

# Hætta af rafmagni og varnir

*Leysir af hólmi bæklinginn "Námsefni úr Reglugerð um raforkuvirki"*

## 1. Rafstraumur um líkamann

Rafstraumurinn sem fer um líkamann er skaðvaldurinn og spennan að því marki sem hún er nauðsynleg til að knýja strauminn.

*Veituspenna á Íslandi og almennt í Evrópu er 230 V, AC 50 Hz*

Alla jafna þarf fáeina tugi volta til að veruleg hætta stafi af. Langflest banaslys af völdum rafmagns verða við spennu venjulegrar húsveitu, 230 V eða 115 V. Í lampatækjum er oftast hærri spenna en þetta, jafnvel nokkur kílóvolt í stærri sendimögnurum.

*Hæsta leyfða spenna í heimasíðuðum tækjum N-leyfishafa er 50 V*

Straumgildin sem skipta sköpum fyrir líkamann eru ýmsu háð, en stundum eru þessi viðmið höfð til hliðsjónar við rafveitutiðni:

straumur	áhrif
0,3 mA	finnst greinilega
3 mA	óþægilegur, skammt í að taki verði ekki sleppt
30 mA	meiri straumur getur verið lífshættulegur

**Tafla 1**  
*Áhrif straums*

Athyglisvert er að munurinn á straumi sem veldur óþægindum og þeim sem veldur lífsháska er aðeins talinn um tífaldur. Einna hættulegast er að fá straum um hjartasvæðið, t.d. milli handa. Gömul varúðarregla var að hafa aðra höndina í vasanum ef átt var við tæki með spennu á, en eina viðurkennda öryggisreglan er að taka spennuna af!

Jafnstraumur er talinn nokkuð hættuminni en riðstraumur. Riðstraumur á radiótíðni ferðast mest á yfirborði líkamans, jafnvel svo að hann getur brennt hornhúðina án þess að sársauka verði vart. Bein lífshætta er tæpast af sendum sem eru 100 W eða minna, en stórir sendar geta valdið lífshættulegum bruna.

## 2. Björgun

Sá sem vill bjarga manni frá raflosti verður að huga að eigin öryggi fyrst og fremst. Losni fórnarlambið ekki sjálfkrafa frá straumvaldinum verður að leggja alla áherslu á rjúfa strauminn, slökkva með rofa eða taka úr sambandi með öðrum öruggum hætti. Gott er að hafa höfuðrofa í tækjaherbergi amatöra og kenna heimilisfólki á hann.

Þegar snertihætta er ekki lengur til staðar skal huga að lífsmörkum og endurlífgun. Kynnið ykkur tiltækar upplýsingar áreiðanlegra aðila um þessi efni. Æskilegast er að sækja námskeið og fá verklega þjálfun. Rauði kross Íslands og björgunarsveitir veita upplýsingar.

## 3. Íkveikjuhætta

Ekki þarf nema nokkur W (vött) af varmamyndun til að kveikja í við óheppilegar aðstæður. Yfirstraumsvörn húsgreinar fyrir ljós og tengla er oftast 10 A, aldrei minna. Það leyfir varmamyndun sem er 10 A x 230 V eða 2300 W. Hins vegar slá lekaliðar íbúða venjulega út við 30 mA útleiðslu og varmamyndun af þeim sökum væri því takmörkuð við 7 W. Lekaliðar draga þó ekkert úr hættunni vegna yfirstraums sem ekki stafar af útleiðslu.

Það er góð regla að hafa ekki spennu á tækjum amatörstöðvar þegar hún er ekki í notkun. Hugið að því hvort lausir spennubreytar eru nærri brennanlegu efni eða eitthvað hindrar kælingu þeirra. Forðist að hafa þá í sambandi að þarflausu.

Margir halda að engin íkveikjuhætta stafa af lágspenntri lögn, eins og 12 V. Það er talsýn ef straumgetan er mikil. Blýrafgeymar hafa afar lágt innra viðnám og geta hæglega gefið mörg hundruð A (amper), enda kveikja þeir oft í bílum. Ef þið notið rafgeymi við tækin ykkar skuluð þið nota viðeigandi var næst geyminum. Gerið líka ráðstafanir til að leiðandi hlutir geti ekki fallið á skautin og skammhleypst.

*Rafgeymar kveikja auðveldlega í*

Nútíma rafhlöður geta gefið hættulega mikinn straum þó litlar séu, þetta á ekki síst við um hlaðanlegar rafhlöður. Þakkið ekki rafhlöðum í farangur nema að vel athuguðu máli, þá helst í upphaflegum umbúðum eða öðrum sem tryggja að engin leiðni geti orðið á

milli þeirra. Lípínrafhlöður má ekki setja í innritaðan farangur flugvéla og takmörk eru á leyfðri stærð í handfarangri.

*Rafhlöður eru varasamar í farangri, takmörkun á lípínrafhlöðum í flugi*

### 3. Bræðivör

Bræðivör, oft kölluð öryggi, innihalda þráð sem brennur sundur við tiltekinn straum. Áður fyrr voru þau alls ráðandi í rafmagnstöflum húsa, en finnast nú sem stofnvör við inntaksstað húss. Þau eru enn mikið notuð í alls konar tækjum, oft í aðgengilegum varhöldum svo auðvelt sé að skipta um.

*Ekki má gera við brunnið var*

Tækjavör skiptast í 2 megin flokka, snögg (F) og treg (T). Venjulega eru þau merkt með þessum bókstöfum. Tæki sem innihalda afriðla með þéttisjöfnun taka oft margfaldan vinnustraum sinn þegar kveikt er með tóman þétti, og svipað gildir um segulmögnun spenna eftir því hvernig stendur á riði. Framan við slík tæki skal nota tregt var með straumgildi sem hæfir vinnustraumnum. Snögg var þyrfti að hafa óhóflegt straumgildi til að eiga ekki á hættu að brenna yfir þegar kveikt er.

*Betri brunavörn er í tregu vari af réttri stærð en yfirstærð af snöggu vari*

Jafnan er líka tilgreind spenna á bræðivörum. Ef þau eru notuð við hærri spennu gæti straumur haldið áfram að ganga um ljósboga þegar þráðurinn brennur.

### 4. Rafveita íbúðarhúsa

Á Íslandi, eins og víða nema í Ameríku, er 230 V riðspenna með tíðnina 50 Hz. Þetta er virka gildi spennunnar, en toppgildið er  $\sqrt{2}$  sinnum hærra eða 325 V. Jafnan eru framleiddir 3 fasar með innbyrðis 120° fasamun. Hver fasi er jarðtengdur í annan endann í spennistöð og frá þeirri samtengingu liggur núlltaug til notenda. Fasaleiðarinn ber 230 V miðað við núll og jörð, það er spennan sem lang flest raftæki nota. Sé tengt á milli fasa fást 400 V, ekki 460 V eins og halda mætti í fljótu bragði. Ástæðan er sú að sveifla fasanna fylgist ekki að. Eldri staðall á Íslandi og víðar var 220 V/380 V.

Að jafnaði notar hvert heimili aðeins 1 fasa, 230 V og núll. Í rafmagnstöflu greinist tengingin til mismunandi hluta íbúðar. Til að koma í veg fyrir ofhitun raflagna er hver grein varin fyrir yfirstraumi, jafnframt er fólgin viss vernd í því að bilun í tækjum gæti slegið út greininni. Aðeins þarf var á fasaleiðarann sem ber spennu, af núlltauginni einni stafar engin hættu ef rafkerfið er í lagi.

Í gamalli byggð og hverfum er sumstaðar enn notast við kerfi sem ekki er núlltengt, heldur er spenna á báðum leiðurum gagnvart jörð. Þá er í rauninni tengt milli fasa sem hafa hvor um sig lægri spennu en nú tíðkast. Þá er engin núlltaug heldur 2 fasataugar sem báðar þarf að verja. Þessi kerfi þekkjast á því að 2 vör eru fyrir hverja grein í stað eins og nauðsynlegt að slá báðum út ef vinna skal við greinina eða taka strauminn af vegna bilunar.

Nú þekkest varla annað en að nota sjálfvirk greinavör í rafmagnstöflu, sem hægt er að slá inn og út að vild. Samræmi þarf að vera milli sverleika leiðaranna í lögninni og varsins sem er notað. Venja er að miða við þverskurðarflatarmál víra í fermillimetrum, nefnt „kvaðrat“ í daglegu tali fagfólks. Eftirfarandi tafla sýnir helstu málgildi vara í húsveitum og minnsta sverleika sem koparlögn í röri við herbergishita þarf þá að hafa.

var	vír
10 A	1,5 mm <sup>2</sup>
16 A	1,5 mm <sup>2</sup>
20 A	2,5 mm <sup>2</sup>
25 A	4 mm <sup>2</sup>
32 A	6 mm <sup>2</sup>

**Tafla 2**  
*Samhengi sverleika vírs  
og stærðar á vari*

Ástæðan fyrir því að 1,5 mm<sup>2</sup> er sýnt bæði fyrir 16 A og 10 A, er að ekki er dreginn grennri vír en þetta í raflagnir húsa. Greinar fyrir ljós og tengla í íbúðum eru jafnan varðar með 10 A vari.

## 5. Hlífðarjörð (PE *protective earth*)

Fyrstu áratugi rafvæðingar urðu oft hörmuleg slys vegna útleiðslu í málmfleti búnaðar sem fólk gat snert. Hættan var ekki síst fyrir hendi þar sem vatnslagnir með leiðni til jarðar voru nálægar. Sama er uppi á teningnum hjá radíóamatörum sem geta snert samtímis tækin sín og loftnetskapla sem eru jarðtengdir úti við net.

Til að hamla gegn slysum af þessu tagi var farið að jarðtengja rækilega leiðandi ytra byrði tækja, fyrst í eldhúsi og þvottahúsi. Síðar varð þetta almenn ráðstöfun og sérstakur leiðari, kallaður hlífðartaug, dreginn til allra tengistaði ásamt núlli og fasa. Alls eru þá taugarnar þrjár og litur þeirra á að vera sem hér segir:

hlífðartaug (PE)	tvílit, gul og græn
núlltaug (N)	blá
fasataug (L)	annað, t.d. brún eða svört

**Tafla 3**

*Taugar og litur þeirra*

Þessir sömu 3 leiðarar eru í lausasnúrum tækja sem þurfa á hlífðarjörð að halda, og eiga alltaf að hafa viðeigandi kló sem fer í tengil með hlífðarjörð.

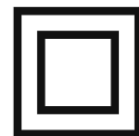
Með þessari ráðstöfun á aldrei að verða spennunur milli snertanlegra hluta tækja, né frá þeim til jarðar.

## 6. Spennujöfnun

Jafnhliða hlífðarvörn er beitt spennujöfnun sem tekur til annarra leiðandi hluta sem fólk getur snert, ekki síst pípulagna úr málm. Skyld er að tengja leiðslur fyrir heitt og kalt vatn húsa saman og jafnframt við hlífðarjörðina, svo aldrei verði spennunur milli þessara hluta. Radíóamatör ætti að íhuga slíka tengingu á loftnetskerfi sínu í samráði við rafveitu staðarins og löggiltan rafvirkja.

## 7. Tvöföld einangrun

Í minni raftækjum er heimilt að sleppa hlífðarjörð en nota í staðinn tvöfalda einangrun. Þá er aldrei treyst á ein einangruð skil. Lausasnúrir slíkra tækja hafa aðeins 2 leiðara og klærnar hafa enga jarðsnertu en komast samt í þannig tengla. Þessi tæki eru merkt eins og mynd 1 sýnir.



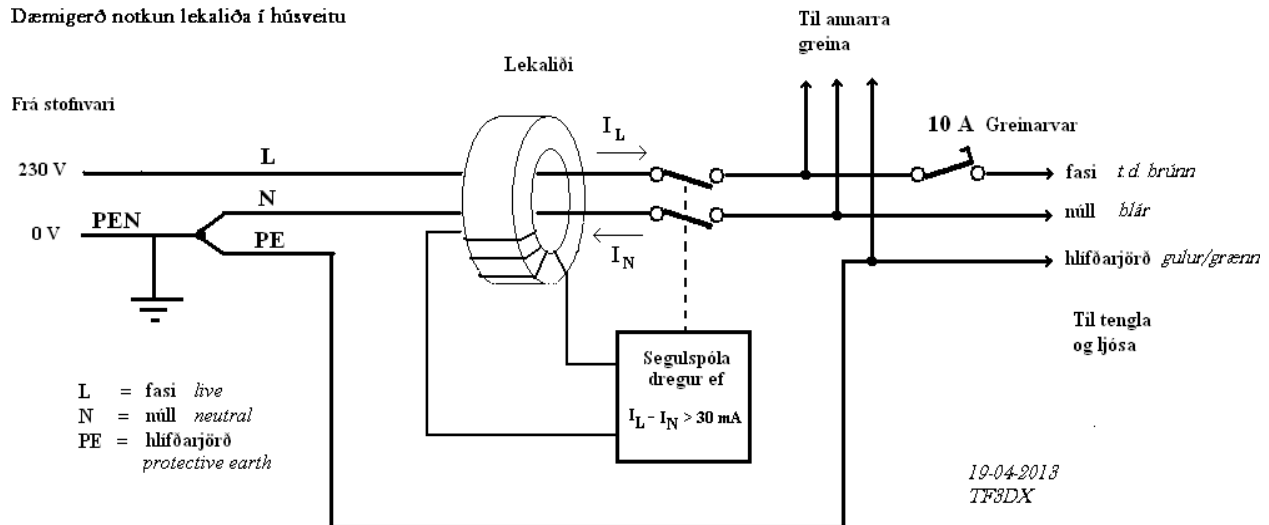
**Mynd 1**

## 8. Lekaliðar

Lekaliði (lekastraumslíði) er mikilvægur öryggisbúnaður í rafmagnstöflu. Hann vakir yfir straumnum sem fer til notkunar og þess sem skilar sér eftir réttum leiðara til baka. Við útleiðslu lekur einhver hluti straumsins til hlífðarjarðar eða beint til jarðar, og þegar mismunur straumsins í réttu leiðurunum fer yfir ákveðin mörk slær liðinn lögninni út. Í íbúðarhúsnæði eiga mörkin að vera 30 mA en gætu verið 300 mA eða hærri annars staðar. Þetta má lesa af liðanum.

Liðar með 30 mA mörkum veita umtalsverða vörn gegn lífsháska ef þeir eru í góðu lagi. Á liðanum er prófunarhnappur sem veldur útleiðni um hæfilegt viðnám, hann ætti að nota með hæfilegu millibili til að kanna hvort næmin hefur minnkað og láta skipta liðanum út ef svo er.

Dæmigerð notkun lekaliða í húsveitu

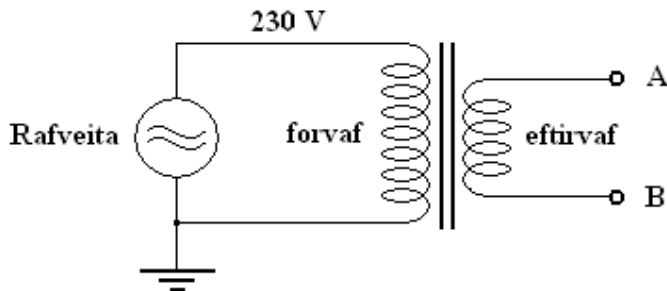


## Mynd 2

### Fyrirkomulag lekaliða í núlluðu kerfi

Á mynd 2 má sjá fyrirkomulag lekaliða.  $I_L$  er straumurinn sem fer til notkunar og á að koma til baka sem  $I_N$ . Gagnstæð stefna upphefur seguláhrif straumanna á kjarnann þegar þeir eru jafn stórir, annars ræður mismunurinn. Ef meiri straumur en ástimplaða gildið tapast framhjá kjarnann á bakaleiðinni spanast nægileg spenna í spólunni til að virkja útslátt. Þó núllið og hlífðarjörðin séu samtengd veitumegin við lekaliðann verður að hafa þau aðskilin notandamegin.

## 9. Einangrunarspennir



### Mynd 3

Með aðskildu forvafi og eftirvafi fæst einangrun frá rafveitunni

Með fyrirkomulaginu á mynd 3 er engin leiðni frá veituspennunni til þess sem tengist eftirvafinu í A eða B. Eina hættan þeim megin gæti stafað af spennu eftirvafsins.

## 10. Varnarsmáspenna

Ef spenna frá eftirvafi einangrunarspennis er 50 V eða lægri án álags er talað um hlífðarspenni og varnarsmáspenna. Fyrir gripahús og votrymi eru mörkin 25 V. Þetta er gamalreynd aðferð fyrir dyrabjöllur. Nánast öll rafeinda- og radíótæki eru skilin frá rafveitunni með þessum hætti, þá er algeng eftirvafsspenna á bilinu 9 - 18 V.

## 11. Aflgjafar með hátíðnispenni

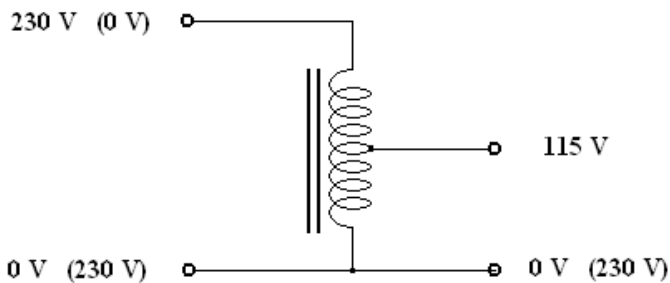
Lengst af unnu allir hlífðarspennar beint á lágrí tíðni rafveitunnar og svo er enn í ríkum mæli. Þverviðnám spólu, forvafs í spennu þar með talið, er í réttu hlutfalli við tíðni. Þess vegna er hægt að komast af með minni spólu og kjarna því hærri sem tíðnin er. Því hefur farið mjög í vöxt að afriða veituspennuna beint og hakka hana svo upp með hárri tíðni, 20 - 200 kHz, áður en kemur að hlífðarspenninum. Oft er spennu- eða straumreglun samþættuð sveifluvakanum með góðri nýtni þar sem hálfleiðar vinna í skiptihætti (switch mode). Svona aflgjafar þekkjast á því hve léttir þeir eru borið saman við jafnoka þeirra með 50 riða spenni. Skiptiregli þarf minni kælingu en hliðrænn regli (regulator) sem breytir afli umframspennu í varma.

## 12. Einvafsspennar

Einvafsspennar (auto-spennar) nota aðeins eitt vaf sem þjónar að hluta bæði sem forvaf og eftirvaf og gefur því *enga* einangrun. Vafið allt er gert fyrir hærri spennuna, en lægri spennan notar færri vindinga frá úttaki á spólunni. Þessi gerð er nánast einráð í 50/60

riða spennum sem eru notaðir til að breyta milli 230 V og 115 V. Þá er úttakið á miðri spólunni. Þegar tæki gert fyrir 115 V er tengt við 230 V veitu með slíkum spennni getur spennan inn á tækið ýmist verið 0 V á öðrum leiðaranum og 115 V á hinum, eða 115 V og 230 V. Það fer eftir því hvernig klóin við 230 V veituna snýr í tenglinum!

Ef einangrun tækisins er fullnægjandi fyrir 230 V, þar með talin leyfileg vinnuspenna þetta sem stundum eru milli veituleiðara og tækisjarðar til að deyfa truflanir, kemur þetta ekki að sök.



#### Mynd 4

*Einvaðsspennir tengdur  
núllaðri 230 V veitu*

### 13. Þéttar

Hægt er að nota þetta til að hleypa RF straumi áfram en stöðva því sem næst 50 Hz frá rafveitunni. Þetta á t.d. við um þetta til truflanadeyfangar eins getið er hér að ofan. Slíkir þéttar þurfa að vera sérstaklega gerðir og viðurkenndir til þessara nota, einkum með tilliti til þess að skammhlaup sem kann að verða í þeim brenni sjálfkrafa í sundur. Einnig þarf að hafa í huga að spennupúlsar sem eru margföld veituspennan geta verið algengir. Í eldri Reglugerð um raforkuvirki var mesta leyfða rýmd þetta í þessu skyni 0,01  $\mu\text{F}$ . Þá gengur tæpt mA við 230 V og 50 Hz þó þverviðnámið við 1,8 MHz (160 m) sé innan við 10  $\Omega$ .

### 14. Togfesta

Allar lausasnúrur þurfa að hafa togfestu innan við gegntaksstað í tæki eða tengikló. Hún þarf að vera með þeim hætti að átak af togi komi á kápu snúrunnar en ekki leiðarana og tengistað þeirra. Í því skyni á líka að vera nokkur slaki á leiðurunum innan togfestunnar, ávallt mestur á gula og græna leiðaranum. Það er til þess að hlífðarjörðin rofni síðast ef togfestan svíkur. Einungis má nota viðurkenndan búnað til togfestu sem ekki skemmir kápu snúrunnar. Hann er stundum sambyggður gegntakshulsu, sem er einkum nauðsynleg þegar snúran fer í gegn um málmhlíf með hvössum brúnum.

*Ekki má hnýta á snúru innan gegntaks til að fá togfestu*



## 15. Kló sett á snúru

Pegar kló er sett á snúru með hlífðarjörð skal ávallt hafa mestan slaka á gula og græna vírnum sem tengist snertum hlífðarjarðarinnar, af sömu ástæðu og getið er um að ofan.

*Hafið mestan slaka á gula og græna vírnum*

Aldrei má leika vafi á hvaða vír er hlífðarjörðin, ef það ruglast tengist fasinn út á snertifleti tækisins ef klóin snýr þannig í tenglinum. Best er að mæla hversu tryggt sambandið er við málmhluta tækisins, stundum þarf að herða það upp í gömlum tækjum.

*Mælið ef minnsti vafi leikur á hlífðarjörð*

Lengi vel fengust ekki klær án jarðsnertu sem gengu í þannig tengla eftir að þeir urðu algengastir. Því varð að nota kló sem leit út fyrir að gefa hlífðarjörð þó engin slík væri í snúrunni. Treystið því ekki á að eldri tæki hafi hlífðarjörð þó þau hafi kló með jarðsnertu, mælið til að gagna úr skugga um þetta.

Tinið ekki fjölþættan vír með lóðbolta ef herða skal að honum með skrúfu eða tengiklemmu. Tinið skriður undan þrýstingi með tímanum og þá liggur leiðarinn laus í sæti sínu.

## 16. Uppsetning loftneta

Við uppsetningu loftneta skal huga að því að þau geti ekki snert raflínur ef þau falla eða slitna. Hafið þá í huga að rok getur feykt þeim til. Loftnetsvírar geta verið einangraðir, það dregur ekki úr getu þeirra til útgeislunar. Ekki má þó treysta einvörðungu á slíka einangrun í námunda við raflínur.

Vírloftnet sem liggja yfir svæði sem umferð er um geta verið hættuleg ef þau falla niður. Flækist þau t.d. í ökutæki sem dregur þau til getur það valdið slysi á nærstöddu fólki.

## 17. Rafstöðuspenna á loftneti

Einangrað loftnet hleðst upp af völdum andrúmsloftsins, einkum úrkomu. Spennan af þessum völdum getur verið svo há að kórónu-úrhleðsla verður ef engin jafnstraumsleið er

til jarðar. Rýmd algengra amatörloftneta leyfir tæpast hættulega hleðslu, en viðbrögðin við rafhöggi geta orðið varasöm, einkum þar sem fallhætta er.

*Hugið að afhleðslu loftneta*

Rafeindatæki geta hæglega skemmst af völdum rafstöðuspennu. Rétt er að tryggja alltaf leiðið samband til jarðar til að afhlaða loftnet.

### **18. Eldingarvarnir**

Möstur og stangir ætti að jarðtengja eins og kostur er og huga að leið straums vegna eldingar frá öllum loftnetum. Þó elding fari ekki beint í loftnet getur spanast í því há spennu. Kynnið ykkur þekktar varúðarráðstafanir, þar með talið yfirspennuvörn fyrir tæki. Engar eldingarvarnir eru öruggar, hafið því í huga möguleikann á að frátengja loftnet þegar búist er við eldingaveðri eða íbúar verða fjarverandi um skeið.

23/04/2013