspunkti, í 1,8 m hæð yfir jörðu		
	m	dB		
Línur á milli Hrauntungna og Kúagerðis, mynd 3.5		Mikil rigning	Blautur leiðari	Gott veður
<i>Tveir leiðari pr. fasa.</i>				
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara	±67	9,8	-	-
Undir KH2	-25	14,9	-	-
Undir SN2	25	14,9	-	-
Við miðlínu	0	13,6	-	-

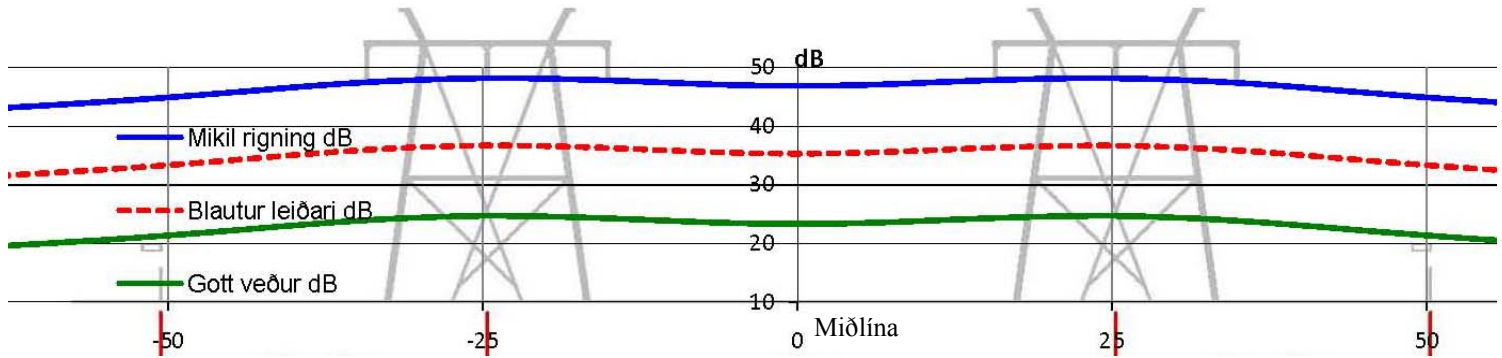
Á mynd 3.5 og töflu 3.5 er sýndur útreiknaður hávaði frá línun (KH2 og SN2) á milli Kúagerðis og Njarðvíkurheiðar, miðað við framtíðar orkuflutning.

Samkvæmt útreikningum í töflu 3.5 að ofan er jafngildishljóðstig langt undir viðmiðunarmörkum. Skýring þess hve lágur hávaði reiknast er að tveir leiðarar eru saman í hverjum fasa.

3.6 Línur á milli Reykjanesvirkjunar og Rauðamels

Mynd 3.6 Útreiknaður hávaði af völdum blikis frá línun (RN1 og RN2) á milli Reykjanesvirkkjunar og Rauðamels

Lína .	220 kV RN1	220 kV RN2
Flutn.	203 MVA	203 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV
Straumur	533 A	533 A



Tafla 3.6 Útreiknaður hávaði af völdum blikis frá línun (RN1 og RN2) á milli Reykjanesvirkkjunar og Rauðamels.

RN1 og RN2	Fjarlægð útreikningspunks frá miðlínu	Hljóðstig í útreikningspunkti, í 1,8 m hæð yfir jörðu		
	m	Mikil rigning	Blautur leiðari	Gott veður
Línur á milli Reykjanesvirkjunar og Rauðamels, mynd 3.7				
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveifla leiðara RN1.	-61	43,5	32,0	20,0
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveifla leiðara RN2.	61	43,4	32,0	20,0
Undir RN1	-25	48,2	36,7	24,7
Undir RN2	25	48,2	36,7	24,7
Við miðlínu	0	46,9	35,3	23,3

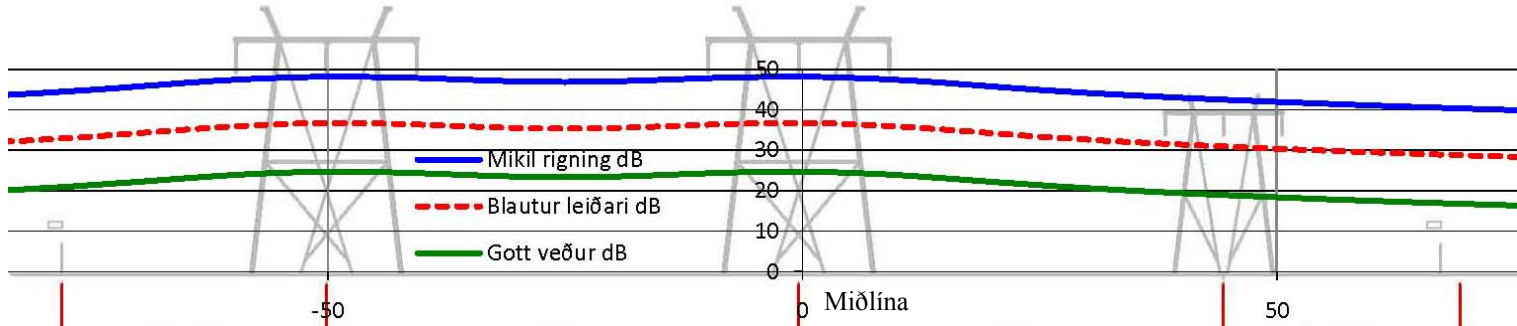
Á mynd 3.6 og töflu 3.6 er sýndur útreiknaður hávaði frá línun (RN1 og RN2) á milli Reykjanesvirkkjunar og Rauðamels, miðuð við framtíðar orkuflutning.

Samkvæmt útreikningum í töflu 3.7 að ofan, er jafngildishljóðstig undir viðmiðunargildi í mörkum byggingarbanns sé miðuð við blautan leiðara.

3.7 Línur á milli Rauðamels og Njarðvíkurheiðar

Mynd 3.7 Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá línun (RN1 og RN2 og SV1) á milli Rauðamels og Njarðvíkurheiðar.

Lína.	220 kV RN1	220 kV RN2	132 kV SV1
Flutn.	203 MVA	203 MVA	100 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV	132 kV
Straumur	533 A	533 A	437 A



Tafla 3.7 Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá samsíða línun (RN1, RN2 og SV1) á milli Rauðamels og Njarðvíkurheiðar.

RN1, RN2 og SV1	Fjarlægð útreikningspunks frá miðlínu	Hljóðstig í útreikningpunkti, í 1,8 m hæð yfir jörðu		
	m	Mikil rigning	Blautur leiðari	Gott veður
Línur á milli Rauðamels og Njarðvíkurheiðar, mynd 3.8				
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveifla leiðara RN1.	-85	43,5	32,0	20,0
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveifla leiðara SV1.	79	39,6	28,0	16,0
Hámarks fjarlægð frá miðlínu að byggingarbanni RN1	-70	45,7	34,2	22,2
Hámarks fjarlægð frá miðlínu að byggingarbanni SV1	20	45,8	34,2	22,2
Undir RN1	-50	48,2	36,7	24,7
Undir RN2	0	48,2	36,7	24,7
Undir SV1	45	42,4	30,8	18,4

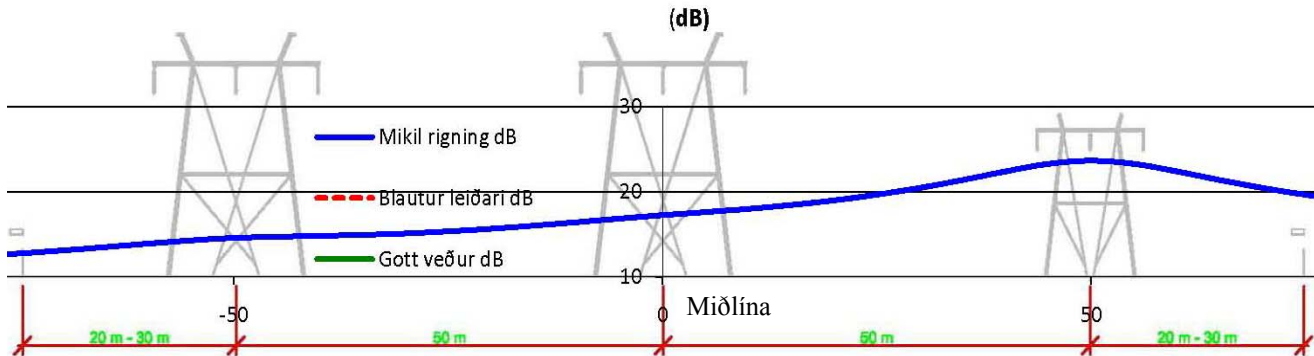
Á mynd 3.7 og töflu 3.7 er sýndur útreiknaður hávaði frá línun (RN1, RN2 og SV1) á milli Rauðamels og Njarðvíkurheiðar, miðað við framtíðar orkuflutning.

Samkvæmt útreikningum í töflu 3.8 að ofan, er jafngildishljóðstig undir viðmiðunargildi í mörkum byggingarbanns sé miðað við blautan leiðara.

3.8 Línur á milli Njarðvíkurheiðar og Fitja

Mynd 3.8 Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá samsíða línur (HL1a, HL2a og FL1) á milli Njarðvíkurheiðar og Fitja.

Lína.	220 kV HL1a	220 kV HL2a	132 kV FL1
Flutn.	376 MVA	376 MVA	67 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV	132 kV
Straumur	987 A	987 A	293 A



Tafla 3.8 Útreiknaður hávaði af völdum blíks frá línur (HL1a, HL2a og FL1) á milli Njarðvíkurheiðar og Fitja, sjá mynd 3.9

HL1a, HL2a og FL1	Fjarlægð útreiknings-punkts frá miðlínu	Hljóðstig í útreiknings-punkti, í 1,8 m hæð yfir jörðu.		
	m	Mikil rigning	Blautur leiðari	Gott veður
Línur á milli Njarðvíkurheiðar og Fitja, mynd 3.9				
<i>Tveir leiðari pr. fasa.</i>				
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveifla leiðara HL1a.	-87	12,1	-	-
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveifla leiðara FL1.	81	19,0	-	-
Undir HL1a	-50	14,6	-	-
Undir HL2a	0	17,3		
Undir FL1	±50	23,7	-	-
Við miðlínu	0	17,3	-	-

Á mynd 3.8 og töflu 3.8 er sýndur útreiknaður hávaði frá línur (HL1a, HL2a og FL1) á milli Njarðvíkurheiðar og Fitja, miðað við framtíðar orkuflutning.

Samkvæmt útreikningum í töflu 3.8 að ofan, er jafngildishljóðstig langt undir viðmiðunargildi í mörkum byggingarbanns.

4 ÁHRIF RAFSVIÐS OG SEGULSVIÐS

4.1 Almennt

Í 1. kafla var fjallað um raf- og segulsvið í náttúrulegu umhverfi og af manna völdum, og þar eru skilgreindar mælistærðir. Hér verður fjallað um raf- og segulsvið frá háspennulínunum.

Rafsvið milli tveggja hluta, t.d. milli leiðara háspennulínu og jarðar, má reikna með því að deila með fjarlægðinni (í metrum) upp í spennunum á milli hlutanna. Rafsvið er þannig eingöngu háð spennunum á milli hluta og óháð straumnum í leiðurunum.

Segulsvið myndast í kringum leiðara þegar um þá fer straumur. Styrkur segulsviðsins er því eingöngu háður straumnum (mældum í amperum) og gerð leiðarans. Segulsviðsstyrkur er óháður spennu á leiðaranum.

4.2 Rafsegulsvið og heilsa

Umræður um áhrif rafsegulsviðs á lífverur hafa verið talsverðar á undanföllum árum og gerðar hafa verið rannsóknir víða um lönd. Rannsókuð hafa verið áhrif rafsegulsviðs á krabbamein, þ.e. hvort dvöl í rafsegulsviði auki líkur á krabbameini. Þessar rannsóknir hafa bæði verið faraldsfræðilegs eðlis og einnig beinst að áhrifum raf- og segulsviðs á lifandi frumur, lífeðlisfræðilegar rannsóknir. Í faraldsfræðilegum rannsóknum er kannað með tölfræðilegum hætti, eftir rannsóknir á fjölda tilfella, hvort þeir sem verða fyrir meira rafsegulsviði en aðrir eigi fremur von á því að fá krabbamein. Samsvarandi faraldsfræðilegar athuganir hafa m.a. sýnt fram á með óyggjandi hætti að samband sé á milli reykinga og lungnakrabbamein. Í lífeðlisfræðilegum rannsóknum er reynt að finna á hvern hátt rafsegulsvið geti breytt eðlilegum frumum í krabbameinsfrumur.

Þeir sjúkdómar sem hér er um að ræða eru mjög fátíðir og fjöldi tilfella því lítil jafnvel hjá milljónaþjóðum. Margar rannsóknir byggja á mjög fáum sjúkdómstilvikum og því er ekki hægt að fá fram tölfræðilega marktækar niðurstöður þó að sumir rannsóknaraðilar telji sig merkja einhverjar vísbendingar. Í því sambandi má einnig geta þess, að sumar athuganir hafa bent til að minni hættu sé á vissum tegundum krabbameina hjá þeim sem eru í segulsviði en hjá öðrum. Almennt virðast sérfræðingar sammála um að ef einhver áhætta sé þarna á ferðinni þá sé hún mjög lítil, a.m.k. í samanburði við aðra þekkta áhættuþætti, t.d. áhrif reykinga á lungnakrabbamein. Ekki hefur heldur tekist að finna á hvern hátt rafsegulsvið gæti valdið breytingu á erfðaefni í frumum þannig að heilbrigðar frumur breytist í krabbameinsfrumur.

Bandaríkjaþing setti lög árið 1992 sem skyldaði orkuráðuneyti Bandaríkjanna til að fela vísindaakademíu Bandaríkjanna að rannsaka þessi tengsl raf- og segulsviðs og sjúkdóma. Vísindaakademían skipaði sérfræðinganevnd til að grandskoða fyrirbyggjandi rannsóknir um hugsanaleg áhrif á heilsu manna frá raf- og segulsviði. Nefndin starfaði í nærri þrjú ár, og fór ofan í kjölfinn á 500 rannsóknum sem gerðar höfðu verið frá 1979. Niðurstöður nefndarinnar voru gefnar út af vísindaráði Bandaríkjanna, í 356 síðna bók (National Research Council 1997). Hér er eftir fylgir þýðing á hluta af niðurstöðunum í ágripi bókarinnar:

Það er niðurstafa nefndarinnar að fyrirbyggjandi rannsóknir sýni að áreiti frá raf- og segulsviði ógni ekki heilsufari manna. Sérstaklega er tekið fram að enginn fullnægjandi (og samstæður) vitnisburður gefi tilefni til að ætla að áreiti frá raf- og segulsviði valdi krabbameini, eða hafi áhrif á sálarlíf einstaklinga, taugaboð, æxlun þeirra eða þroska. Þessi niðurstafa er byggð á ítarlegri greiningu rannsókna á áhrifum raf- og segulsviða (sem hafa lága tíðni) á frumur, vefi og lífverur þar á meðal menn.

4.3 Viðmiðunargildi um leyfilegan styrk rafsegulsviðs

Vegna þess að ekki hefur verið hægt að sýna fram á með ótvíræðum hætti samband milli rafsegulsviðs og heilsufars manna, hafa yfirvöld víðast hvar verið treg að setja fram viðmiðunarreglur um leyfilegan styrkleika raf- og segulsviðs. Þó er oft beitt varúðarreglu við lagningu nýrra orkuflutningslína, þ.e. reynt að staðsetja þær þannig að þær séu ekki of nálægt byggingum, t.d. barnaheimilum eða barnaskólum, ef því verður við komið án mikils aukakostnaðar.

Helstu viðmiðunarreglur (reglugerðir og tilmæli) sem til eru um leyfilegan styrk rafsegulsviðs eru í töflu 4.1. Í töflu 4.2 eru borin saman viðmiðunarmörk reglugerðanna um leyfilegan styrk rafsviðs og segulsviðs gagnvart almenningi, en viðmiðunarmörk í vinnuumhverfi eru önnur og hærri.

Tafla 4.1 Helstu reglugerðir og tilmæli um leyfilegan styrk rafsegulsviðs.

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, felldur 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 4.2 Samanburður á viðmiðunarmörkum 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	10 kV/m	Engar kröfur	640 µT	Engar kröfur
ICNIRP, 1998	5 kV/m		100 µT	
EU Council, 1999	5 kV/m Gildir þar sem búast má við að almenningur dveljist í umtalsverðan tíma		100 µT Gildir þar sem búast má við að almenningur dveljist í umtalsverðan tíma	

Íslendingar eru aðilar að evrópsku staðlasamstarfi á rafmagnssviðinu og því eru Cenelec staðlar yfirleitt teknir upp óbreyttir hér á landi. Sá staðall sem hér hefur verið nefndur var aðeins forstaðall og settur til reynslu í þrjú ár. Þriggja ára gildistíminn rann út í janúar 1998, en var þá framlengdur. Forstaðallinn var síðan felldur úr gildi seint á árinu 1999 samkvæmt, 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 µT gagnvart almenningi. Viðmiðunarmörk fyrir starfsumhverfi eru hærri, eða 10 kV/m og 500 µT. Við ákvörðun viðmiðunarmarkna er gengið út frá þeim rafstraum sem sviðið getur valdið í líkamanum og haft áhrif á taugakerfið. Talið er að straumur yfir 100

mA/m^2 geti truflað starfsemi miðtaugakerfisins og fyrir vinnuumhverfi er notaður öryggisstuðull upp á 10 sem samsvarar 10 mA/m^2 . Öryggisstuðull gagnvart almenningi er 5 sinnum hærri, samtals 50, sem samsvarar 2 mA/m^2 . 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. Engu aðildarríki er þó skylt að fara eftir tilmælunum. Tilmæli Evrópusambandsins miða að því að vernda heilsu almennings og **gilda aðeins á þeim svæðum sem almenningur eyðir umtalsverðum (“significant”) tíma**, sbr. lið (9) í tilmælunum.

Ef tilmæli Evrópusambandsins eru skoðuð, þá eru ekki nein vandkvæði á að uppfylla kröfur um segulsvið með þeirri gerð raforkumannvirkja sem eru byggð og rekin í dag. Rafsviðsmörkin eru á hinn bóginn slík, að ekki næst að uppfylla þau undir línunum á hæstu spennum öðruvísi en með því að hækka möstur nokkuð. Ef horft er til þeirra lína á Íslandi sem byggðar hafa verið fyrir 400 kV rekstur (en flutningur á 220 kV í dag), þá er ljóst að þar sem leiðarar koma næst jörðu, mitt á milli tveggja mastra, verður rafsvið yfir þessum ítrustu varúðarmörkum (5 kV/m) á takmörkuðu svæði undir línunni, eða á u.þ.b. 10% þess svæðis sem er innan byggingarbanns. Nær möstrunum er rafsviðið undir þessum mörkum og sama gildir sé miðað við meðalhæð leiðara. Við mörk byggingarbanns línanna er rafsviðið um þriðjungur þessara ítrustu viðmiðunarmarkanna.

Í þéttbýlum hlutum Evrópu liggja línur oft um íbúðarbyggð og víðast er heimilt að línur liggi yfir íbúðarhúsum. Við slíkar aðstæður, þ.e. þegar búast má við stöðugri eða langvarandi viðveru almennings, er eðlilegt að viðhafa ströng varúðarsjónarmið varðandi rafsegulsvið. Slíku er ekki til að dreifa við þessar línur þar sem rafsegulsvið er langt undir öllum viðmiðunarmörkum utan við mörk byggingarbanns og dvöl í rafsviði sem mælist yfir ströngustu tilmælum um varúðarmörk verður einungis tímabundin og sjaldgæf. Því er eðlilegt að líta svo á, að tilmæli Evrópusambandsins undanskilji línu sem liggur um landsvæði eins og raunin er á með þessar línur.

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 heilsbrigðisástæðum 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 $0,4 \mu\text{T}$. 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 ($0,4 \mu\text{T}$) 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 $0,4 \mu\text{T}$ marka sem nefnd eru að ofan.

4.4 Útreiknað rafsegulsvið umhverfis línur frá Hellisheiði að Fitjum

Háspennulínur frá Hellisheiði að Fitjum eru hannaðar samkvæmt alþjóðlegum stöðlum um einangrunarstig en lágmarkshæð leiðara yfir jörðu og fjarlægðir frá mannvirkjum eru skilgreindar nánar í íslensku þjóðarskjali.

Með styrkingu á 220 kV kerfinu á Suðvesturlandi er verið að koma á mótis við orkuflutning til stórnotenda s.s. álversins. Línurnar byggjast á tveim megin línunum frá Búrfelli með viðkomu í Hellisheiði og þrem línunum að Hrauntungum og tveim megin línunum frá Hrauntungum að Njarðvíkurheiði. Frá Reykjanesvirkjun að Njarðvíkurheiði verða síðan tvær meginlínur. Þessar línur sameinast í nýju tengivirki á Njarðvíkurheiði. Undir venjulegum rekstraskilyrðum mun álagsskiptingin ekki verða jöfn á milli þessara meginlína. Útreikningar á segulsviði eru gerðir út frá forsendum um aflflæði í kerfinu sem byggist á kerfisútreikningum en útreikningar á rafsviði eru miðaðir við að spenna á línunum sé sú sama og nafnspenna.

Við útreikninga á rafsegulsviði umhverfis línuna er miðað við meðalhaf í línunni (um 400 m) og tekið tillit til þess hvernig línan sígur og kemur næst jörðu mitt á milli mastra. Sýndir eru útreikningar fyrir línurnar; þar sem línurnar HL1, BU2 og BU3 liggja samsíða frá Hellisheiði að Kolviðarhól, línurnar KH2, KH1 og BU3 liggja samsíða frá Kolviðarhól að Sandskeiði, línurnar KH2, SS1 og BU3 liggja samsíða frá Sandskeiði að Hrauntungum, línurnar KH2 og SN2 liggja frá Hrauntungum að Kúagerði og áfram að Njarðvíkurheiði. Frá Reykjanesvirkjun liggja línurnar RN1 og RN2 að Rauðamel, frá Svartssengi liggur 132 kV lína að Rauðamel hún liggur samsíða línunum RN1 og RN2 frá Rauðamel að Njarðvíkurheiði. Frá Njarðvíkurheiði liggja línur HL1a, HL2a og FL1 að Fitjum.

Tafla 4.3 Upplýsingar um stærðir, töflur og myndir á línuleið milli Hellisheiðar og Helguvíkur.

<i>Línuleiðir</i>	<i>Línu heiti</i>	<i>Nafnspenna línu</i>	<i>Hæsta leyfilega rekstrarspenna</i>	<i>Flutningur miðast við 625 MW álver</i>	<i>Mynd</i>	<i>Tafla</i>
Hellisheiði – Kolviðarhóll	HL1	220 kV	245 kV	406 MVA	3,1 – Hávaði 5,1 – Rafsvið 5,2 – Segulsvið	3,1 – Hávaði 5,1 – Raf- og segulsvið
	BU2	220 kV	245 kV	303 MVA		
	BU3	380 kV	420 kV	590 MVA		
Kolviðarhóll – Sandskeið	KH2	220 kV	245 kV	603 MVA	3,2 – Hávaði 5,3 – Rafsvið 5,4 – Segulsvið	3,2 – Hávaði 5,2 – Raf- og segulsvið
	KH1	220 kV	245 kV	593 MVA		
	BU3	380 kV	420 kV	590 MVA		
Sandskeið – Hrauntungur	KH2	220 kV	245 kV	475 MVA	3,3 – Hávaði 5,5 – Rafsvið 5,6 – Segulsvið	3,3 – Hávaði 5,3 – Raf- og segulsvið
	SS1	380 kV	420 kV	653 MVA		
	BU3	380 kV	420 kV	590 MVA		
Hrauntungur – Hamranes	SS1	220 kV	245 kV	640 MVA	3,4 – Hávaði 5,7 – Rafsvið 5,8 – Segulsvið	3,4 – Hávaði 5,4 – Raf- og segulsvið
	SN2	220 kV	245 kV	439 MVA		
Hrauntungur – Kúagerði	KH2	220 kV	245 kV	475 MVA	3,5 – Hávaði 5,9 – Rafsvið 5,10 – Segulsvið	3,5 – Hávaði 5,5 – Raf- og segulsvið
	SN2	220 kV	245 kV	439 MVA		
Kúagerði – Njarðvíkurheiði	KH2	220 kV	245 kV	566 MVA	3,6 – Hávaði 5,11 – Rafsvið 5,12 – Segulsvið	3,6 – Hávaði 5,6 – Raf- og segulsvið
	SN2	220 kV	245 kV	439 MVA		
Reykjanesvirkjun – Rauðamels	RN1	220 kV	245 kV	203 MVA	3,7 – Hávaði 5,13 – Rafsvið 5,14 – Segulsvið	3,7 – Hávaði 5,7 – Raf- og segulsvið
	RN2	220 kV	245 kV	203 MVA		
Rauðamels – Njarðvíkurheiði	RN1	220 kV	245 kV	203 MVA	3,8 – Hávaði 5,15 – Rafsvið 5,16 – Segulsvið	3,8 – Hávaði 5,8 – Raf- og segulsvið
	RN2	220 kV	245 kV	203 MVA		
	SV1	132 kV	145 kV	51 MVA		
Njarðvíkurheiði – Fitjar	HL1a	220 kV	245 kV	333 MVA	3,9 – Hávaði 5,17 – Rafsvið 5,18 – Segulsvið	3,9 – Hávaði 5,9 – Raf- og segulsvið
	HL2a	220 kV	245 kV	333 MVA		
	FL1	132 kV	145 kV	51 MVA		

Á Íslandi hafa ekki verið settar reglur um leyfilegan styrk rafsegulsviðs og er því ekki óeðlilegt að tilmæli EU Council frá 1999 séu notuð sem viðmiðun. Í töflum 5.1 til 5.8 eru útreiknuð gildi fyrir línur sem liggja á milli Hellisheiðar og Helguvíkur borin saman við EU Council frá 1999 um mörk raf- og segulsviðs.

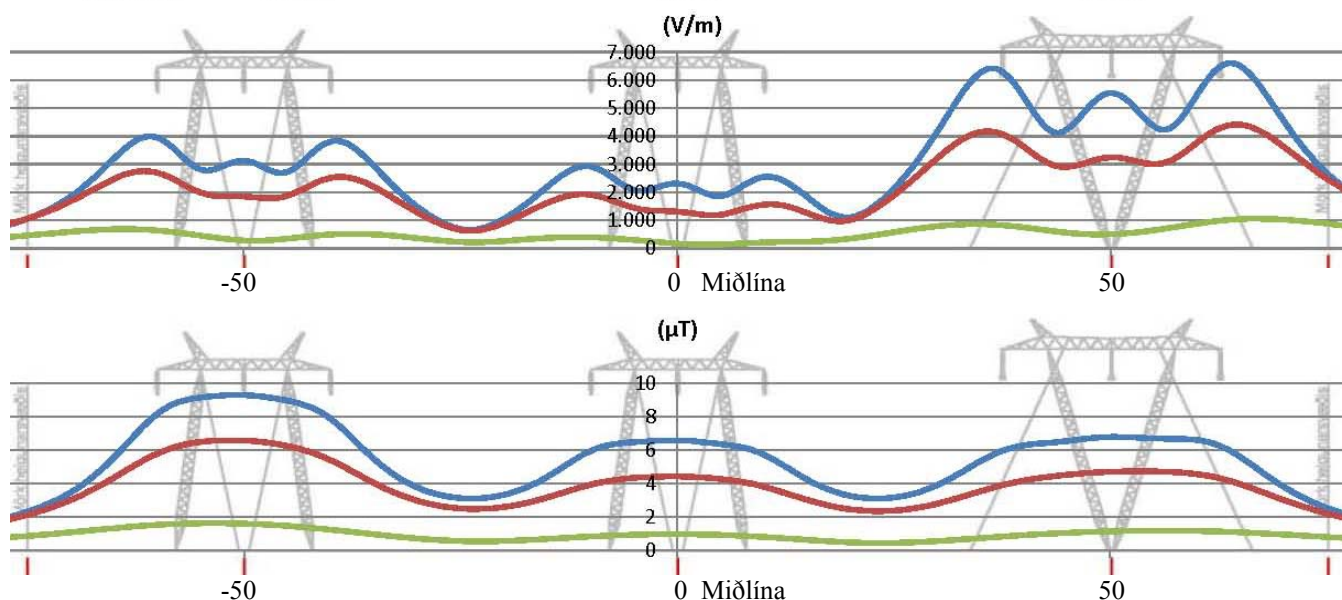
Bæði rafsvið og segulsvið er sterkast undir línunum sjálfum en minnkar hratt til beggja hliða. Undir línunum er það hæst á miðju hafi þar sem leiðarar eru næst jörðu, en lægst við möstur þar sem fjarlægð frá jörðu er mest. Á myndunum hér á næstu síðum er sýndar myndir af útreiknuðu rafsegulsviði undir línunum og einnig í þremur sniðum þvert á línustefnuna, á miðju hafi þar sem leiðarar eru næst jörðu, í fjórðungspunkti þar sem leiðarahæð samsvarar meðalhæð leiðara milli mastranna, og við möstur þar sem fjarlægðin er mest. Allir útreikningar miðast við sviðsstyrk í 1,8 m hæð yfir jörðu (höfuðhæð).

5 ÚTREIKNINGAR Á RAFSVIÐI OG SEGULSVIÐI

5.1 Línur á milli Hellisheiðar og Kolviðarhóls.

Myndir 5.1 og 5.2 Raf- og segulsvið undir samsíða línunum (HL1, BU2 og BU3) á milli Hellisheiðar og Kolviðarhóls. Meðaltals haflengd línanna er 400 m.

Lína.	220 kV HL1	220 kV BU2	400 kV BU3
Flutn.	406 MVA	303 MVA	590 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV	380 kV
Straumur	1066 A	795 A	852 A



Tafla 5.1 Raf- og segulsviði við og undir línun milli Hellisheiðar og Kolviðarhóls.

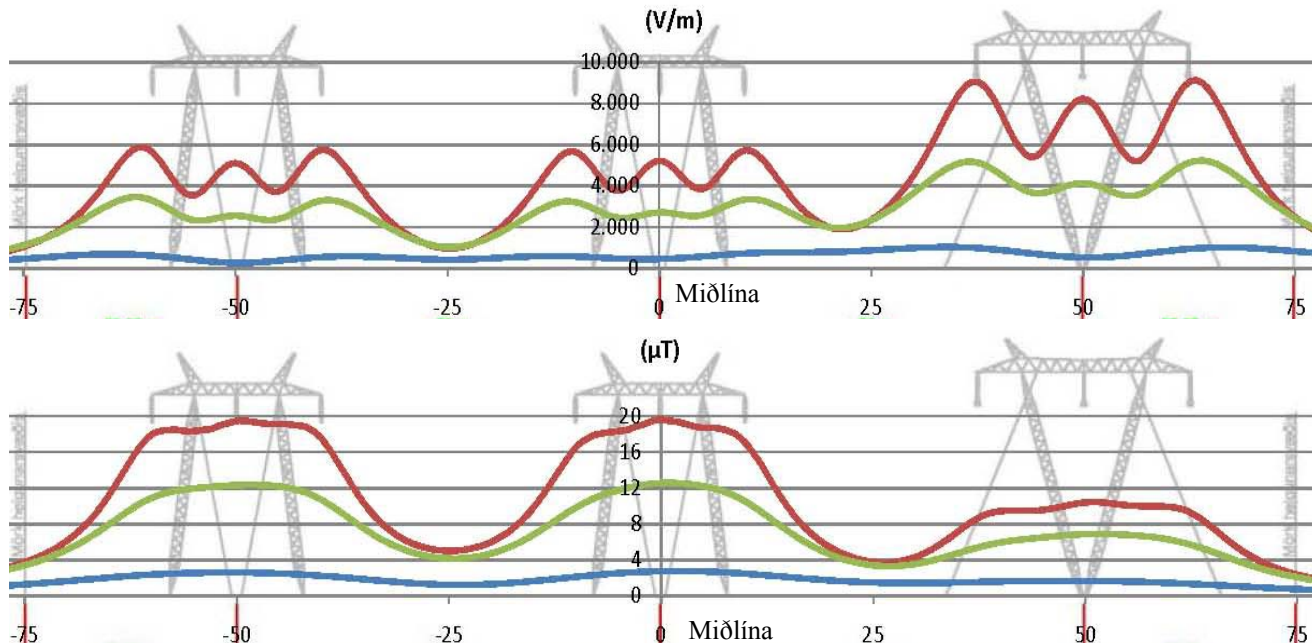
HL1, BU2 og BU3 Línur á milli Hellisheiðar og Kolviðarhóls, myndir 5.1 og 5.2	Fjarlægð útreiknings- punkts frá miðlínu	Rafsvið		Segulsvið	
		Rafsvið 2)	EU Council frá 1999 1)	Segulsvið 2)	EU Council frá 1999 1)
	m	kV/m	%	µT	%
Við turn, undir línu (græn)					
Undir línu HL1	-50	0,29	5,8	1,60	1,60
Undir línu BU2	0	0,17	3,4	0,95	0,95
Undir línu BU3	50	0,51	10,2	1,12	1,12
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara HL1 og BU3	-84/ 92	0,27 / 0,36	5,4 / 7,2	0,6 / 0,42	0,60 / 0,42
Meðalhæð leiðara (1/4), undir línu (rauð)					
Undir línu HL1	-50	1,85	37,0	6,60	6,60
Undir línu BU2	0	1,31	26,2	4,42	4,42
Undir línu BU3	50	3,24	64,8	4,70	4,70
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara HL1 og BU3.	-84/ 92	0,49 / 0,66	9,8 / 13,2	1,67 / 0,93	1,67 / 1,00
Á miðju hafi (1/2), undir línu (blá)					
Undir línu HL1	-50	3,12	62,4	9,3	9,30
Undir línu BU2	0	2,31	46,2	6,6	6,60
Undir línu BU3	50	5,54	110,8	6,8	6,80
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara HL1 og BU3	-84 / 92	0,45 / 0,58	9,0 / 11,6	1,32 / 0,96	1,32 / 0,96

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

5.2 Línur á milli Kolviðarhóls og Sandskeiðs.

Myndir 5.3 og 5.4 Raf- og segulsviði undir samsíða línur (KH2, KH1 og BU3) á milli Kolviðarhóls og Sandskeiðs. Meðaltals hafhlengd línanna er 400 m.

Lína.	220 kV KH2	220 kV KH1	400 kV BU3
Flutn.	603 MVA	593 MVA	590 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV	380 kV
Straumur	1583 A	1556 A	852 A



Tafla 5.2 Raf- og segulsviði við og undir línur milli Kolviðarhóls og Sandskeiðs.

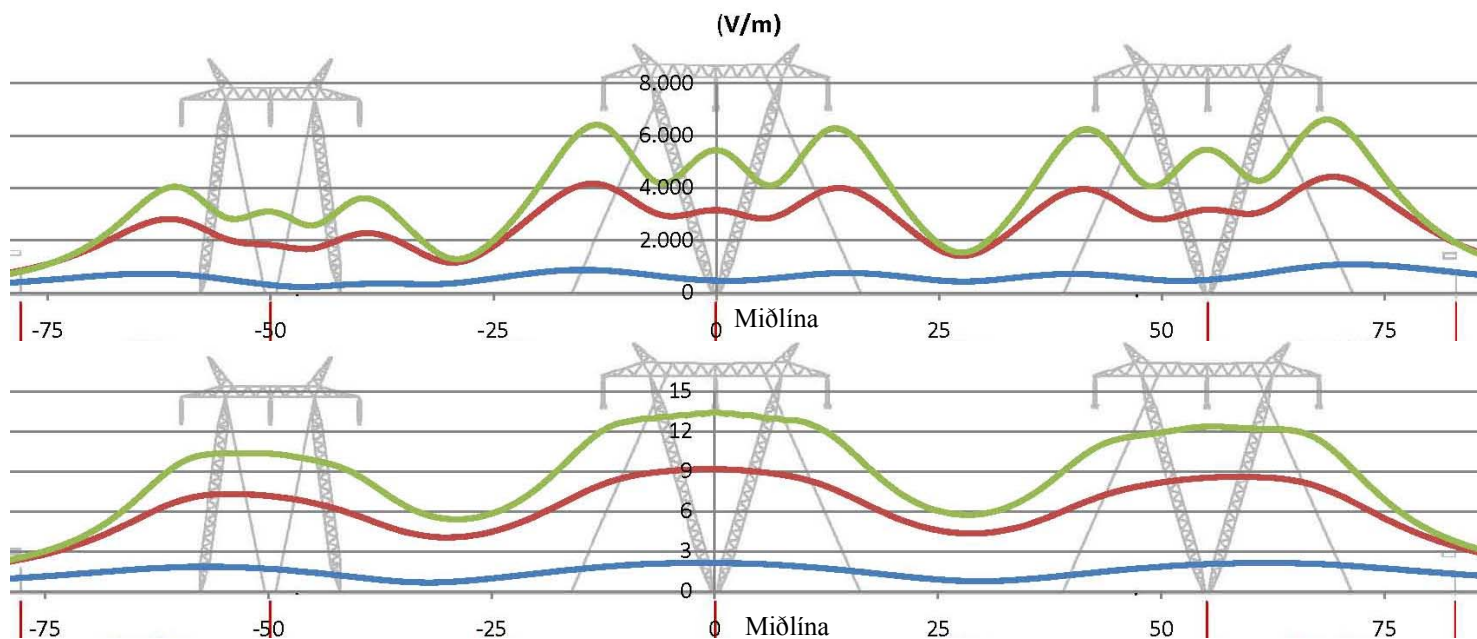
KH2, KH1 og BU3 Línur á milli Kolviðarhóls og Sandskeiðs, myndir 5.3 og 5.4	Fjarlægð útreiknings- punkts frá miðlínu	Rafsvið		Segulsvið	
		Rafsvið 2)	EU Council frá 1999 1)	Segulsvið 2)	EU Council frá 1999 1)
	m	kV/m	%	µT	%
Við turn, undir línu (blá)					
Undir línu KH2	-50	0,28	5,6	2,60	2,60
Undir línu KH1	0	0,47	9,4	2,75	2,75
Undir línu BU3	50	0,55	11,0	1,68	1,68
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara KH2 og BU3	-84/ 92	0,27 / 0,34	5,4 / 6,8	0,82 / 0,29	0,82 / 0,29
Meðalhæð leiðara (1/4), undir línu (græn)					
Undir línu KH2	-50	2,57	51,4	12,31	12,31
Undir línu KH1	0	2,72	54,4	12,57	12,57
Undir línu BU3	50	4,13	82,6	6,86	6,86
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara KH2 og BU3.	-84/ 92	0,49 / 0,58	9,8 / 11,6	1,88 / 0,62	1,88 / 0,62
Á miðju hafi (1/2), undir línu (rauð)					
Undir línu KH2	-50	5,11	102,2	19,48	19,48
Undir línu KH1	0	5,22	104,4	19,60	19,60
Undir línu BU3	50	8,22	164,4	10,40	10,40
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara KH2 og BU3	-84 / 92	0,41 / 0,47	8,2 / 9,4	1,95 / 0,62	1,95 / 0,62

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

5.3 Línur á milli Sandskeiðs og Hrauntungna.

Myndir 5.5 og 5.6 Raf- og segulsviði undir samsíða línur (KH2, SS1 og BU3) á milli Sandskeiðs og Hrauntungna. Meðaltals hafslengd línanna er 400 m.

Lína.	220 kV KH2	400 kV SS1	400 kV BU3
Flutn.	475 MVA	653 MVA	590 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	380 kV	380 kV
Straumur	1520 A	992 A	896 A



Tafla 5.3 Raf- og segulsviði við og undir línur milli Sandskeiðs og Hrauntungna.

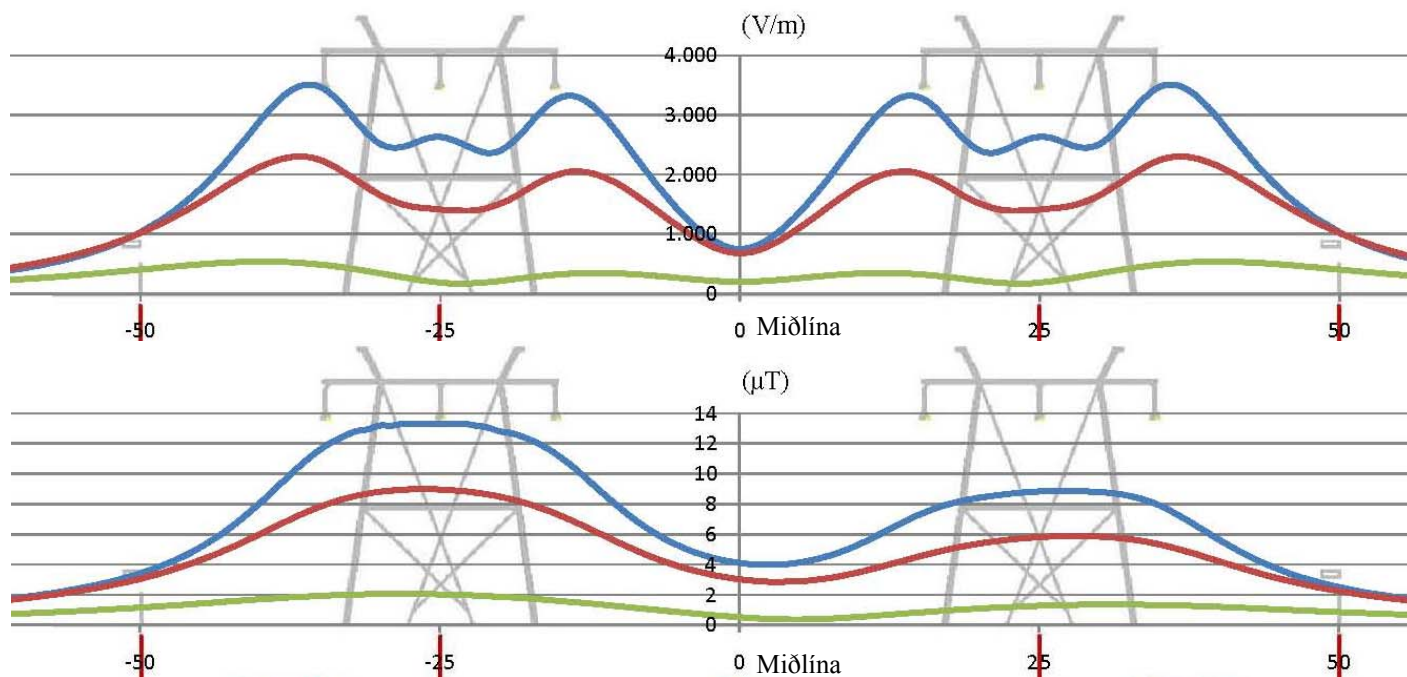
KH2, SS1 og BU3 Línur á milli Sandskeið og Hrauntungna, myndir 5.5 og 5.6	Fjarlægð útreiknings- punkts frá miðlínu	Rafsvið		Segulsvið	
		Rafsvið 2)	EU Council frá 1999 1)	Segulsvið 2)	EU Council frá 1999 1)
	m	kV/m	%	µT	%
Við turn, undir línu (blá)					
Undir línu KH2	-50	0,29	5,8	1,67	1,67
Undir línu SS1	0	0,46	9,2	2,12	2,12
Undir línu BU3	50	0,47	9,4	1,83	1,83
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara KH2 og BU3	-86 / 94	0,26 / 0,44	5,2 / 8,8	0,72 / 0,85	0,72 / 0,85
Meðalhæð leiðara (1/4), undir línu (rauð)					
Undir línu KH2	-50	1,82	36,4	7,15	7,15
Undir línu SS1	0	3,15	63,0	9,15	9,15
Undir línu BU3	50	2,80	56,0	8,16	8,16
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara KH2 og BU3	-86 / 94	0,45 / 0,81	9,0 / 16,2	1,58 / 1,92	1,58 / 1,92
Á miðju hafi (1/2), undir línu (græn)					
Undir línu KH2	-50	3,09	61,8	10,33	10,33
Undir línu SS1	0	5,44	108,8	13,45	13,45
Undir línu BU3	50	4,17	83,4	11,90	11,90
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara KH2 og BU3	-86 / 94	0,41 / 0,73	8,2 / 14,6	1,65 / 2,01	1,65 / 2,01

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

5.4 Línur á milli Hrauntungna og Hamraness.

Myndir 5.7 og 5.8 Raf- og segulsviði undir samsíða 220 kV. línun (SS1 og SN2) milli Hrauntungna og Hamraness. Meðaltals haflengd línanna er 400 m.

Lína.	220 kV SS1	220 kV SN2
Flutnin.	640 MVA	439 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV
Straumur	1680 A	1152 A



Tafla 5.4 Raf- og segulsviði við og undir línun milli Hrauntungna og Hamraness.

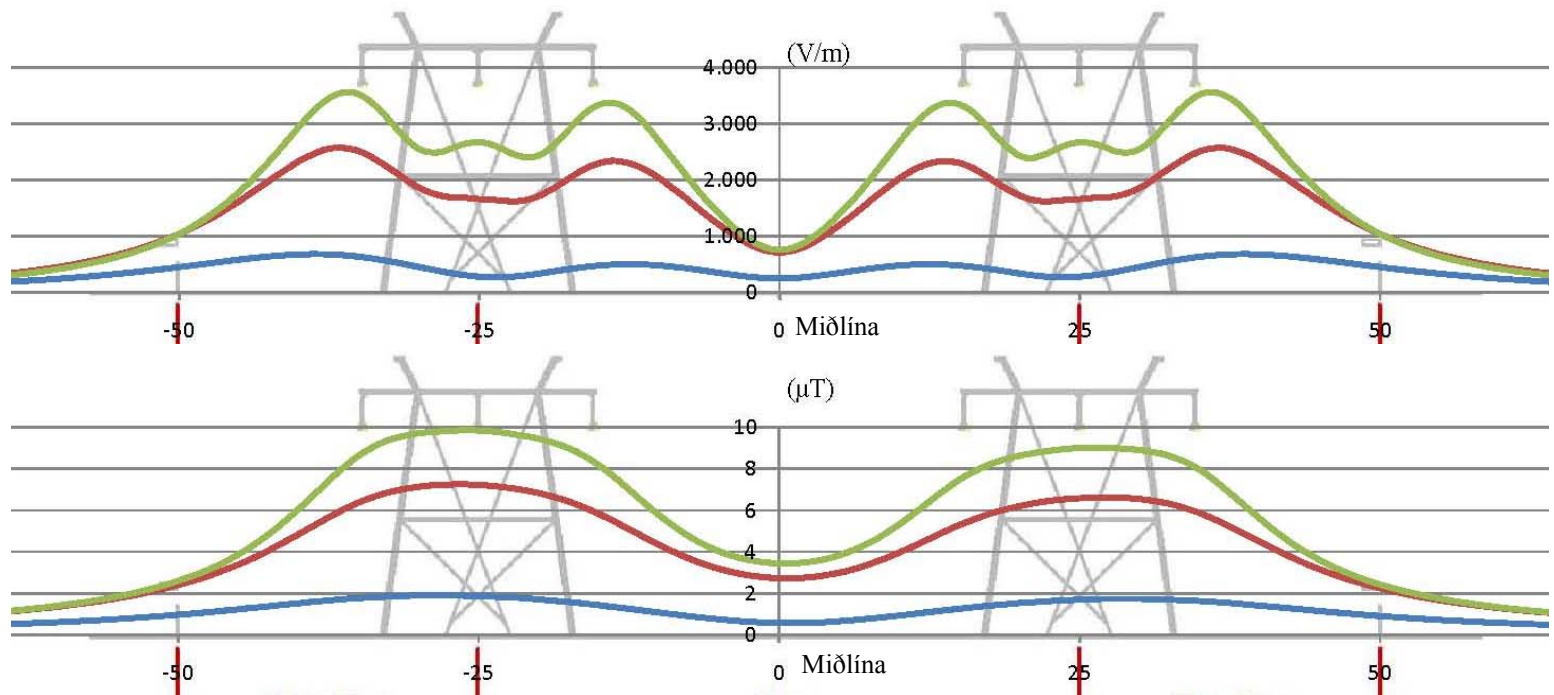
SS1 og SN2 Línur á milli Hrauntungna og Hamraness, myndir 5.7 og 5.8	Fjarlægð útreiknings- punkts frá miðlínu	Rafsvið		Segulsvið	
		Rafsvið 2)	EU Council frá 1999 1)	Segulsvið 2)	EU Council frá 1999 1)
	m	kV/m	%	µT	%
Við turn, undir línu (græn)					
Undir línu SS1	-25	0,18	3,6	2,02	2,02
Undir línu SN2	25	0,18	3,6	1,27	1,27
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara SS1 og SN2	± 61	0,23	4,6	0,56	0,56
Meðalhæð leiðara (1/4), undir línu (rauð)					
Undir línu SS1	-25	1,41	28,2	8,97	8,97
Undir línu SN2	25	1,41	28,2	5,82	5,82
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara SS1 og SN2	± 61	0,43	8,6	1,27	1,27
Á miðju hafi (1/2), undir línu (blá)					
Undir línu SS1	-25	2,63	52,6	13,32	13,32
Undir línu SN2	25	2,63	52,6	8,83	8,83
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara SS1 og SN2	± 61	0,39	7,8	1,33	1,33

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

5.5 Línur á milli Hrauntungna og Kúagerðis.

Myndir 5.9 og 5.10 Raf- og segulsviði undir samsíða 220 kV. línun (KH2 og SN2) milli Hrauntungna og Kúagerðis. Meðaltals haflengd línanna er 400 m.

Lína.	220 kV KH2	220 kV SN2
Flutnin.	475 MVA	439 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV
Straumur	1247 A	1152 A



Tafla 5.5 Raf- og segulsviði við og undir línun milli Hrauntungna og Kúagerðis.

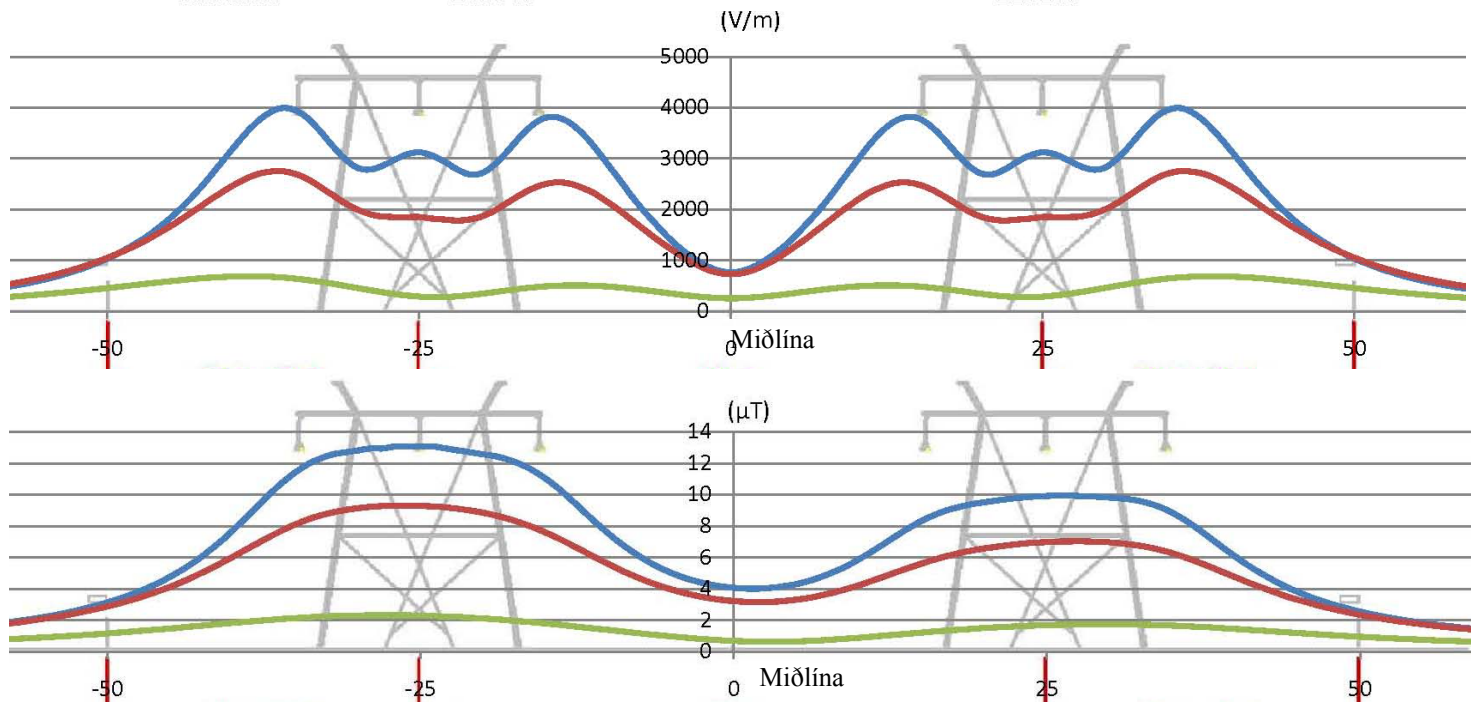
KH2 og SN2 Línur á milli Hrauntungna og Kúagerðis, myndir 5.9 og 5.10	Fjarlægð útreiknings- punkts frá miðlínu	Rafsvið		Segulsvið	
		Rafsvið 2)	EU Council frá 1999 1)	Segulsvið 2)	EU Council frá 1999 1)
	m	kV/m	%	µT	%
Við turn, undir línu (blá)					
Undir línu KH2	-25	0,28	5,6	1,87	1,62
Undir línu SN2	25	0,28	5,6	1,69	1,69
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara KH2 og SN2	± 61	0,23	4,6	2,22	2,22
Meðalhæð leiðara (1/4), undir línu (rauð)					
Undir línu KH2	-25	1,74	34,8	7,22	6,84
Undir línu SN2	25	1,66	33,2	6,58	6,58
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara KH2 og SN2	± 61	0,42	8,4	1,22	1,22
Á miðju hafi (1/2), undir línu (græn)					
Undir línu KH2	-25	2,67	53,4	9,85	9,85
Undir línu SN2	25	2,67	53,4	9,01	9,01
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara KH2 og SN2	± 61	0,39	7,8	1,26	1,26

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

5.6 Línur á milli Kúagerðis og Njarðvíkurheiðar.

Myndir 5.11 og 5.12 Raf- og segulsviði undir samsíða línunum (KH2 og SN2) á milli Kúagerðis og Njarðvíkurheiðar. Meðaltals haf lengd er 400 m.

Lína .	220 kV KH2	220 kV SN2
Flutn.	566 MVA	439 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV
Straumur	1485 A	1152 A



Tafla 5.6 Raf- og segulsviði við og undir samsíða línunum milli Kúagerðis og Njarðvíkurheiðar.

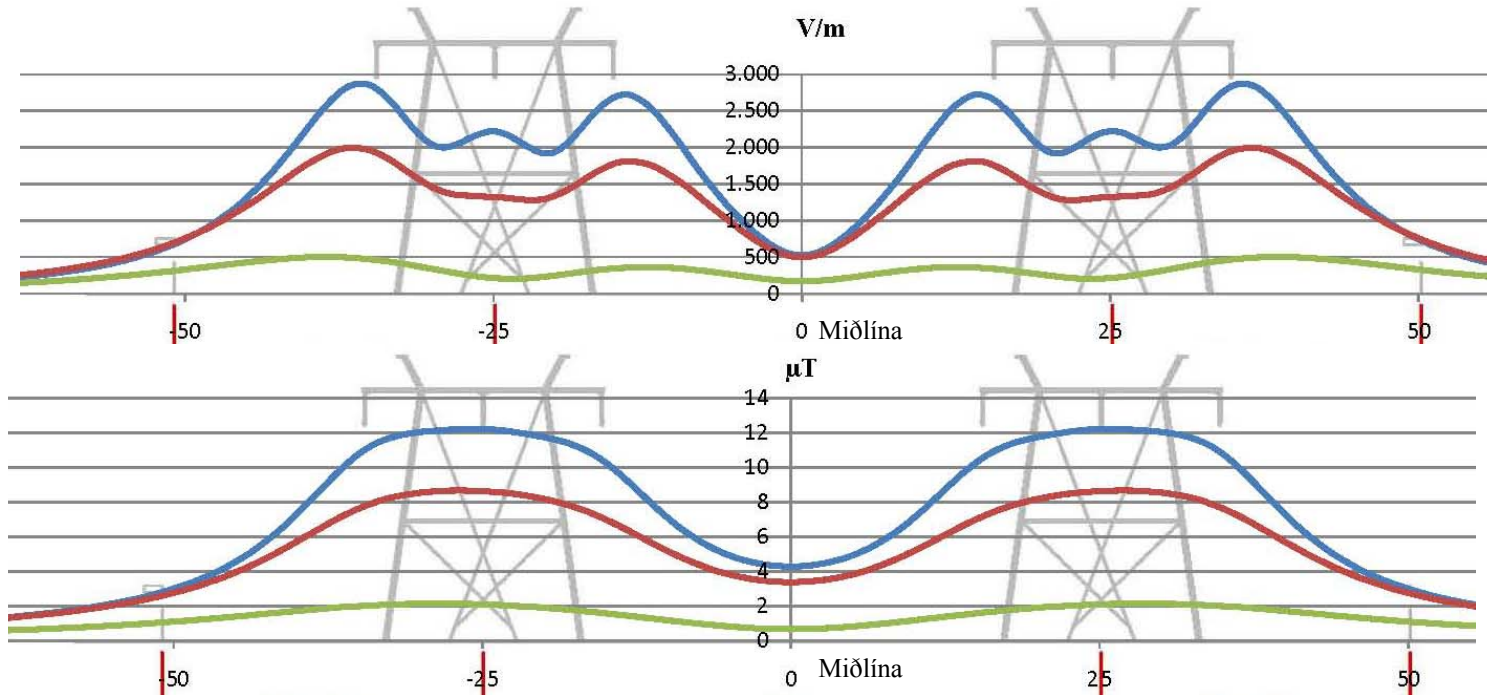
KH2 og SN2	Fjarlægð útreikningspunkts frá miðlínu	Rafsvið		Segulsvið	
		Rafsvið 2)	EU Council frá 1999 1)	Segulsvið 2)	EU Council frá 1999 1)
Línur á milli Kúagerðis og Njarðvíkurheiðar, myndir 5.11 og 5.12	m	kV/m	%	µT	%
Við turn, undir línu (græn)					
Undir línu KH2	-25	0,29	5,8	2,27	2,27
Undir línu SN2	25	0,29	5,8	1,67	1,67
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara KH2 og SN2	±61	0,23	4,6	0,68	0,77
Meðalhæð leiðara (1/4), undir línu (rauð)					
Undir línu KH2	-25	1,85	37,0	9,29	9,29
Undir línu SN2	25	1,85	37,0	6,97	6,97
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara KH2 og SN2	±61	0,42	8,4	1,52	1,52
Á miðju hafi (1/2), undir línu (blá)					
Undir línu KH2	-25	3,12	62,4	13,07	13,07
Undir línu SN2	25	3,12	62,4	9,92	9,92
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara KH2 og SN2	±61	0,37	7,4	1,57	1,57

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

5.7 Línur á milli Reykjanesvirkjunar og Rauðamels.

Myndir 5.13 og 5.14 Raf- og segulsviði undir línun (RN1 og RN2) á milli Reykjanesvirkjunar og Rauðamels. Meðaltals haflengd er 400 m.

Lína	220 kV RN1	220 kV RN2
Flutn.	203 MVA	203 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV
Straumur	533 A	533 A



Tafla 5.7 Raf- og segulsvið við og undir línun milli Reykjanesvirkjunar og Rauðamels.

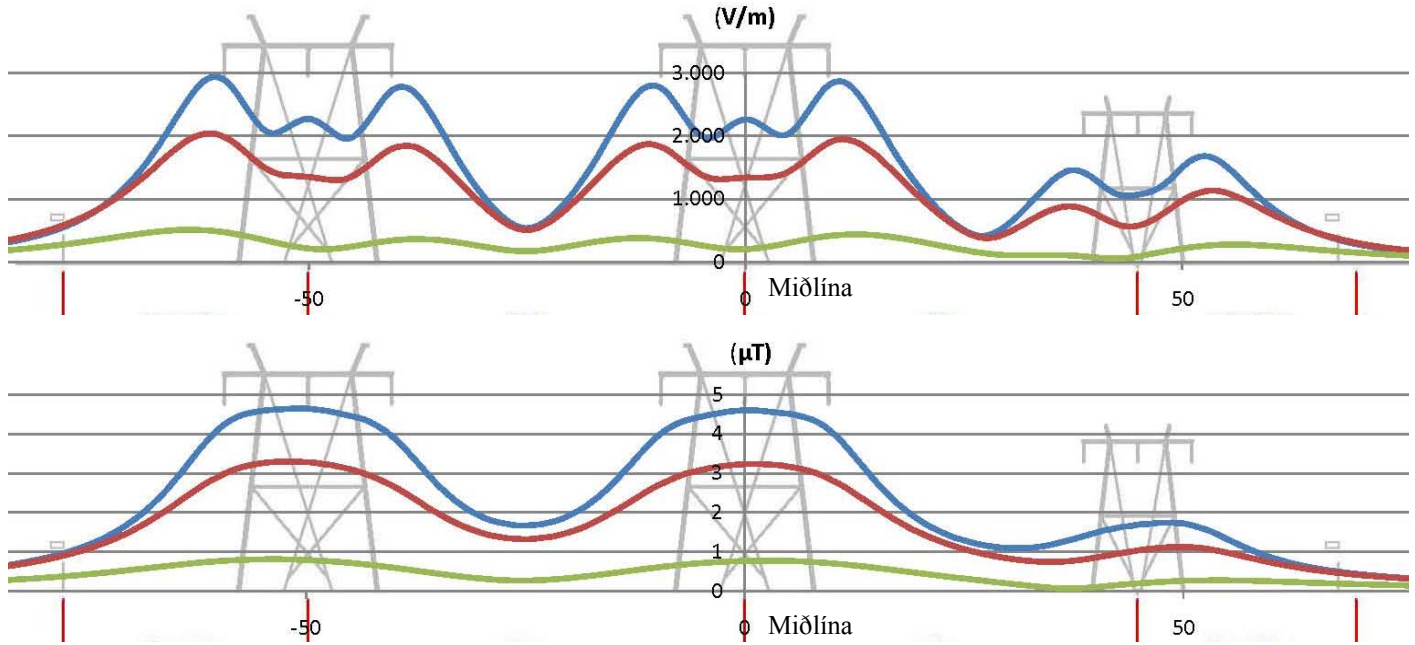
RN1 og RN2 Línur á milli Reykjanesvirkjunar og Rauðamels, myndir 5.13 og 5.14	Fjarlægð útreiknings- punkts frá miðlínu	Rafsvið		Segulsvið	
		Rafsvið 2)	EU Council frá 1999 1)	Segulsvið 2)	EU Council frá 1999 1)
	m	kV/m	%	µT	%
Við turn, undir línu (græn)					
Undir línu RN1	-25	0,21	4,2	2,10	2,10
Undir línu RN2	25	0,21	4,2	2,10	2,10
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara RN1 og RN2	±61	0,17	3,4	0,67	0,67
Meðalhæð leiðara (1/4), undir línu (rauð)					
Undir línu RN1	-25	1,32	26,4	8,63	8,63
Undir línu RN2	25	1,32	26,4	8,63	8,63
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara RN1 og RN2	±61	0,30	6,0	1,48	1,48
Á miðju hafi (1/2), undir línu (blá)					
Undir línu RN1	-25	2,22	44,4	12,20	12,20
Undir línu RN2	25	2,22	44,4	12,20	12,20
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara RN1 og RN2	±61	0,27	5,4	1,53	1,53

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

5.8 Línur á milli Rauðamels og Njarðvíkurheiðar.

Myndir 5.15 og 5.16 Raf- og segulsviði undir línunum (RN1, RN2 og SV1) á milli Rauðamels og Njarðvíkurheiðar. Meðaltals haflengd línanna er 400 m.

Lína.	220 kV RN1	220 kV RN2	132 kV SV1
Flutn.	203 MVA	203 MVA	51 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV	132 kV
Straumur	533 A	533 A	223 A



Tafla 5.8 Raf- og segulsviði við og undir línunum milli Rauðamels og Njarðvíkurheiðar.

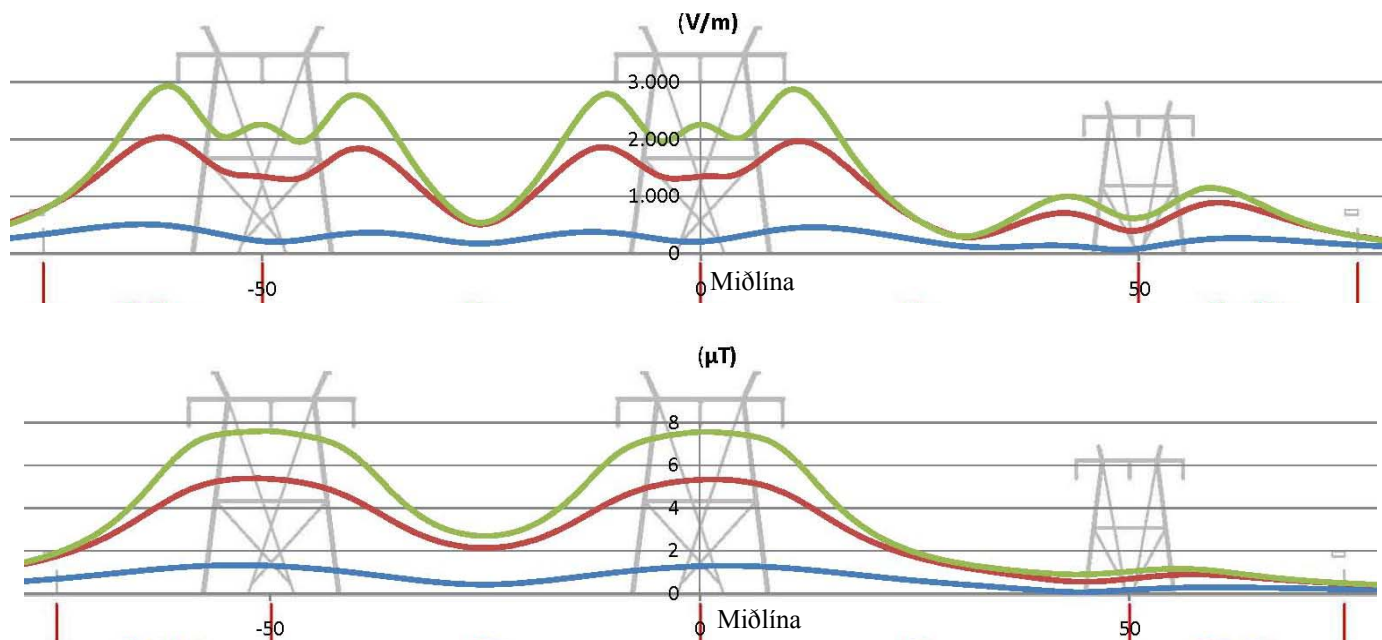
RN1, RN2 og SV1	Fjarlægð útreiknings- punkts frá miðlínu	Rafsvið		Segulsvið	
		Rafsvið 2)	EU Council frá 1999 1)	Segulsvið 2)	EU Council frá 1999 1)
Línur á milli Rauðamels og Njarðvíkurheiðar, myndir 5.15 og 5.16	m	kV/m	%	µT	%
Við turn, undir línu (græn)					
Undir línu RN1	-50	0,22	4,4	0,79	0,79
Undir línu RN2	0	0,21	4,2	0,77	0,77
Undir línu SV1	45	0,09	1,8	0,20	0,20
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara RN1 og SV1	-85 / 79	0,18 / 0,09	3,6 / 1,8	0,27 / 0,13	0,27 / 0,13
Meðalhæð leiðara (1/4), undir línu (rauð)					
Undir línu RN1	-50	1,35	27,0	3,28	3,28
Undir línu RN2	0	1,34	26,8	3,23	3,23
Undir línu SV1	45	0,58	11,6	1,04	1,04
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara RN1 og SV1	-85 / 79	0,33 / 0,15	6,6 / 3,0	0,61 / 0,28	0,61 / 0,28
Á miðju hafi (1/2), undir línu (blá)					
Undir línu RN1	-50	2,27	45,40	4,65	4,65
Undir línu RN2	0	2,26	45,20	4,60	4,60
Undir línu SV1	45	1,07	21,4	1,70	1,70
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara RN1 og SV1	-85 / 79	0,30 / 0,13	6,0 / 2,6	0,63 / 0,29	0,63 / 0,29

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

5.9 Línur á milli Njarðvíkurheiðar og Fitja.

Myndir 5.17 og 5.18 Raf- og segulsviði undir línunum (HL1a, HL2a og FL) á milli Njarðvíkurheiðar og Fitja. Meðaltals hafllengd línanna er 400 m.

Lína.	220 kV HL1a	220 kV HL2a	132 kV FL1
Flutn.	376 MVA	376 MVA	51 MVA
Rekstrarsp.	220 kV	220 kV	132 kV
Straumur	987 A	987 A	223 A



Tafla 5.9 Raf- og segulsviði við og undir línunum milli Njarðvíkurheiðar og Fitja.

HL1a, HL2a og FL1	Fjarlægð útreikningspunks frá miðlínu	Rafsvið		Segulsvið	
		Rafsvið 2)	EU Council frá 1999 1)	Segulsvið 2)	EU Council frá 1999 1)
Línur á milli Njarðvíkurheiðar og Fitja, myndir 5.17 og 5.18	m	kV/m	%	µT	%
Við turn, undir línu (blá)					
Undir línu HL1a	-50	0,22	4,4	1,31	1,31
Undir línu HL2a	0	0,21	4,2	1,28	1,28
Undir línu FL1	50	0,09	1,8	0,18	0,18
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara HL1a og FL1	-87 / 81	0,16 / 0,10	3,2 / 2,0	0,40 / 0,18	0,40 / 0,18
Meðalhæð leiðara (1/4), undir línu (rauð)					
Undir línu HL1a	-50	1,35	27,0	5,37	5,37
Undir línu HL2a	0	1,35	27,0	5,33	5,33
Undir línu FL1	50	0,41	8,2	0,70	0,70
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara HL1a og FL1	-87 / 81	0,29 / 0,19	5,8 / 3,8	0,89 / 0,38	0,89 / 0,38
Á miðju hafi (1/2), undir línu (græn)					
Undir línu HL1a	-50	2,26	45,2	7,60	7,60
Undir línu HL2a	0	2,26	45,2	7,56	7,56
Undir línu FL1	50	0,63	12,6	1,04	1,04
Reiknuð mörk byggingarbanns er miðuð við dæmigerða útsveiflu leiðara HL1a og FL1	-87 / 81	0,26 / 0,18	5,2 / 3,6	0,92 / 0,39	1,04 / 0,39

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