

Reykjavík, 18. janúar 2002

Alþingi  
Heilbrigðis- og trygginganefnd  
150 Reykjavík

**Efni:** Umsögn um þingsályktunartillögu um rannsókn á áhrifum háspennulína á mannlíkamann, 46. mál, 127. löggjafarþing 2001-2002.

Um efni tillögu þessarar væri unnt að skrifa langt mál t.d. með því að rekja sögulega þróun hugmyndarinnar um rafsegulhrif sem krabbameinsvald. Þá mætti einnig rekja niðurstöður rannsókna um efnið, bæði líffræðilegra og faraldsfræðilegra. Það vill þó svo heppilega til að nýlegar erlendar yfirlitsgreinar og skýrslur eru tiltækar um hvort tveggja. Ég mun því láta nægja að rekja helstu niðurstöður rannsókna og taka þær saman í lokin. Til að setja efnið í kunnuglegt samhengi mun ég þó fyrst fara nokkrum orðum um eiginleika rafsegulsviða.

Meginniðurstaða mín er sú að rannsóknin sem um er rætt í þingsályktunartillögunni sé **ekki bara óframkvæmanleg** hér á landi, hún myndi heldur **ekki gefa af sér marktækar niðurstöður** væri hún framkvæmanleg.

## 1. Um raf- og segulsvið

Í stuttu máli má segja að rafsvið myndist umhverfis allar rafhlaðnar agnir og rafstrauma. Segulsvið er að finna umhverfis rafstrauma og er styrkur þess háður straumstyrknum. Segulsviðsstyrkurinn er einnig sterklega háður fjarlægðinni til rafstraumanna og er segulsvið frá flestum heimilistækjum nánast ómælanlegt í 1 m fjarlægð. Rétt er að minna á til samanburðar að jörðin hefur um sig segulhvolft og er styrkur jarðsegulsviðsins um 50  $\mu\text{T}$  eða 50 miljónustu hlutar úr segulsviðsmælieiningunni tesla (T). Styrkur jarðsegulsviðsins er að mestu jafn, en breytist stundum óreglulega og þá tiltölulega hægt. Ennfremur er jarðsegulsviðið veikt, t.d. mun veikara en segulsvið í námunda við segla sem til eru á mörgum heimilum.

Í löndum Evrópu er notaður 50 Hz riðstraumur til flestra hluta og er því bæði um að ræða breytileg raf- og segulsvið í námunda við flest rafkerfi og raftæki. Í raun eru sviðin nátengd og geta komið fram sem rafsegulbylgjur allt eftir hönnun og frágangi rafbúnaðarins, en breytilegt segulsvið hefur undanfarin ár fengið á sig „hættulegan“ stimpil af ókunnum ástæðum. Undir dæmigerðri háspennulínu er styrkur rafsviðsins oft um 1-10 kV/m, en segulsviðsins um 1-10  $\mu\text{T}$ . Rafsvið nærri algengum heimilistækjum, t.d. rafmagnsrakvélum og hárbólurum er 1-10 V/m en getur farið allt upp í 200 V/m og er þá farið að nálgast rafsviðsstyrk undir háspennulínum. Segulsviðsstyrkur í umhverfi okkar innanhúss vegna rafkerfisins er gjarna um 0.01-1  $\mu\text{T}$  en

getur náð um 0.1-100  $\mu\text{T}$  í námunda við algeng heimilistæki. Ljóst er að notkun rafmagnsrakvéla og hárbólása getur útsett notendur fyrir mun hærri segulsviðsstyrk en mælist beint undir háspennulínunum, hvað þá í nokkurri fjarlægð frá þeim.

## 2. Um áhrif rafsegulsviðs á lifandi vefi

Faraldsfræðilegar rannsóknir á áhrifum hápsennumannvirkja á líkamann hafa ekki getað sýnt fram á nein ákveðin tengsl á milli rafsegulsviðs og krabbameina, enda engin merkjanleg áhrif rafsegulsviðs á lifandi vefi þekkt. Hér er átt við rafsegulsvið af algengum styrk eins og getið er um hér að framan, en ekki styrk sem framkalla þarf með sérstökum hátæknibúnaði. Þrátt fyrir þetta hafa allmargir vísindamenn, þar á meðal læknar, gert ítarlegar athuganir á slíkum áhrifum.

Almennt hefur verið talið að rafseguláhrif á lifandi vefi eða frumur gætu verið af þrennum toga:

- i) Stökkbreytingar erfðaefnis af völdum rafsegulhrifa gætu valdið svipuðum áhrifum og þekktir krabbameinsvaldar (e. carcinogen), þ.e. komið af stað æxlisvexti eða hraðað breytingum sem koma slíkum vexti af stað.
- ii) Rafseguláhrif gætu mótað efnahvörf þar sem stakeindir (e. free radicals) koma við sögu, en stakeindir geta valdið efnafræðilegum skaða á erfðaefninu.
- iii) Rafseguláhrif gætu verkað hvetjandi á æxlisvöxt. Þetta væru þá óbein áhrif þar sem rafsegulsviðið hraðaði frumuskiptingu í æxlisfrumum.

Í nýlegri yfirlitsgrein um áhrif rafsegulsviðs á lifandi vefi (Lacy-Hulbert, Metcalfe & Hesketh, *Biological responses to electromagnetic radiation*, The FASEB Journal, 1998;396:395-420, vísað til sem LHMH hér eftir) er gerð ítarleg grein fyrir þeim rannsóknum sem gerðar hafa verið í þessa veru. Fara þeir í saumana á tilraunauppsetningum og rannsóknaniðurstöðum. Í stuttu máli eru niðurstöðurnar eftirfarandi:

i) Ekki hefur tekist að sýna að rafsegulsvið af styrkleika sem vænta má í daglegu umhverfi fólks valdi stökkbreytingum. Í stöku tilraunum hafa komið fram vísbendingar um breytingar á erfðaefni, en þá við allt að þúsundfaldan segulsviðsstyrk. Það rýrir þó gildi þessara niðurstaðna verulega að ekki hefur reynst unnt að fá þær fram aftur með því að endurtaka tilraunirnar. Í vísindalegri aðferðafræði jafngildir það því að **engin slík áhrif séu fyrir hendi**.

ii) Tilraunir í rannsóknastofum hafa sýnt að segulsvið getur haft áhrif á efnahvörf þar sem stakeindir koma við sögu. Þess er raunar að vænta þar sem flestar frumeindir hafa svonefnt segulvægi er segir til um áhrif segulsviðs á eindirnar. Sýnt hefur verið fram á að sterkt segulsvið (amk. hundraðfalt sterkara en algengast er) getur haft áhrif á efnahvörf ensíma sem nýta stakeindir sem millistig. Ljóst er því að áhrif segulsviðs á stakeindir getur haft áhrif á ýmis efnahvörf í lifandi vefjum. Á hitt ber að líta að styrkur jarðsegulsviðsins er yfirleitt ríkjandi í umhverfi fólks og því ættu þessi áhrif að koma fram víða á jörðinni og líklega mest í nágrenni við segulskautin

þar sem styrkur jarðsegulsviðsins er mestur. Niðurstöður LHMH eftir yfirferð yfir þær tilraunir sem gerðar hafa verið í þessa veru, eru að afar erfitt geti orðið að ákveða hvaða áhrif segulsviðsins eru mest afgerandi og hvernig eigi að skilgreina þau í ítarlegum rannsóknum á þessum áhrifum.

iii) Allmargar tilraunir hafa verið gerðar til að kanna hvort rafsegulsvið verki hvetjandi á frumskiptingu í æxlisfrumum. Niðurstöðum þeirra allra ber mjög vel saman. **Engin slík áhrif eru fyrir hendi.**

### 3. Faraldsfræðilegar rannsóknir

Í greinargerð með þingsályktunartillögunni eru nokkur atriði villandi og sum beinlínis röng. Í greinargerðinni sýnist mér t.d. niðurstöður nefndar undir forsæti Sir Richard Doll eins fremsta sérfræðings í heimi á sviði faraldsfræði krabbameina, ranglega túlkaðar og þær taldar renna stoðum undir tengsl sterks rafsegulsviðs og aukinnar tíðni hvítblæðis. Sir Richard vann skýrslu sína að beiðni Bresku geislavarnanna (*National Radiological Protection Board, NRPB*) og kemur hvergi fram í skýrslu hans að samband sé á milli hvítblæðis í börnum og þess að búa í nágrenni við háspennulínur. Samantekt skýrslunnar má raunar nálgast á vefsetri *NRPB*<sup>1</sup>. Þar segir m.a. að ekki hafi reynst unnt að framkalla krabbameinsvöxt með rafsegulsviði í tilraunum og að faraldsfræðilegar rannsóknir hafi sýnt að almennt sé ekki ástæða til að ætla að rafsegulsvið valdi krabbameini

*... nor do human epidemiological studies suggest that they cause cancer in general.*

Það eina sem faraldsfræðin hefur bent á er að hugsanlega má finna afar veikar vísendingar um að langvarandi dvöl í sterku breytilegu segulsviði geti valdið hvítblæði í börnum. Þetta er þó ekki talið áhyggjuefni á Bretlandseyjum

*In practice, such levels of exposure are seldom encountered by the general public in the UK.*

Ekki er þó talið að útiloka megi með vissu að einhver áhætta sé fyrir hendi, en það þýðir alls ekki að tengsl séu á milli krabbameinstílfella og háspennulína. Staðhæfing þar að lútandi í greinargerð með þingsályktunartillögunni er því röng. Það er einnig af og frá að *NRPB* hafi „ ... viðurkennt opinberlega að tengsl geti verið á milli krabbameinstílfella og háspennulína”

*... the epidemiological evidence is currently not strong enough to justify a firm conclusion that such fields cause leukaemia in children.*

Það eina sem þeir segja er að ekki sé unnt að útiloka slíkt. Rannsóknirnar sýna raunar fram á að þessi tengsl eru algerlega hverfandi ef þá nokkur og þau hvítblæðitílfelli

<sup>1</sup>[http://www.nrpb.org.uk/publications/documents\\_of\\_nrpb/abstracts/absd12-1.htm](http://www.nrpb.org.uk/publications/documents_of_nrpb/abstracts/absd12-1.htm)

sem hugsanlega má rekja til rafseguláhrifa eru innan skekkjumarka. Í niðurstöðum skýrslunnar er einnig tekið fram að ólíklegt sé að frekari faraldsfræðilegar rannsóknir á Bretlandseyjum muni geta sagt nokkuð til eða frá um þessi tengsl þar sem hvítblæðitilfelli í börnum séu allt of fá

*Nothing would seem to be gained by further study of more cases of childhood leukaemia in relation to exposure to extremely low frequency electromagnetic fields in the UK, as the number likely to have been exposed to fields of the strength that may cause a material increase in risk (namely fields of 0.4  $\mu T$  or more) is too small to provide any useful information.*

Ef skoðaðar eru tíðnitölur þær sem eiga við um nýgengi krabbameina almennt þá greinast á Bretlandseyjum árlega um 1400 börn undir 15 ára aldri með krabbamein af ýmsum toga, en hvítblæði er þar líklega algengast. Samkvæmt niðurstöðum Sir Richard gætu **2-4 börn undir 15 ára** greinst árlega með hvítblæði sem hugsanlega mætti rekja til áhrifa frá sterku rafsegulsviði. Íbúafjöldi í Bretlandi er ríflega **200 sinnum hærri** en á Íslandi svo reikna má með að um 7 börn undir 15 ára aldri greinist árlega með krabbamein hér á landi, þar af hluti með hvítblæði. Tíðni hvítblæðis af völdum sterks rafsegulsviðs hér á landi væri þá svo lág að bíða þyrfti í 50-100 ár áður en eitt slíkt tilfelli kæmi upp! Líklega yrði biðin þó ennþá lengri því fjöldi Íslendinga sem býr nærri orkuvirkjum er mun minni hér en á Bretlandseyjum. Ljóst má vera að faraldsfræði sem byggir á **1-2 tilfellum á 100 árum** hefur fremur lítið gildi. Í þessu samhengi má einnig minna á skýrslu Englands o.fl. (*Prediction of cancer incidence in the Nordic countries up to the years 2000-2010*) frá árinu 1993. Þar kemur m.a. fram að á árinu 1985 greindust á Íslandi **5 einstaklingar undir 55 ára aldri** með bráðahvítblæði. Því var spáð að fjöldinn yrði orðinn 6 á ári árið 2000 og enn 6 á ári 2010. Þetta sýnir að reiknað var með **lítilli sem enginni aukningu** í fjölda bráðahvítblæðitilfella á Íslandi fram til ársins 2010. Ef við gerum ráð fyrir að þriðjungur ofangreinds hóps sé yngri en 15 ára, má áætla að tvö ungmenni greinist árlega með hvítblæði. Það ber því allt að sama brunni, líkur þess að finna á Íslandi unglings með hvítblæði sem hugsanlega stafar af rafseguláhrifum eru hverfandi.

Það mætti einnig hugsa sér að gera afturvirka rannsókn svo sem nefnt er í þingsályktunartillögunni og rýna í fyrirbyggjandi gögn svo ekki þurfi að bíða í áratugi eftir marktækum niðurstöðum. Slíkar rannsóknir eru þó því marki brenndar að þær hafa takmarkað vísindalegt gildi. Búast mætti við að finna 1-2 tilfelli hvítblæðis á síðustu hundrað árum sem hugsanlega mætti rekja til rafseguláhrifa. Þá er líka rétt að hafa í huga að almenn rafvæðing á Íslandi er u.þ.b. 70-80 ára og uppbygging háspennukerfis landsmanna heldur yngri.

**Niðurstaðan er því sú að rannsóknin sem lögð er til í þingsályktunartillögunni er óframkvæmanleg hér á landi.**

## Samantekt

Eftirfarandi tilvitnun er tekin úr ritstjórnargrein hins virta tímarits *The New England Journal of Medicine* (vol. 337:44-46, July 3, 1997):

*When people hear that a scientific study has implicated something new as a cause of cancer, they get worried. They get even more worried when the exposure is called radiation and comes from dangerous-looking high-voltage power lines controlled by government and industry, which some distrust deeply. Such exposure seems eerie when people hear that electromagnetic fields penetrate their homes, their bodies, their children.*

Ritstjórnargreinin er skrifuð í tilefni af því að þar eru þá birtar niðurstöður bandarískrar rannsóknar um rafsegulsvið nærri háspennulínunum sem orsakavald hvítblæðis í börnum (Linnet MS et al. *Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children*, N Engl J Med 1997;337:1-7). Rannsóknin náði til 629 barna með hvítblæði og 619 barna í samanburðarhópi og er meðal þeirra viðamestu sem ráðist hefur verið í á þessu sviði. Skemmst er frá því að segja að engar vísbendingar komu fram um að tengsl væru á milli nálægðar við háspennulínur og líkur þess að fá hvítblæði. Það hindrar þó ekki að áhyggjufullir foreldrar barna með hvítblæði grípi til örþrifaráða og leiti að „sökudólgi“. Stundum verða háspennumannvirki fyrir valinu.

Oft er vitnað til sænskrar rannsóknar, m.a. í framangreindri forystugrein, þar sem sýnt virtist að ofangreind tengsl gætu verið fyrir hendi. Í kjölfarið stóð til að lögfesta að lágmarksfjarlægð sænskra skóla frá háspennumannvirkjum skyldi verða 1000 m hið minnsta. Ekkert varð þó úr þessum áformum enda kom í ljós að rannsóknin var gölluð, byggði á litlu úrtaki sænskra barna með hvítblæði auk þess sem segulssviðsstyrkur var áætlaður en ekki mældur. Sömu sögu er að segja af dönskum og finnskum rannsóknum í þessa veru. Engar vísbendingar komu þar fram. Þegar gögn allra þriggja rannsókanna voru tekin saman og unnið úr þeim sameiginlega virtist koma fram vísbending um vaxandi líkur á hvítblæði meðal barna er þjuggu í nágrenni við háspennulínur. Líklega er það þessi niðurstaða sem vísað er til í greinargerð með þingsályktunartillögunni. Í grein LHMH er þessi niðurstaða einnig rædd og þess m.a. getið að ástæðan fyrir því að vísbending kemur fram er skortur á samkvæmni í upphaflegu rannsóknunum (“the inconcistencies within the individual studies”), auk þess sem vísbendingin er veik.

Það er að mínu mati ljóst að fámenn þjóð getur ekki vænst þess að ná árangri í verki sem byggir á því að finna megi nægilegan fjölda einstaklinga til að sýna fram á tilvist hugsanlegra áhrifa sem í besta falli eru afar veik. Þetta verður þeim mun ljósara eftir lestur skýrslu Sir Richard, þar sem tekið er fram að Bretar muni ekki einu sinni nægilega fjölmennir til að geta sýnt fram á að þessi tengsl séu fyrir hendi.

Jafnvel þótt fjöldi landsmanna væri nægur til að mark væri takandi á niðurstöðunum, þá eru engar vísbendingar um að rafsegulgeislun sem fólk verður fyrir í sínu

daglega umhverfi (heima og heiman), hafi yfirleitt nokkur áhrif á lifandi vefi eða verur. Staðhæfingar þar að lútandi eru sjaldnast komnar frá vísindamönnum en gjarna frá fólki sem selur skyndilausnir eða ráðleggingar sem flokkast undir skottulækningar.

Niðurstaða mín er sú að rannsóknin sem um er rætt í þingsályktunartillögumni **getur aldrei náð þeim tölfræðilega styrkleika sem þarf til að fá marktækar niðurstöður**. Það væri að mínu mati álitshnekkir fyrir Alþingi ef þingsályktunartillagan yrði samþykkt.

Virðingarfyllst,



Dr. Gunnlaugur Björnsson, stjarnæðlisfræðingur  
Raunvísindastofnun Háskólans  
Dunhaga 3  
107 Reykjavík