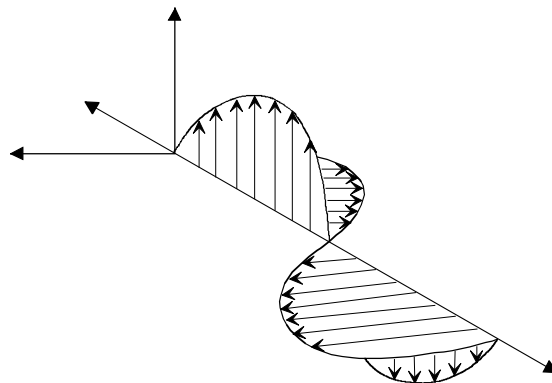




Landsvirkjun

Um rafsegulsvið.

Nokkrar almennar upplýsingar.



apríl 1998

Unnið af:
Eymundi Sigurðssyni

VKR9802

<u>EFNI:</u>	SÍDA:
1. INNGANGUR.	4
2. UM RAFSEGULSVIÐ.	4
2.1 RAFSVIÐ.	6
2.2 SEGULVIÐ.	6
2.3 SAMANBURÐUR RAF- OG SEGULSVIÐA.	7
3. UM ÁHRIF RAFSEGULSVIÐS Á LIFANDI VERUR.	7
4. ÁHUGAVERÐAR RANNSÓKNIR.	9
5. VIÐMIÐUNARGILDI UM STYRK RAFSEGULSVIÐS.	10
6. VANDAMÁL AF VÖLDUM RAFSEGULSVIÐS.	11
7. MÆLINGAR Á RAFSEGULSVIÐI.	12
8. AÐGERÐIR TIL AÐ DRAGA ÚR ÁHRIFUM RAFSEGULSVIÐS.	12
9. ALGENGAR SPURNINGAR OG SVÖR.	13
10. STÖÐRIT, HEIMILDIR.	16

1. Inngangur.

Af þeirri umræðu sem verið hefur í fjölmiðlum má ætla að verulega skorti á að fólk hafi kynnt sér nægjanlega hvað rafsegulsvið séu og hvernig þau eru notuð og mæld. Ætlunin með þessari greinagerð er að koma á blað nokkrum almennum upplýsingum til aðila sem leita eftir upplýsingum frá Landsvirkjun um rafsegulsvið.

Í upphafi er rétt að benda á ítarlega skýrslu nefndar sem bandaríkjaþing setti á laggirnar til að taka saman yfirlit yfir allar rannsóknir sem gerðar hafa verið og meta stöðuna í dag út frá því. Þessi skýrsla var gefin út í eftirfarandi bók: *Posible Health Effects of Exposure to Residential Electric and Magnetic Fields*, National Academy Press, Washington, D.C: 1997.

2. Um rafsegulsvið.

Rafsegulsvið eru vel þekkt og skilgreind fyrirbrigði í eðlisfræðinni og hafa þær reikniaðferðir sem eðlisfræðingar nota til að lýsa þeim nýst vel í rúma öld. Raftæki og mælitæki sem við notum í dag byggja á útreikningum út frá þessum reikniaðferðum. Auðvelt er að mæla þessi svið og sýnir reynslan að útreikningar falla vel að mældum gildum. *Það er því mjög hæpið að halda því fram að mælingar með slíkum tækjum sýni eitthvað annað en venjuleg og vel skilgreind rafsegulsvið.* Til að átta sig betur á hvað rafsegulsvið og rafsegulbylgjur eru er nauðsynlegt að átta sig á nokkrum grundvallar hugtökum.

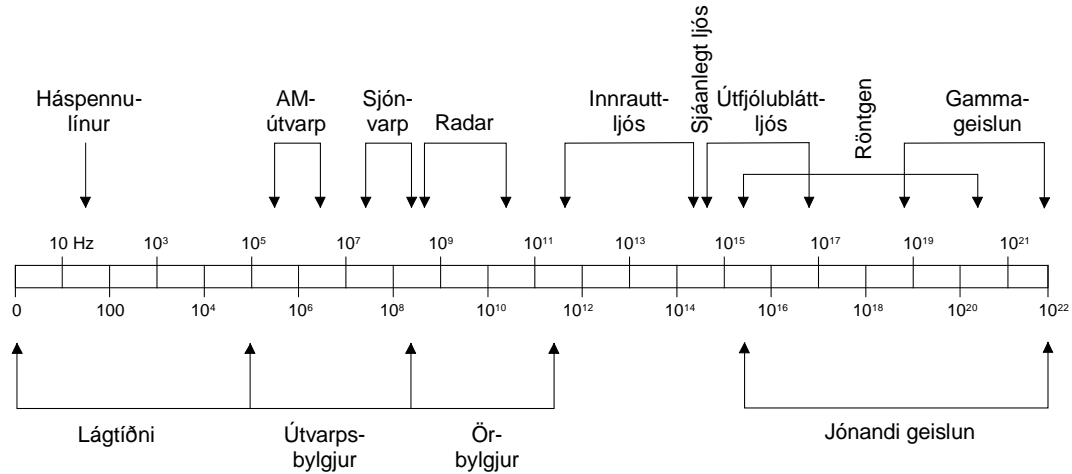
- Bylgjulengd er fjarlægð milli öldutoppa rafbylgju sem sveiflast (sjá mynd á næstu síðu.
- Tíðni er mælikvarði á hversu oft á einni sekúndu öldutoppurinn birtist í ákveðnum punkti. Sveiflist öldutoppurinn úr efstu stöðu og niður og upp í efstu stöðu aftur 50 sinnum á sek er sagt að sveiflan sé 50 Hz.

Ef sviðið sveiflast ekkert er tíðnin 0 Hz og kallast slíkt DC svið. Ef tíðnin er engin getur svið haldist óbreytt í langan tíma og í raun í óendanlega langan tíma ef orkunni er aldrei tappað af. Ef sviðið sveiflast þá myndast rafsegulbylgja

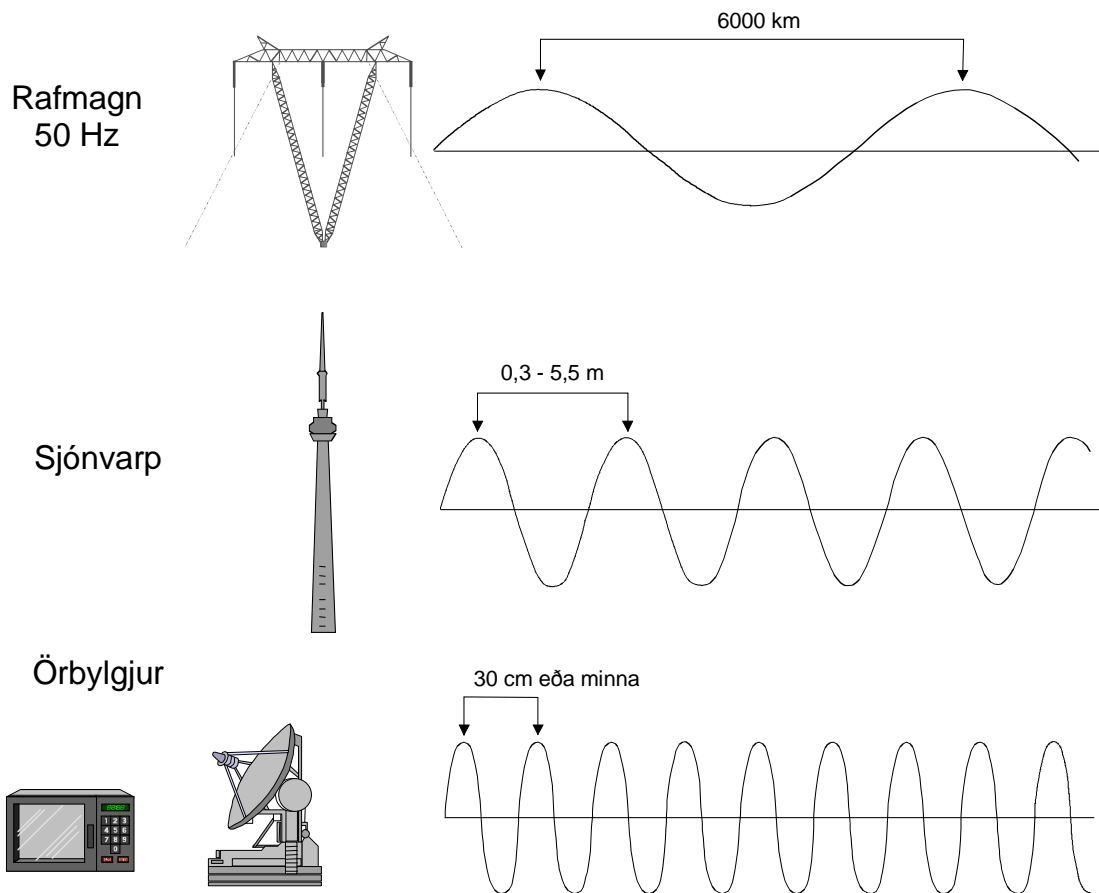
Rafsegulbylgjur geta verið mjög mismunandi eftir því hver tíðni þeirra er. Áhrif þeirra á efni eru mjög háð bylgjulengdinni minni bylgjulengdir hafa mun meiri áhrif á efni. Þetta kemur fram í því að örbylgjur ($\lambda < 1$ cm) sem stefnt er á takmarkað svæði (örbylgjuþykkni) geta hitað upp efni. Bylgjulengd þeirra getur verið af svipaðri stærðargráðu og sameindir efnisins, örbylgjurnar koma sameindunum á hreyfingu sem síðan veldur því að þær hitna vegna núningsins milli þeirra. Rafsegulbylgjur frá háspennulínum hafa 6000 km bylgjulengd (6370 km frá yfirborði jarðar að miðju hennar).

Myndin skýrir þetta nánar.

Rafsegulsviðsrófið



Tíðni og bylgjulengd



Til að reyna að átta sig betur á þessum bylgjulengdum er rétt að gefa því gaum að 6000 km samsvara 54 breiddabaugum. Reykjavík er nokkuð nálægt 64 gráðu norðlægrar breiddar. Hugsu maður sér skip á rúmsjó þar sem ölduhæðin er 10 m og farlægð milli öldutoppa er 50 m (svipaðri stærð og skipið sjálft), þá eru áhrifin á

skipið veruleg. Væri sama skip í sjó með 10 m ölduhæð en milli öldutoppa væri svipuð farlægð og frá Reykjavík og að miðbaug Jarðar yrðu áhrif ölduhæðarinnar engin.

2.1 Rafsvið.

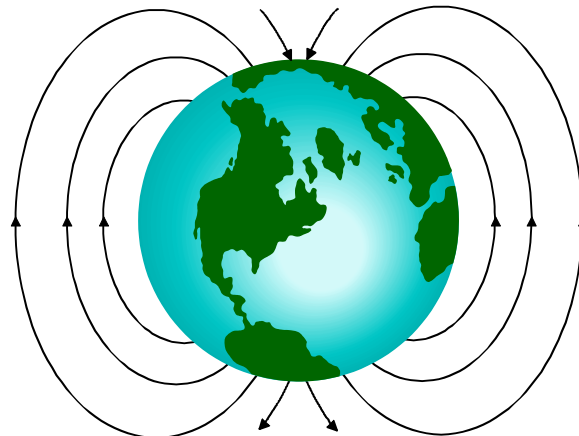
Rafsvið er mælikvarði á breytingu í spennu á fjarlægðareiningu (spennustigull) og er mælt í einingunni V/m eða kV/m ($k=1000$). Rafsviðið er í réttu hlutfalli við spennu nálægra hluta en tengist í engu straumi og er því óháður álagi þegar um línu er að ræða.



Við sem búum á jörðinni erum stöðugt í rafsviði sem stafar venjulega af því að skýin eru neikvætt hlaðinn miða við jörð. Andrúmsloft hefur svokallaða þölpennu upp á 2-3 kV/mm. Venjulega er spennunur skýja og jarðar það lítil að hann liggur langt undir þessari þölpennu. Þegar eldingarveður á sér stað þá gerist það hinsvegar að spennunurinn verður meiri en þölpenna andrúmslofts og eldingin slær niður.

2.2 Segulvið.

Segulsvið er hinsvegar í réttu hlutfalli við strauminn sem hleypur í línunni, en algjörlega óháð spennunni á línunni. Einingin fyrir segulsvið er T (Tesla) eða μT ($\mu=1/1.000.000$).



Jörðin er svokallaður seguldíþóll. Flestir kannast við að hafa séð venjulegt segulstál. Það er líka seguldíþóll. Seguldíþóll samanstendur af norður og suðurpól og leitar segulsviðið frá norðarpóli til suðarpóls. Reyndar er það þannig að suðursegulþóll jarðar er í norður Kanada og norður segulþóllinn er á Suðurheimskautsalöndinu, eins og fram kemur á meðfylgjandi mynd. Við erum því stöðugt í segulsviði jarðar sem er nánast fast (0 Hz) en þó eru nokkrar sveiflur í því háð sólstormum og fleiri náttúrufrirbrigðum. Náttúrulegt segulsvið jarðar, það segulsvið sem fólk er jafnan í, er að meðaltali um 50 μT . Reikna má með um 1% náttúrulegu flökti vegna sólgosa, norðurljósa og hamfara á sólu. Breytingin eða flöktið er meira frá sólu en frá t.d. rafmagnslínunum.

2.3 Samanburður raf- og segulsviða.

Bæði raf- og segulsvið minnka hratt í aukinni fjarlægð frá aflgjafa sínum eða í hlutfallinu $1/r^2$ eða $1/r^3$. (r er fjarlægðin frá sviðsgjafanum og að þar sem sviðið er mælt).

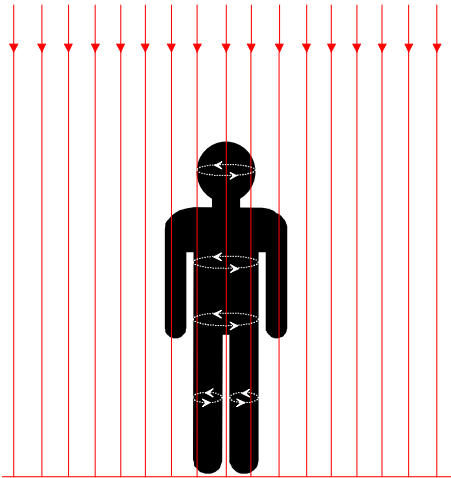
Miðað við ofangreint er athyglisvert að sama orka sem er flutt með 400kV línu annarsvegar og með 220kV línu hinsvegar veldur mun meira segulsvið í kringum 220kV línuna en rafsviðið verður aftur á móti mun sterkar í kringum 400kV línuna.

3. Um áhrif rafsegulsviðs á lifandi verur.

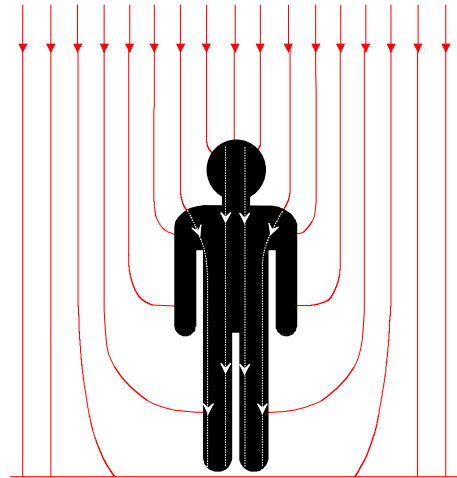
Umræður um áhrif rafsegulsviðs á lifandi verur hafa verið talsverðar á undanförunum árum og gerðar hafa verið rannsóknir víða um lönd. Þar hefur verið reynt að sýna fram á og rannsaka áhrif rafsegulsviðs á krabbamein, þ.e. að dvöl í rafsegulsviði auki líkur á krabbameini. Þessar rannsóknir hafa bæði verið faraldsfræðilegs eðlis og einnig beinst að áhrifum raf- og segulsviðs á lifandi frumur, lífeðlisfræðilegar rannsóknir. Faraldsfræðilegar athuganir byggja á rannsóknum margra tilfella, þar sem er reynt að sýna fram á með tölfræðilegum hætti að þeir sem dvelja lengur en aðrir í rafsegulsviði, eigi fremur hættu á því að fá krabbamein. Samsvarandi faraldsfræðilegar athuganir hafa m.a. sýnt fram á með óbyggjandi hætti samband reykinga og lungnakrabba. Í lífeðlisfræðilegum rannsóknum er reynt að finna á hvern hátt rafsegulsvið gæti breytt eðlilegum frumum í krabbameinsfrumur.

Þeir sjúkdómar sem hér er um að ræða eru mjög fátíðir og fjöldi tilfella því lítill, 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 minni hættu 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. mjög lítil í samanburði við aðra þekkta áhættuþætti, t.d. áhrif reykinga á lungnakrabbamein. Ekki hefur heldur tekist að finna á hvern hátt rafsegulsvið getur valdið breytingu á erfðaefni í frumum þannig að heilbrigðar frumur breytast í krabbameinsfrumur. Segulsvið frá háspennulínu fer hindrunarlaust í gegnum líkama manna og dýra og myndar veika hringstrauma í kringum sig. Rafsvið frá sömu línu

mynda veika strauma sem flæða frá hærri spennu til lægri eins og sýnt er á meðfylgjandi mynd.

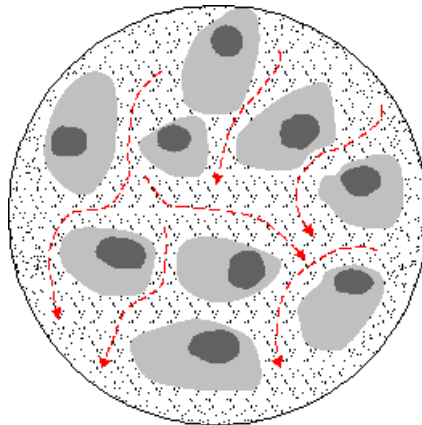


Maður í segulsviði.



Maður í rafsviði.

Þeir straumar sem þessi rafsegulsvið valda eru það veikir að þeir komast ekki að frumunum sjálfum heldur berast í vatninu sem er umhverfis þær. Þetta er skýrt á meðfylgjandi mynd. Stærðargráða þeirra er um það bil einn milljónasti af amperi (A). Til samanburðar má geta þess að venjuleg vör (öryggi) í bifreiðum eru 2 til 5 A.



Bandaríkjaþing setti á laggirnar nefnd árið 1991, sem skyldi fara í gegnum allar rannsóknir hvað þetta mál varðar síðastliðin tuttugu ár og álykta um þá hættu sem stafar af nálægð háspennulína. Nefndin skilaði af sér skýrslu (í formi 350 síðna bókar) árið 1997. Fjallað er um rannsóknir á áhrifum rafsegulsviðs á einstakar frumur, erfðaeftni, melatonin, sjúkdóma svo sem krabbamein, taugasjúkdóma, þunglyndi, höfuðverk, sjálfsmorð og fleira mætti telja. Skemmt er frá því að segja að nefndin komst að þeirri niðurstöðu að miðað við núverandi upplýsingar stafaði lifandi verum engin mælanleg hættu af háspennulínunum. Sérstaklega er tekið fram að að hætta á krabbameini, truflun í taugakerfi, áhrif á frjósemi og þroska virðist engin. Læknum og líffræðingum, sem áhuga hafa á þessu málefni skal bent á þessa bók (nr. 2 í heimildarskrá).

4. Áhugaverðar rannsóknir.

Niðurstöður faraldsfræðilegra athugana á þessu sviði eru oftast settar fram sem hlutfallsleg áhætta þeirra sem búa nærri háspennulínunum umfram þá sem ekki búa við slíkar aðstæður (RR, Relative Risk). Ef áhættan væri sú sama, væri hlutfallsleg áhætta 1,0 en stuðullinn hækkar eftir því sem áhættan er meiri. Í meðfylgjandi töflu eru dregnar saman niðurstöður margra rannsókna á þessu sviði.

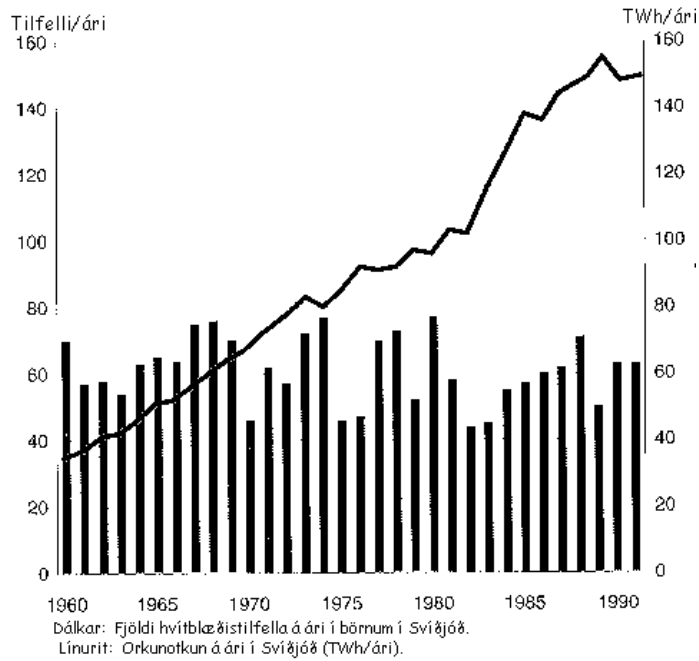
Tegund krabbameins	Fjöldi athugana	Hlutfallsleg áhætta (RR) Meðaltal	Svið niðurstaðna
Hvítblæði í börnum	13	1,3	0,8-2,0
Heilakrabbamein í börnum	8	1,3	0,8-1,9
Eitlakrabbamein í börnum	7	2,0	0,8-5,0
Allar tegundir krabbameina í börnum	6	1,4	0,9-1,7
Hvítblæði í fullorðnum	6	1,15	0,85-1,65
Heilakrabbi í fullorðnum	4	0,95	0,7-1,4
Allar tegundir krabbameina í fullorðnum	8	1,10	0,8-1,35

Heimild: [John E. Moulder, Medical College of Wisconsin, <http://www.mcw.edu/gcrc/cop/powerlines-cancer-FAQ/toc.html>]

Sir Richard Doll prófessor við Oxford Háskóla er einn frægasti faraldsfræðingur í dag. Honum og samstarfsfólki hans tókst að sýna fram á að hlutfallsleg áhætta þeirra sem reykja á að fá lungnakrabbamein er 20, þ.e. tuttugu sinnum meiri en þeirra sem ekki reykja. Sé þetta borið saman við töfluna hér á undan sést að það er stærðargráðu munur á niðurstöðunum. Sir Doll og aðrir faraldsfræðingar telja að afgerandi niðurstaða eins og fram kom varðandi reykingar og lungnakrabbamein sé marktæk, en ekki sé hægt að segja það sama þegar hlutfallsleg áhætta er svo nálægt einum eins og fram kemur í töflunni hér að ofan. Niðurstöður Sir Doll og fleiri rannsókna sem styðja hans niðurstöður, hafa meðal annars leitt til þess að framleiðendur tóbaks viðurkenna orðið hættuna af tóbaksreykingum. Sir Doll hefur bent á að þar sem hætta af völdum rafsegulsviðs frá rafbúnaði sé engin eða mjög lítil, væri fjármagni ríkis og almennings illa varið fari menn að leggja út í framkvæmdir til að draga úr áhrifum núverandi mannvirkja. Fjármagninu væri mun betur varið í aðgerðir til að draga úr einhverjum raunverulegum heilbrigðisvandamálum. Hinsvegar bendir hann á að það þýði ekki að draga eigi úr rannsóknum á þessu sviði.

Væru niðurstöðurnar rannsókna um áhrif háspennulína á blóðkrabba í börnum í Svíþjóð teknar bókstaflega, það er að segja að hlutfallsleg áhætta metin út frá meðaltalinu einu og sér, mætti álykta að þar sem 50 börn búa í innan við 50 m fjarlægð frá tiltekinni háspennulínu myndi koma upp eitt sjúkdómstilfelli á hverjum 250 árum í stað 350 ára annars.

Einnig er athyglisvert að ekki virðist hafa orðið fjölgun hvítblæðistilvika í börnum þrátt fyrir margföldun á raforkunotkun, þannig var fjöldi slíkra tilvika svipaður í Svíþjóð árið 1990 eins og var 1960, þrátt fyrir fjórföldun í raforkunotkun yfir sama tímabil.



Heimild: [Arbetskyddsstyrelsen et al, Low-frequency electrical and magnetic fields: The precautionary principle for national authorities, Stockholm 1996]

5. Viðmiðunargildi um styrk rafsegulsviðs.

Vegna þess að ekki hefur verið hægt að sýna fram á með ótvíræðum hætti samband milli rafsegulsviðs og vanheilsu manna, hafa yfirvöld víðast hvar verið treg að setja fram viðmiðunarreglur um leyfilegan styrkleika rafsegulsviðs. Hinsvegar 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 viðkomið án mikils aukakostnaðar. Sem dæmi má taka norska reglugerð um raforkuvirki þar sem kveðið er á um að heimili, barnaheimili, barnaskólar eða aðrir staðir þar sem má búast við langvarandi dvöl barna, séu ekki nær 400 kV línu en 18 m. Þessi krafa er sett fram af Geislavörnum ríkisins í Noregi sem varúðarráðstöfun meðan beðið er eftir skýrari niðurstöðum vísindarannsókna á áhrifum rafsegulsviðs á heilsu manna.

Helstu viðmiðunarreglur sem til eru um leyfilegan styrk rafsegulsviðs eru eftirfarandi;

Cenelec ENV 50166-1 (Evrópskur forstaðall)	1995	Human exposure to electromagnetic fields. Low frequency (0-10 kHz)
UK National Radiation Protection Board (NRPB-UK)	1993	Restriction on human exposures to static and time varying EM fields and radiation.
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

Í meðfylgjandi töflu eru viðmiðunargildin borin saman fyrir leyfilegan rafsviðsstyrk gagnvart almenningi, en viðmiðunarmörk í vinnuumhverfi eru önnur og hærri.

Hámarksstyrkur rafsegulsviðs gagnvart almenningi (General Public)				
	Rafsvið		Segulsvið	
	<i>Stöðug dvöl</i>	<i>Stutt dvöl</i>	<i>Stöðug dvöl</i>	<i>Stutt dvöl</i>
Cenelec	10 kV/m	-	640 microT	-
NRPB-UK	12 kV/m	-	1600 microT	-
ICNIRP	5 kV/m	10 kV/m	100 microT	1000 microT

Eins og fram kemur í töflunni eru viðmiðunarmörkin nokkuð misjöfn og einkum vekur það athygli að nýrri viðmiðunarreglur leyfa hærri styrk.

Íslendingar eru aðilar að evrópsku staðlasamstarfi á rafmagnssviðinu og því eru Cenelec staðlar yfirleitt teknir upp óbreyttir hér á landi. Sá staðall sem hér er nefndur er aðeins forstaðall og settur til reynslu í þrjú ár. Á Íslandi hafa ekki verið settar neinar reglur um leyfilegan styrk rafsegulsviðs.

Í eftirfarandi töflu eru sett fram nokkrar dæmigerðar stærðir segulsviðs í kringum algenga hluti:

Hlutur	Fjarlægð	Segulsviðstyrkur (μT)
Háspennulínur	10 m	1 – 10
Rafmagnsofnar	30 cm	0,15 - 0,5
Örbylgjuofnar	30 cm	0,1 – 20
Kaffivélar	15 cm	0,4 - 1
Brauðris	15 cm	0,5 -2
Matvinnsluvélar	15 cm	30 – 60
Ryksugur	1 m	0,13 – 2
Hárþurrkur	15 cm	0,1 – 70
Rakvélar	3 cm	15 – 1500
Vatnsrúm m. hitara	10 cm	0,04 - 2,5
Borvél	15 cm	10 - 20
Vélsög	15 cm	5 – 100

6. Vandamál af völdum rafsegulsviðs.

Helstu vandamál varðandi rafsegulsvið koma fram þegar tölvubúnaður eða álíka viðkvæmur búnaður er staðsettur nálægt háspennubúnaði. Notendur sjá þetta stundum á skjám og þess háttar. Með tilkomu ljósleiðara og vandaðri hönnun tölvubúnaðar og í húsalögnum, hafa þessi vandamál farið minnkandi á undanförunum misserum.

7. Mælingar á rafsegulsviði.

Landsvirkjun, Rafmagnsveita Reykjavíkur og Rafmagnsveitur ríkisins festu kaup á fullkomnum mælibúnaði til mælinga á rafsegulsviði. Var Friðrik Alexandersson hjá Raftækningu hf, fenginn til að hafa umsjón með búnaðinum og framkvæma mælingar fyrir veiturnar sem standa að Samorku sem og aðra sem þess óska. Þessi búnaður skilar af sér nákvæmum mælingum yfir samfellt tímabil, sem er mjög hentugt þegar verið er að greina vandamál tengd rafsegulsviði.

Einnig er hægt að kaupa ódýra mæla til að handmæla þessi svið. Þá er einungis hægt að nota til að gera lauslegt mat á því hvort sviðinu séu til staðar í einhverju mæli en ekki til að gera ítarlega úttektir eða greiningu á ákveðnu vandamáli.

Til eru reglur um það hvernig eigi að standa að þessum mælingum þannig að niðurstöðurnar verði réttar og sambærilegar við niðurstöður annarra mælinga. Í Noregi hafa verið notaðar reglur síðan 1995 EnFO pub. Nr. 68 - 1995 og hafa þessar reglur verið þýddar á dönsku og nefnast þar C11a. Måleprotokol for 50 HZ elektromagnetiske felter.

8. Aðgerðir til að draga úr áhrifum rafsegulsviðs.

Mjög auðvelt er að draga úr áhrifum rafsviðs. Húsveggir ofl. virka sem skermar á það og má segja að innan dyra sé rafsvið ekkert þó svo að það væri töluvert fyrir utan hús. Rafsvið fer að vísu nokkuð auðveldlega inn úr stórum gler- og timburflötum sé ekki mikið um leiðandi efni innan í þeim (rör, gluggapóstar o.s.frv.).

Allir kannast við vandamál vegna upphleðslu þegar gengið er eftir teppi til að mynda. Draga má verulega úr þessu með því að vanda allar jarðbindingar í húsum.

Segulsvið kemst óhindrað í gegnum allar byggingar. Einu efnin sem skerma segulsvið eru efni sem geta segulmagnast eins og t.d. járn. Styrkur segulsviðsins deyr hinsvegar mjög hratt út með fjarlægðinni frá aflgjafa þess. Til eru nokkrar vinnureglur sem leiða af sér lægri segulsvið í námunda við háspennubúnaðar (sjá stoðrit).

Rétt er að benda á að sé ákvæðum um snertispennuvarnir Reglugerðar um raforkuvirki fylgt, ættu líkur á því að verða var við rafsegulsvið frá föstum lögnum í húsum að vera hverfandi. Sérstaklega skal bent á ákvæði gr. 203-211 og 239. Ferfætlingar eru viðkvæmari en við mannfólkið hvað þetta varðar og gerir reglugerðin því strangari kröfur til raforkuvirkja í landbúnaði. Sé þessum ákvæðum ekki fylgt eru talsverðar líkur á því að spenna milli leiðandi hluta mannvirkisins myndist og að sú spenna geti valdið skepnum óþægindum sem leiða til taugaveiklunar og dauða ef hún verður of mikil. Þessi spenna leiðir einnig af sér rafsegulsvið. Kvíða skepnanna verður þó með yfirgnæfandi líkum að rekja til spennununarins frekar en rafsegulsviða. Lausnin er hinsvegar sú sama vandaðar jarðbindingar draga úr spennunum, sem aftur dregur úr rafsegulsviðum.

Aðgerðir til að draga úr rafsegulsviði þegar um nýframkvæmdir er að ræða.

Nokkrir punktar sem rétt er að hafa í huga varðandi aflgjafa sviðsins:

- Staðsetja spennustöðvar annan háspennubúnað í sem mestri fjarlægð frá öllum viðkvæmum rafeindabúnaði.
- Byggja einfasakerfi upp þannig að áhrifin frá því verði sem minnst.

Nokkrir punktar sem rétt er að hafa í huga varðandi þann búnað sem fyrir rafsegulbylgjunum verður.

Ef ekki er hægt að draga úr áhrifum rafsegulsviðsins með því að gera ráðstafanir fyrir aflgjafann eins og lýst er hér að framan verður að reyna að kaupa búnað, sem þolir betur rafsegulsvið. Til dæmis má nefna að kaupa LCD skjá í stað hefðbundinna og fleira mætti nefna.

Aðgerðir til að draga úr segulsviði þegar um eldri búnað er að ræða.

- Breyta uppbyggingu fasakerfisins til dæmis í delta tengingu.
- Færa einfasaleiðara fjær viðkvæmum hlutum.
- Skerma vinnustöð með álplötum (Farady-búr).

9. Algengar spurningar og svör.

Framleiðir jörðin rafsegulsvið ?

Já, Jörðin framleiðir að mestu leyti svokallað stöðugt rafsegulsvið (DC). Þó nokkrar gárur eru á þessu sviði samt sem áður (flökt). Rafsvið verða til við ákveðið skýjafar eins og kunnugt er og geta endað með því að loftið þolir ekki hið sterka svið og eldingu slær niður. Að jafnaði er náttúrulegt rafsviðið við yfirborð jarðar um 200 V/m eða 0,2 kV/m, þar sem eldingu slær niður getur rafsviðið hinsvegar hafa verið komið upp í 50.000 V/m eða 50 kV/m. Segulsvið jarðar er talið verða til í hinum fljóttandi kjarna hennar. Að jafnaði er þetta svið um 50 μ T, sem er nokkuð hærra en gildin í töflunni í kafla 5. Það er hinsvegar ekki eins áhrifamikið og riðstraumssvið (AC) þar sem stöðug svið geta ekki myndað strauma í hlutum.

Afhverju grær grasið hægar undir háspennulínunum?

Þetta er algeng fullyrðing, en hvernig sem leitað er finnast engar sannanir fyrir þessu heldur frekar hinu gagnstæða að segulsvið örvi vöxt t.d. beina. Svo virðist þó einna helst að rafsegulsvið hafi engin áhrif á gróður.

Hvað með hausverk eða Alzheimer?

Rannsóknir benda ekki til þess að neitt samband sé á milli svona kvilla eða veikinda og rafsegulsviða.

Valda háspennulínur rafsegulsviðs-geislun (EM-radiation)?

Til þess að geta unnið sem virkt sendiloftnet þarf það að vera sambærilegrar lengdar og bylgjulengdin sem það á að senda út. Til dæmis eru sjónvarpsloftnet nokkrir tugir

sentimetra að lengd vegna þess að bylgjurnar sem þau senda út (eða taka við) eru af þeirri stærðargráðu. Bylgjulend raforkunnar á háspennulínunum er hinsvegar 6000km og því allt of löng til þess að línurnar geti unnið sem loftnet. Útreikningar sýna að dæmigerð hámarksgeislun frá háspennu línu er minni en 0.0001 microWött/cm², miðað við 0.2 microWött/cm² (micro=0,000001), sem full tungl skilar til jarðar á heiðskýrri nótt.

Hefur hræðsla við rafsegulsvið haft áhrif á fasteignaverð og þess háttar?

Þetta hefur ekki verið kannað nákvæmlega, þó eru a.m.k. tvær erlendar rannsóknir til, þar sem þetta var athugað og bentu hvorugar til þess að þessi hræðsla væri farin að hafa áhrif á verðmæti eigna.

Hvað með fé sem virðist taugaveiklað og pirrað, geta rafsegulsvið valdið því?

Já og nei. Afar litlar líkur eru á því að segulsvið geti valdið slíkum pirringi. Hinsvegar eru skepnur (ferfætlingar) nærmar fyrir spennunum og rafsviði. Þetta finnur fólk sjálfst þegar það hefur strokið fótunum yfir teppi o.þ.h. og það neistar ef það snertir annan einstakling eða leiðandi hlut (afhleðst). Gripirnir standa berfættir oft á röku gólfi og reka blauta snoppuna í rör og slíka hluti. Sé vel gengið frá raflögnum og jarðskautum/sökkulskautum ætti lítil sem engin hætta að vera á því að skepnurnar geti fundið slíkan spennunum. Öll gripahús ættu að vera vandlega yfirfarin af rafvirkja og allt járn jarðbundið og tengt góðu jarðskauti. Þetta kemur skýrt fram í reglugerð um raforkuvirki í sérstakri grein §339 (sjá lið i) um auka spennujöfnun raforkuvirkjum í landbúnaði. Spennunurinn veldur síðan rafsviði sem auðvelt er að mæla með einföldum tækjum. Það er hinsvegar spennunurinn, sem líklega gæti valdið pirringi í gripahúsum en síður rafsviðið sem spennan veldur.

Hvernig eru áhrif rafsegulsviðsins á mannlíkamann?

Riðstraums (AC) svið veldur því að mjög veikburða straumar myndast í líkamanum. Straumarnir eru litlir þar sem líkaminn er gerður úr fremur torleiðandi efni. Þau efni sem notuð eru til að mæla sviðin eru t.d. ca. 100.000 næmari. Lágtíðni sviðin eru það orkulítill að þau megna ekki að mynda strauma sem geta rofið frumuveggi. Straumarnir flæða því í vökvamassa líkamans.

Hvað er jónandi geislun?

Margir hafa eflaust heyrt hugtakið jónandi geislun. En hvað hefur þetta hugtak með raf- og segulsvið að gera? Því hraðar sem rafsegulsvið sveiflast, þeim mun hærrí tíðni hafa þau. Rafsegulsvið með mjög hárrí tíðni eru kölluð geislun, þar má nefna útfjólubláa geislun, Röntgengeislun og gammageislun frá geislavirkum efnum. Því hærrí sem tíðnin er, því meiri orku hefur geislunin og þeim mun hættulegri er hún. Orkumesta geislunin er kölluð jónandi geislun en hún getur breytt smæstu einingum efnis. Til að skemma heilbrigða frumu líkamans þannig að hún breytist í krabbameinsfrumu þarf að vinna skaða á erfðaefni frumunnar, en til þess þarf töluverða orku. Sterk röntgengeislun og geislun frá geislavirkum efnum hafa nógu mikla orku til þess. Þessi hættulega orka geislunarinnar minnkar verulega því lengra sem dregur frá upptökum hennar. Útvarpssendar senda frá sér geislun með mikilli orku og það er lífshættulegt að hætta sér nálægt útvarpssendi, en allt í lagi ef maður stendur nógu langt frá þeim. Tölvuskjáiir gefa frá sér rafsegulsvið með tíðni sem er of

lág til að geta verið jónandi geislun samt hefur verið rannsakað hvort sú geislun sé hættuleg þeim sem situr við skjáinn, t.d. lék grunur á að tölvugeislun sé hættuleg ófrískum konum. Nýrri rannsóknir benda eindregið til þess að ófrískum konum stafi ekki hættu af vinnu við tölvuskjá. Á myndin á bls 5 er þetta skýrt nánar.

10. Stoðrit, heimildir.

1. Nils Ivar Solli, Klager og henvendelser om støy og elektromagnetiske felt, Oslo Energi, 9. jan. 1996.
2. Possible Health Effects of Exposure to Residential Electric and Magnetic Fields, National Academy Press, Washington, D.C: 1997
3. John E. Moulder, Medical College of Wisconsin, <http://www.mcw.edu/gcrc/cop/powerlines-cancer-FAQ/toc.html>
4. Interview with Sir Richard Doll, Oxford University, ESAA 1994, VIDEO.
5. Arbetarskyddsstyrelsen et al, Low-frequency electrical and magnetic fields: The precautionary principle for national authorities, Stockholm 1996.
6. Tore Tynes, Electromagnetic fields and Cancer, University of Oslo, Oslo 1996.
7. IEEE Engineering in Medicine and Biology, Magazine Vol.15 Nr. 4 July/August 1996.
8. ELFORSK AB, Kraftledningar, Halsa og miljø, forskning og kunskapsläge 1994, Elforsk AB, Stockholm 1995.
9. Oslo Energi Konsult, Reduksjon av magnetfelter fra nettstationer i bygninger, av Evind Smith, 1995.
- 10.EnFO 91-1995, Reduktion af magnetfelter fra nettstationer i bygninger.EFI/Statnet
- 11.EnFO 76-1995, Reduktion af magnetfelter fra kraftlinjer.
- 12.Þórunn Rán Jónsdóttir, ERU RAFSVIÐ OG SEGULSVIÐ HÆTTULEG, erindi flutt á þingi SAMORKU 1995.
- 13.Punktur teknir á ráðstefna Landlæknis 18.10.97 um áhrif rafsegulsviðs á fólk
14. Questions and Answers about EMF, National Institute of Environmental Health Sciences and U.S. Department of Energy, January 1995.