

# Spennujöfnun raflagna í iðnaði

ÍST HB 211

Þýðing handbókar SEK 449



Íslenskir staðlar



---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### ÍST HB 211 Spennujöfnun raflagna í iðnaði

Pýðing handbókar SEK 449

ISBN 978-9979-851-29-5

Staðlaráð Íslands  
Rafstaðlaráð – RST  
Þórunnartúni 2  
105 Reykjavík

Sími: 520 7150

Netfang: [stadlar@stadlar.is](mailto:stadlar@stadlar.is)

Veffang: [www.stadlar.is](http://www.stadlar.is)

©RAF MENNT 2021. Öll réttindi áskilin.

1. útgáfa

Pýðing: Hersir Oddsson

Yfirllestur og aðlögun að íslensku umhverfi: Emil Sigursveinsson

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

Handbókin er þýðing sænskrar handbókar, *SEK Handbok 449 - Potentialutjämning i industriella elanläggningar*, 1.útgáfa, Svíþjóð 2009.

SEK *Svensk Elstandard* sér um staðlagerð fyrir sænska raforkuiðnaðinn og hefur umsjón með þátttöku Svía í Evrópu- og alþjóðasamstarfi staðlaráðanna, eru þannig fulltrúar í CENELEC og IEC. SEK eru óháð samtök sem hafa það markmið að taka þátt í og vinna að setningu tæknilegra staðla fyrir raforkuiðnaðinn. Sjá nánar [www.elstandard.se](http://www.elstandard.se)

Þessi útgáfa er birt samkvæmt samkomulagi Rafstaðlaráðs og RAFMENNT, grundvallað á samkomulagi Staðlaráðs Íslands og Sænska rafstaðlaráðsins SEK. Gert er ráð fyrir að birta fleiri skjöl á þessum grundvelli. Handbókin er gefin út í ritröð handbóka Staðlaráðs Íslands sem ÍST HB 211.

Handbókinni er dreift án endurgjalds á rafbókasafninu [www.rafbok.is](http://www.rafbok.is).

Allir rafiðnaðarmenn og rafiðnaðarnemar geta fengið aðgang að rafbókinni án endurgjalds.

Heimilt er að afrita textann til fræðslu í skólum sem reknir eru fyrir opinbert fé án leyfis höfundar eða RAFMENNT. Hvers konar sala á textanum í heild eða að hluta til er óheimil nema að fengnu leyfi Staðlaráðs Íslands og RAFMENNT.

Vinsamlegast sendið leiðréttingar og athugasemdir til Staðlaráðs Íslands, [stadlar@stadlar.is](mailto:stadlar@stadlar.is)



---

**Spennujöfnun raflagna í iðnaði**


---

**Efnisyfirlit**

Formáli íslensku þýðingarinnar.....	7
Formáli sænsku handbókarinnar .....	8
1 Almennar upplýsingar .....	9
2 Kröfur varðandi uppbyggingu spennujöfnunarkerfa .....	10
2.1 Almennt.....	10
2.2 Öryggi einstaklinga.....	10
2.2.1 Almennt.....	10
2.2.2 Spennujöfnun.....	11
2.2.3 Mismunandi kerfisjarðir í veitu kerfum .....	13
2.2.4 Viðbótarspennujöfnun .....	13
2.2.5 Hætta án viðbótarspennujöfnunar .....	16
2.3 Rekstraröryggi .....	19
2.3.1 Almennt.....	19
2.3.2 Truflanir.....	19
2.3.3 Spennujöfnunarnet .....	19
2.3.4 Spennujafnandi búnaður .....	22
2.3.5 Rekstrarjarðbinding.....	22
2.3.6 Rekstrarspennujöfnun.....	23
2.3.7 Rafmagnsleiðarar .....	24
2.3.8 Legustraumar í hreyflum við nettiðni .....	29
2.3.9 Legustraumar í hreyflum, tíðnibreytir.....	30
2.3.10 Flökkustraumar .....	31
2.3.11 Sambyggð spennujöfnun .....	31
2.4 Viðhald og rekstur .....	31
3 Ráðlagt verklag.....	32
3.1 Almennt.....	32
3.2 Bygging.....	32
3.2.1 Almennt.....	32
3.2.2 Aðaljarðtengiklemma.....	32
3.2.3 Spennujöfnunarklemmur .....	35
3.2.4 Möskvanet í byggingum og samsetning þeirra .....	36
3.2.5 Innkomandi lagnir í byggingar.....	38
3.2.6 Yfirlitsmynd byggingar .....	39
3.2.7 Svæði bygginga .....	40
3.3 Rafbúnaðarherbergi .....	43
3.4 Spennir sem matar rafkerfið .....	44
3.5 Stjórnkerfi .....	45
3.5.1 Almennt.....	45
3.5.2 Tenging strengja í skáp.....	46
3.5.3 Tenging búnaðar í framleiðslu- og iðnaðarsölum .....	47
3.6 Tengirými / tengiherbergi .....	48
3.7 Hreyfilssamstæða.....	50
3.8 Vélar í framleiðslu- og iðnaðarrými .....	51

---

**Spennujöfnun raflagna í iðnaði**


---

3.9	Tæki í framleiðslu- og iðnaðarrými .....	52
3.10	Stýripúlt og tengibox.....	52
3.11	Strengjastigar .....	52
3.12	Búnaður úr málmum .....	53
4	Úttekt fyrir gangsetningu .....	54
4.1	Almennt.....	54
4.2	Ráðlögð framkvæmd úttektar.....	54
4.3	Ráðlögð framkvæmd prófunar.....	54
5	Skráning og merkingar .....	55
5.1	Almennt.....	55
5.2	Tilvísunarskráning .....	55
5.2.1	Almennt.....	55
5.2.2	Fyrsti kennibókstafurinn í tilvísunarskráningu .....	56
5.2.3	Annar (viðbótar) kennibókunarstafurinn .....	56
5.3	Skilgreining á leiðara .....	57
5.4	Tákn fyrir merkingar af úttökum fyrir ákveðna leiðara.....	58
5.5	Merking strengja og leiðara .....	58
5.6	Svæði með merkingum á skinum og leiðurum .....	60
6	Skráning gagna .....	61
6.1	Almennt.....	61
6.2	Merkingar gagna .....	61
7	Fyrirmæli .....	62
7.1	Fyrirmæli um rafmagnsöryggi .....	62
7.1.1	Almennt.....	62
7.1.2	Lágspennulagnir (< 1000 V).....	62
7.2	ESB tilskipanir.....	62
7.2.1	Nýaðferðartilskipanir, „The new approach“ .....	62
7.2.2	Rafföng sem notuð eru við lága spennu LVD .....	62
7.2.3	Rafsegulviðssamhæfi (EMC tilskipun) .....	62
7.2.4	Vélatilskipunin, MD .....	63
7.3	CE - Merking .....	63
7.3.1	Almennt.....	63
7.3.2	Eftirlit.....	64
7.3.3	Skráning gagna .....	64
8	Staðlar .....	65
8.1	Almennt.....	65
8.2	Grunnstaðlar .....	65
8.3	Staðlar fyrir rafsegulviðssamhæfi.....	65
8.4	Staðlar fyrir varnir gegn eldingum .....	65
8.5	Staðlar fyrir rými með sprengihættulegar lofttegundir .....	66

---

**Spennujöfnun raflagna í iðnaði**


---

8.6	Staðlar fyrir merkingar og skráningu gagna .....	66
9	Nánari skilgreiningar .....	67
9.1	Eldri reglur til að tryggja rafmagnsöryggi .....	67
9.2	Stækkun eða breyting á eldri raflögnum .....	67
9.2.1	Nýjar raflagnir .....	67
9.2.2	Fyrirmæli HMS .....	68
9.2.3	Ráðlögð framkvæmd .....	68
9.2.4	Spennujafnað í eldri kerfum .....	68
9.2.5	Truflanastýring í eldri kerfum .....	69
9.3	Kerfisjörð .....	69
9.3.1	Almennt .....	69
9.3.2	TN kerfi .....	70
9.3.3	IT kerfi .....	72
9.4	Svæði .....	72
9.4.1	Almennt .....	72
9.4.2	Svæðaskipting .....	73
9.4.3	Svæðamörk .....	73
9.4.4	Eldingavarnarsvæði .....	74
9.4.5	Að tengjast svæðinu .....	74
9.4.6	Samræming svæðaskiptinga .....	75
9.5	Skilgreining og heiti varnarleiðara .....	75
9.5.1	TN-S kerfi .....	75
9.5.2	TN-C-S kerfi .....	77
9.5.3	IT kerfi .....	78
9.5.4	Jarðbinding spennis .....	79
9.5.5	Aðalhringtengijarleiðari .....	80
9.6	Hugtakið jarðtenging .....	82
9.7	Yfirlitsmynd, jarðbinding og spennujöfnun .....	83
9.8	Spennujöfnunarleiðarar í loftum, veggjum og súlum .....	85
9.9	Varnarspennujöfnunarleiðari til hreyfla og annarra berra leiðandi hluta .....	87
9.10	Skráning gagna fyrir spennujöfnunarkerfi .....	88
9.11	Sænsk fyrirmæli og sænskar reglugerðir .....	91
10	Íðorð og skilgreiningar .....	92
11	Tilvísanir .....	100
12	Skilgreining skjala .....	102
	Viðhengi 1 - Gátlistar - Skilgreining skjala .....	103

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### Formáli íslensku þýðingarinnar

Tilgangurinn með þessari handbók er að fylla upp í tómarúm sem hefur verið í faglegu fræðslufni sem fjallar um spennujöfnun raflagna í iðnaði. Uppbygging raflagna og rafmagnsdreifingar er nær alveg eins í Svíþjóð og á Íslandi og var því nærtækast að fá leyfi sænska Staðlaráðsins til að þýða Handbók SEK 449, þ.e. 1. útgáfu 2009.

Fræðsluskrifstofa rafiðnaðarins, nú RAF MENNT, hafði frumkvæðið að þýðingu handbókarinnar og fékk til verksins Hersi Oddsson rafmagnstæknifræðing.

Þýðing handbókarinnar var unnin í Reykjavík jan. – apr. 2016. Efnið var yfirfarið og aðlagð að íslensku umhverfi af Emil Sigursveinssyni rafmagnsverkfræðing í okt. 2020. Efnið var rýnt af Fjalarrí Gíslasyni rafmagnsverkfræðingur, Eyþóri Kára Eðvaldssyni rafmagnstæknifræðingi og Guðmundi Valssyni rafmagnsverkfræðingi.

Bára Laxdal Halldórsdóttir hjá RAF MENNT vann allar myndir og sá um uppsetningu bókarinnar. Anna Dóra Antonisdóttir las yfir þýðingu.

Handbókinni er ætlað að vera hjálpartæki fyrir þá sem vinna við gerð raflagna og sérstaklega þá sem fást við spennujöfnun raflagna í iðnaði.

Handbók þessi er þýðing á sænskri handbók og þar sem kröfur í handbókinni stangast á við íslenskar kröfur s.s. í reglugerðum, stöðlum og tæknilegum tengiskilmálum þá gilda íslensku kröfurnar.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### Formáli sænsku handbókarinnar

Handbókin er gerð til að auðvelda þeim störf sem fást við spennujöfnun raflagna í iðnaði, s.s. eigendum lagna, hönnuðum, rekstraraðilum og einnig seljendum raflagnaefnis auk eftirlits- og úttektaraðilum.

Handbókinni er ætlað að leiðbeirna með auðskiljanlegum hætti um gerð spennujöfnunar raflagna í iðnaði.

Þá er handbókinni með óbeinum hætti ætlað að stuðla að skilningi milli ólíkra fagtæknilegra sjónarmiða með því að skilgreina varnarþörfina og svo tæknilega gerð jarðtenginga og spennujöfnunar.

Auk þess er tilgangur handbókarinnar að eyða að sumra dómi útbreiddum misskilningi um hvernig spennujöfnunarkerfi skuli uppbyggð og að hér sé ekki um neitt yfirnáttúrulegt fyrirbæri að ræða heldur eru kerfin byggð á eðlisfræðilegum forsendum.

Handbókin byggir á gildandi stöðlum, en hafa skal í huga að mismunandi leiðir geta verið að lokatakmarkinu.

Handbókina má skoða sem dæmi um hvernig grunnleiðbeiningum SEK 413 handbókarinnar um spennujöfnun í byggingum er fylgt í framkvæmd.

Tommy Hammarbäck hefur séð um gerð handbókarinnar og notið til þess aðstoðar frá Ulf Nilsson. Ráðgefandi aðstoðarhópur samanstendur af: Ingemar Hult (Elektriska Nämnden), Gunnari Englund (GKE Elektronik), Klas-Göran Sundvall (STF), Rolf Mattson (SSG) og Örjan Borgström (EUU), fyrir hönd SEK (Sænska staðlaráðið) og FIE (Félag um rafeindatækni í iðnaði).

Handbókin hefur verið yfirfarin og gagnrýnd m.a. af: Rafmagnsnefnd sænska brunavarnarfélagsins, SSG (Standard Solution Groupn AB), FIE (Félag um rafeindatækni í iðnaði), auk ýmissa tækninefnda hjá SEK: TK 31 (Raflagnaefni fyrir sprengjuhættusvæði þar sem sprengifimar lofttegundir eru eða geta verið lausar), TK 44 (Rafbúnaður fyrir vélar), TK 64 (Rafbúnaður fyrir lágspennu og varnir gegn raflosti), TK 81 (Eldingavörn), TK 215 (Raftæknileg sjónarmið varðandi fjarskiptabúnað) og TK EMC (Um rafsegulsvið og samloðun hluta).



---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### 1 Almennar upplýsingar

Tilgangur með spennujöfnunarkerfum er að lágmarka spennun milli tveggja ólíkra punkta í raflögn.

Tilgangur spennujöfnunarkerfa er fyrst og fremst að skapa vörn gegn raflosti. Með því að byggja upp einstaklingsvarnir gegn raflosti er um leið stuðlað að vörnum gegn bilunum fyrir sjálfan rafbúnaðinn þar sem ber leiðinn hlutur getur orðið spennuhafa. Þannig má komast hjá hættulegri snertispennu.

Annar tilgangur með spennujöfnunarkerfum er að verja rafbúnað gegn skemmdum og rekstrartruflunum og treysta þannig rekstraröryggi raflagnar.

Við gerð spennujöfnunarkerfa hefur athyglinni í seinni tíð verið beint að rekstraröryggi rafbúnaðar. Varðandi einstaklingsvarnir er spennun sem er minni en 50 V nógu lágur, en með tilliti til rekstraröryggis búnaðar getur eins volta spennunur talist of mikill.

Eldri reglur til að treysta rafmagnsöryggi í raflögnum eru í stuttu máli kynntar undir kafla 9.1.

Handbókin tekur á tveimur höfuðþáttum. Sá fyrri fjallar um kröfur sem eðlilegt er að notandi raflagnar geri til spennujöfnunarkerfa og gerð þeirra. Seinni þátturinn snýr að ráðgjöf um uppbyggingu spennujöfnunarkerfa.

Tilgangur ráðgjafarinnar er að skilgreina öryggis- og rekstrarkröfur svo að öryggi einstaklinga sé tryggt og rekstraröryggi náist á eðlilegan og hagkvæman hátt.

Ákveðinn tjáningarvandi er til staðar þegar fjallað er um efnisþætti spennujöfnunar. Að hluta til vegna þess að ástæður spennujöfnunar eru mismunandi og orðaval ræðst af tilgangi hlutanna hverju sinni og svo er til staðar mismunur milli faghópa. Einnig kemur til að umfjöllun um spennujöfnun skilur sig í mörgum tilfellum frá annarri umræðu og á þetta jafnvel við hvað fagmenn varðar. Til samræmingar er því áriðandi að skilgreina hugtök og í kafla 10 er íðorðum gerð skil. Hugtakið að jarðbinda er skilgreint í kafla 9.6.

Staðlar sem liggja til grundvallar við gerð handbókarinnar eru skrifaðir á mismunandi tímum af ýmsum höfundum og þannig er orðaval ekki alltaf eins. Í handbókinni er reynt að samræma þessa þætti.

Mikilvægur þáttur hvað öryggi og gæði snertir er að vel sé unnið að skráningu og merkingu spennujöfnunarkerfa. Sérstaklega er vikið að þessum þætti í kafla 6.

Í handbókinni er einungis fjallað um spennujöfnun og ekki um varnir gegn yfirspennu og síun ytri áhrifaþátta, sem getur verið nauðsynlegt til að byggja upp varnir gegn t.d. eldingum og afhleðslustræmi. Varðandi varnir gegn yfirspennu er hér eðlilegt að vísa til kafla 712.534 Tæki til varnar gegn yfirspennum í ÍST HB 200.

Varðandi afhleðslustræum á svæðum með sprengjuhættu vegna sprengifimra lofttegunda er vísað til reglugerðar um raforkuvirki, sem vísar í staðal ÍST EN 60079-14. „Explosive atmospheres - Part 14: Electrical installations design, selection and erection“.

Varðandi spennujöfnun í síma- og tölvukerfum er almennt vísað til ÍST EN 50310 og einnig er vísað til ÍST EN 61918 sem fjallar um raflagnir í iðnaði.

## 2 Kröfur varðandi uppbyggingu spennujöfnunarkerfa

### 2.1 Almennt

Spennujöfnunarkerfi er oft hluti af stærra rafkerfi eða það er sérstakt iðnaðarkerfi. Uppbygging skal ætíð miðast við að koma í veg fyrir slys einstaklinga sem vinna við rekstur og viðgerðir auk þess að lágmarka rekstrartruflanir og skemmdir á búnaði.

Spennujöfnunarkerfi þarf því að uppfylla kröfur um vernd einstaklinga, rekstraröryggi og vera einfalt í rekstri.

### 2.2 Öryggi einstaklinga

#### 2.2.1 Almennt

Eftirtaldar varnaraðgerðir er eðlilegt að reikna með til að verjast raflosti:

- nota sjálfvirkt rof frá veitu (undirkafli 411 í ÍST HB 200)
- nota tvöfalda eða aukna einangrun (undirkafli 412 í ÍST HB 200)
- nota raftæknilega aðskilda einangrun, t.d. aðskilnaðarspenni til mótunar á raftæki (undirkafli 413 í ÍST HB 200)
- nota vörn með smáspennu, sbr. *SELV* og *PELV* (undirkafli 414 í ÍST HB 200)

Varnaraðgerð samanstendur af grunnvörn<sup>1</sup> og bilunarvörn<sup>2</sup> (sjá nánar íðorðaskrá).

Algengustu varnir í iðnaði er með sjálfvirku rofi frá veitu.

Vörn sem byggir á sjálfvirku rofi frá veitu gerir kröfu um að berir leiðnir hlutir séu tengdir varnarleiðara. Hver straumrás þarf að hafa aðskilda varnarleiðara sem eru tengdir jarðtengiklemmu mótunarrásarinnar.

Gert er ráð fyrir að vörn sem byggir á sjálfvirku rofi frá veitu hafi einnig spennujöfnunarkerfi í varnarskyni, þ.e.a.s. spennujöfnun til varnar og í vissum varnartilfellum þarf einnig viðbótarspennujöfnun að vera til staðar fyrir bera leiðna hluta.

Hætta á skemmdum án viðbótarspennujöfnunar ræðst af gerð kerfisjarðbindingarinnar sem matandi netið hefur.

Kröfur varðandi varnarjarðtengingar og spennujöfnun má sjá í ÍST HB 200 .

---

<sup>1</sup> var áður nefnt vörn gegn beinni snertingu

<sup>2</sup> var áður nefnt vörn gegn óbeinni snertingu

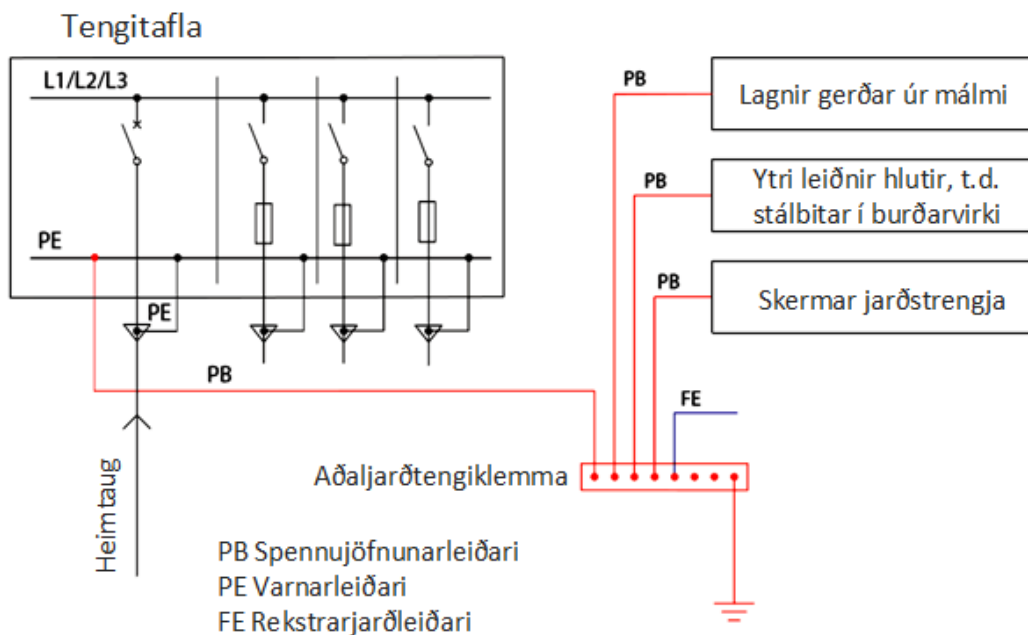
## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

### 2.2.2 Spennujöfnun

Hver bygging þarf að vera útbúin spennujöfnunarkerfi. Aðaljarðtengiklemma gegnir þar stærsta hlutverkinu.

Eftirtaldir leiðarar skulu tengjast aðaljarðtengiklemmu:

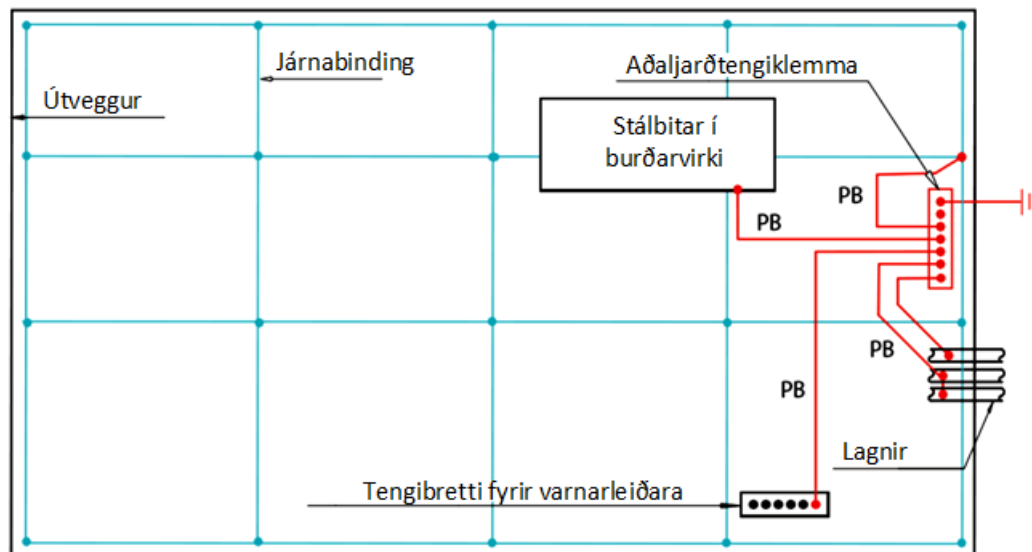
- jarðleiðari
- spennujöfnunarleiðari<sup>3</sup> að spennujöfnunartengiklemmu sem er til staðar í tengitöflu
- rekstrarjarðleiðari (ef hann er til staðar)
- spennujöfnun fyrir eftirtaldir einingar:
  - lagnir gerðar úr málmum sem koma inn í byggingu, t.d. vatns- og fjarskiptalagnir
  - ytri leiðnir hlutir sem tilheyra byggingunni og eru snertanlegir við eðlilegar aðstæður, t.d. ýmsir málmhlutir og vélbúnaður
  - járnabinding í steypu, þar sem járnabindingin er snertanleg og samtenging hennar áreiðanleg
- skermar afl-, stýri- og tölvustrengja.



Mynd 1 - Kennimynd fyrir spennujöfnun

<sup>3</sup> Leiðarinn er spennujöfnunarleiðari þegar varnarleiðari fæðisstrengsins er tengdur varnartengibretti í aðaltöflu. Ef varnarleiðari fæðisstrengs er tengdur aðaljarðtengiklemmu er hann nefndur varnarleiðari.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði



PB Spennujöfnunarleiðari

Mynd 2 - Spennujöfnun í byggingu.

Lagnir og aðrir leiðandi hlutir sem koma að utan inn í byggingu skulu tengjast til spennujöfnunar næst þeim stað sem lagnirnar koma inn í bygginguna.

Spennujöfnunarleiðara má leggja frá einum tengistað til næsta og tengja þannig fleiri tengistaði í s.k. sérútgöngu.

Gildleiki spennujöfnunarleiðara sem notaður er til spennujöfnunar og tengist aðaljarðtengiklemmu, þarf að vera a.m.k.:

<u>Gerð leiðara</u>	<u>Gildleiki (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Gildleiki lagnar sem nota skal í eldingavarnarkerfi (mm<sup>2</sup>)</u>
Kopar (Cu)	6	14
Ál (Al)	16	22
Stál (Fe)	50	50

Við ákvörðunartöku um gildleika leiðara, sem nefndir eru í töflunni hér að ofan, er tekið tillit til fleiri þátta en raftæknilegra.

Kröfur um hættulausa snertispennu hafa í för með sér að samviðnám spennujöfnunarleiðara, sem notaðir eru til spennujöfnunar, þarf að vera verulega lægra en sameiginlegt samviðnám varnarleiðaranna, þ.e. sem strengskermar og strengskermar hafa fyrir uppsetningu spennujöfnunar.

Ákveðna málma eða málmhluti má ekki nota í sem varnarleiðara eða spennujöfnunar-leiðara.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

Dæmi um slíka málmhluti eru:

- vatnspípur úr málm
- pípur sem ætlað er að flytja eldfimt gas eða vökva
- ákveðnir byggingahlutar, s.s stálgrindur<sup>4</sup> sem eru við eðlilegar aðstæður undir álagi
- færanlegir og beygjanlegir málmleiðarar, þó ekki þeir sem gerðir eru í varnartilgangi
- færanlegir málmhlutir
- strengjarennur og strengjastigar.

Við uppbyggingu eldingarvarnarkerfis þarf aðaljarðtengiklemman að vera gerð út kopar (Cu) eða stáli (Fe) og að gildleika a.m.k. 50 mm<sup>2</sup>.

Kröfur til leiðara sem ætlaður er til spennujöfnunar og til aðaljarðtengiklemmu er að finna í *ÍST HB 200 kafli 54* og í *ÍST EN 62305*.

### 2.2.3 Mismunandi kerfisjarðir í veitu kerfum

Matandi kerfi getur verið beintengt til jarðar eða verið „fljótandi“ þ.e. ekki beintengt til jarðar.

Kerfi sem er beintengt til jarðar er í einum punkti tengt til jarðar og berir leiðnir hlutar í raflögninni eru tengdir þessum punkti með varnarleiðara eða PEN-leiðara.

Kerfi sem er ekki beintengt til jarðar, heldur „fljótandi“ er einangrað frá jörð eða er tengt til jarðar um samviðnám með nægilega háu viðnámi. Berir leiðandi hlutir raflagnar eru tengdir til jarðar með varnarleiðara.

<u>Gerð/tegund jarðar</u>	<u>Kallast:</u>
Beintengt til jarðar	TN-kerfi
Fljótandi jörð	IT-kerfi

Nánar er fjallað um kerfisjörð í kafla 9.3 hér aftar í handbókinni.

### 2.2.4 Viðbótarspennujöfnun

#### 2.2.4.1 Almennt

Ef ekki er mögulegt að koma við sjálfvirkum útslætti með ásættanlegum útsláttartíma, samkvæmt eftirfarandi töflu, þarf að útbúa matandi kerfið með viðbótarspennujöfnun.

---

<sup>4</sup> Til þess að leyfilegt sé að nota ákveðna málmhluti / byggingahluti, s.s. stálgrindur sem varnarleiðara, þurfa samsetningar þeirra að vera þannig að leiðnin skerðist ekki við tjón á grindinni eða ef skaði verður vegna tæringar, t.d. vegna ryðskemmda.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### 2.2.4.2 Bilun í TN-kerfi

Við bilun skal mötunin aftengjast sjálfvirk a.m.k. innan tilgreindra tímamarka:

Hluti kerfis eða greinar sem mötuð er með $\leq 32$ A	
<u>Fasaspenna riðstraums</u>	<u>Lengsti leyfði útsláttartími<sup>5</sup></u>
$120\text{ V} < U_0 \leq 230\text{ V}$	0,4 s
$230\text{ V} < U_0 \leq 400\text{ V}$	0,2 s
$U_0 \leq 400\text{ V}$	0,1 s

Sé hluti kerfis eða greinar mataður með  $> 32$  A er leyfilegur útsláttartími  $\leq 5$  s.

### 2.2.4.3 Bilun í IT-kerfi

Við fyrstu bilun, til bers leiðins hlutar eða til jarðar, verður bilunarstraumur lágur og útleysing er af þeim sökum ekki algjörlega nauðsynleg, að því gefnu að snertispennan til staðarjarðar berra leiðandi hluta sé ekki hættuleg.

Komi upp tilfelli þar sem bilun verður samtímis á tveimur mismunandi fösum, gilda sömu mörk fyrir útsláttartíma og gilda fyrir TN-kerfin.

### 2.2.4.4 Gerð viðbótarspennujöfnunar

Spennujöfnun þarf að ná til allra snertanlegra hluta raflagnarinnar og byggingahluta sem eru úr málmum auk skerms strengja.

Ath. Tveir hlutir teljast samtímis snertanlegir ef bil milli þeirra er minna en 2,5 m.

Spennujöfnunarkerfi þarf að tengjast hjúp, þ.e. útbúnaði allra þeirra tækja sem tengjast varnarleiðara, þ.m.t. útbúnaði sem er tengdur raflögn um tengil.

Gildleiki leiðara sem notaður er til tengingar í viðbótarspennujöfnunarkerfi milli:

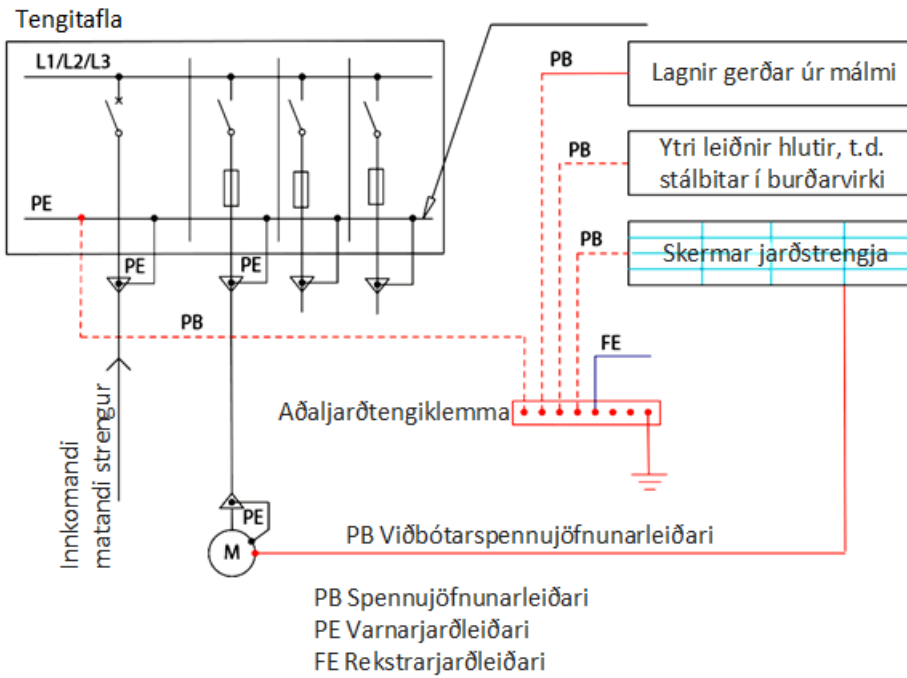
- tveggja berra leiðandi hluta skal ekki vera grennri en grennsti varnarleiðarinn sem notaður er til varnarjarðtengingar hinna berra leiðandi hluta
- bers leiðins hlutar og ytri leiðins hlutar skal ekki vera grennri en hálfur gildleiki þess varnarleiðara sem notaður er til varnarjarðtengingar hins berra leiðandi hlutar

Greint er frá kröfum varðandi viðbótarspennujöfnun í ÍST HB 200, kafla 54.

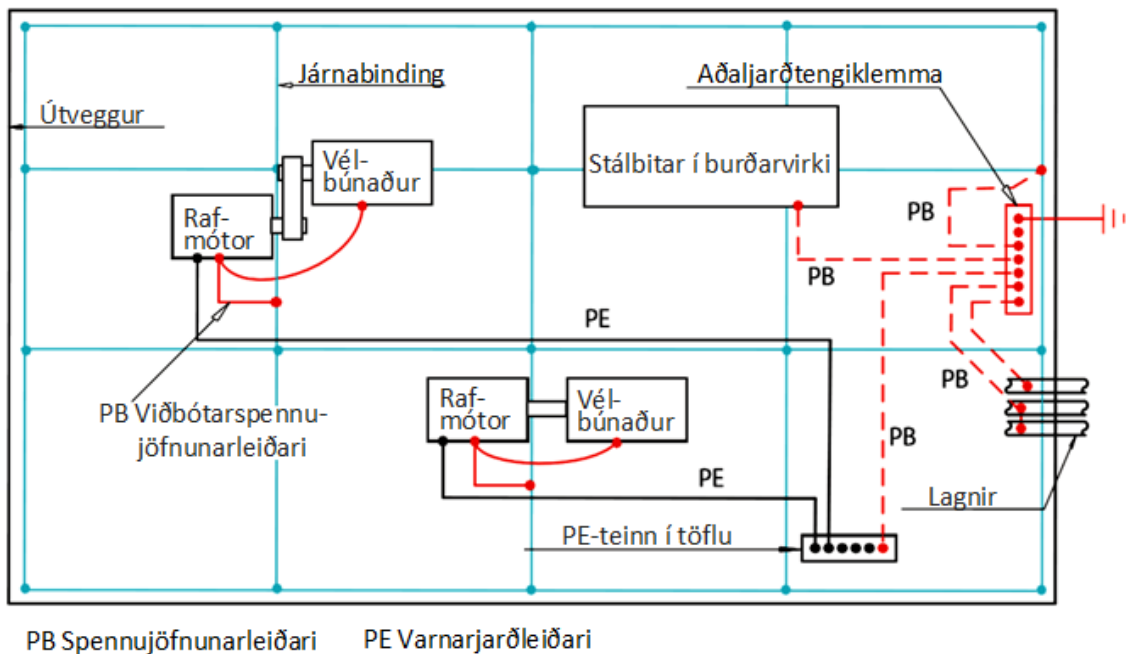
---

<sup>5</sup> Við bilun í hluta kerfis eða grein þar sem útsláttartíminn er langur, verða aðrir hlutar sem tengdir eru sömu mötun spennuhafa.

**Spennujöfnun raflagna í iðnaði**



Mynd 3 - Kennimynd fyrir varnarjarðtengingu og viðbótarspennujöfnun



Mynd 4 - Varnarjarðtenging og viðbótarspennujöfnun í byggingu.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### 2.2.5 Hætta án viðbótarspennujöfnunar

#### 2.2.5.1 Almennt

Áður en varnarbúnaðurinn hefur leyst út fæðinguna, við bilun milli fasaleiðara og varnarleiðara, verður búnaðurinn sem verið er að spennufæða spennuhafandi.

Gera verður ráð fyrir að fólk sem annast rekstur og aðrir starfsmenn séu staðsettir í verksmiðjusal og geti snert bilaða hlutinn.

Við hættumat reikna menn gjarnan með líkamsviðnámi u.þ.b. 2 kΩ. Að því gefnu má búast við að snertispenna sem er um 100 V geti myndað straumgildi í gegnum líkamann sem eftir u.þ.b. 1 sek. orsaki hjartatruflanir. Við 200 V getur orðið vart hjartatruflana eftir u.þ.b. 0,5 sek. og við 300 V eftir u.þ.b. 0,4 sek.

Í IEC 60479-1 er náðar fjallað um hættuna sem rafstraumur getur orsakað.

#### 2.2.5.2 Bilanir í TN-kerfum

Ef menn gefa sér að fasaleiðari og varnarleiðari séu með sama gildleika og að búnaður sem verið er að fæða sé einangraður frá leiðnum hlutum í umhverfinu verður hluturinn við bilun spennusetur sem nemur u.þ.b. hálfri fasaspennunni.

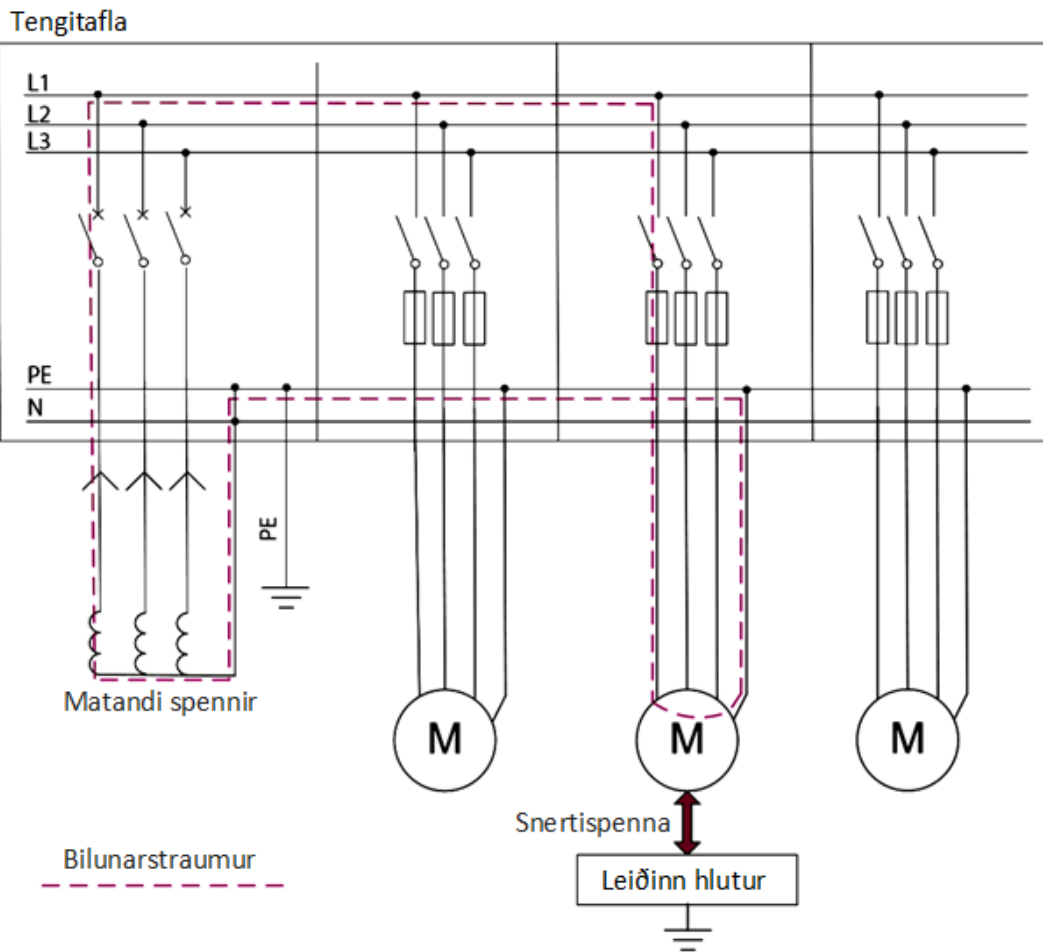
<u>Nafnspenna</u>	<u>Möguleg snertispenna<sup>6</sup></u>
400 V	115 V
690 V	200 V

---

<sup>6</sup> Ef munur er á gildleika fasaleiðara og varnarleiðara má búast við að snertispenna verði hærri.



Spennujöfnun raflagna í iðnaði



Mynd 5- Snertispenna við bilun í TN – kerfi.

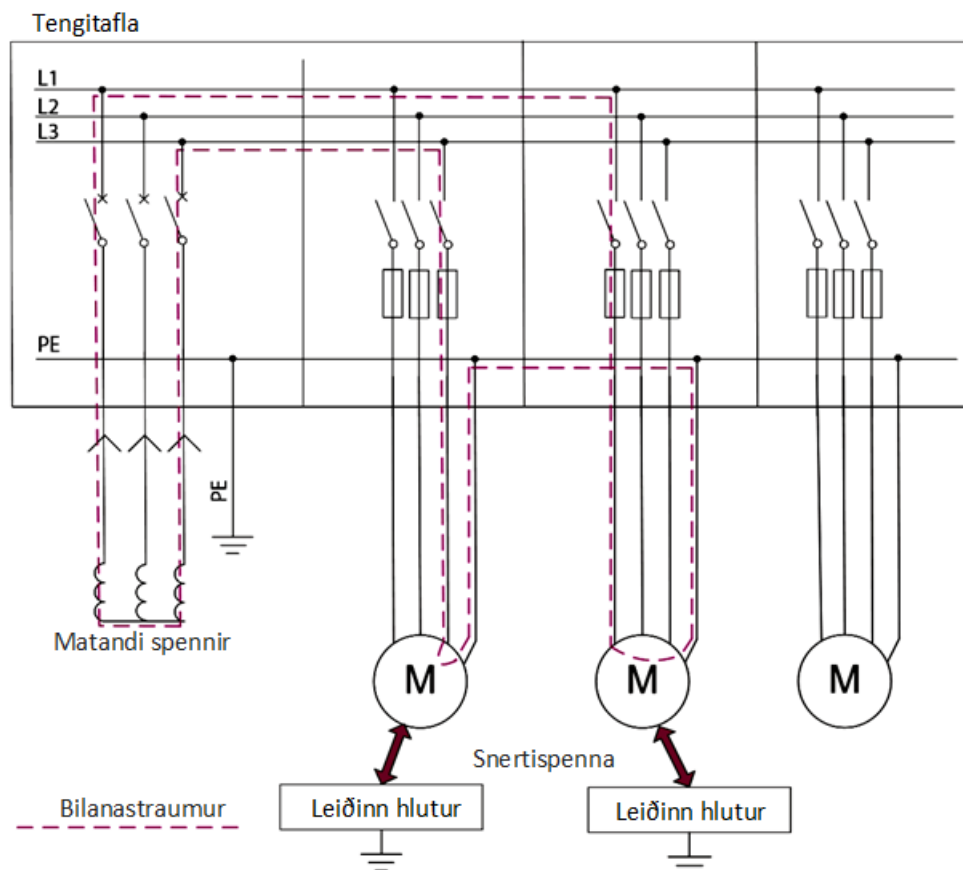
## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

### 2.2.5.3 Bilun í IT - kerfi

Við bilun í tveimur aðskildum búnuðum / tækjum og milli tveggja mismunandi fasaleiðara og að því gefnu að búnaður sem verið er að fæða sé einangraður frá nálægum leiðnum hlutum, getur búnaður orðið spennusettur sem nemur u.þ.b. hálfri nafnspennu.

Spennusetning viðkomandi búnaðs / tækis ræðst af lengd matandi strengja og gildleika þeirra.

<u>Nafnspenna</u>	<u>Möguleg snertispenna</u>
400 V	< 200 V
690 V	< 345 V



Mynd 6 - Snertispenna við bilun á tveimur stöðum í IT – kerfi.

## 2.3 Rekstraröryggi<sup>7</sup>

### 2.3.1 Almennt

Almennur rafbúnaður og veikstraumskerfi eiga að virka hvort um sig, hlið við hlið og án þess að valda truflunum hvort hjá öðru. Truflanir vegna eldinga og útvarpssendinga skulu vera í algjöru lágmarki um leið og rafbúnaðurinn má ekki trufla móttöku og flutning hvers konar fjarskipta.

Rafbúnaður, tæki og strengir, verða þannig að virka fullkomlega eðlilega í sínu rafsviðsumhverfi og sömuleiðis valda ekki truflunum eða skaða í umhverfinu. Með öðrum orðum, búnaðurinn þarf að standast álag þess umhverfis sem hann er staðsettur í.

Flest tæki eru þó búin eins konar ónæmi fyrir utanaðkomandi truflunum frá lögnum og útgeislun annarra tækja og leyfist því um leið að losa takmörkuð áhrif á önnur. Rafbúnaður skal gerður fyrir það umhverfi sem hann er staðsettur í, að öðrum kosti þarf að laga staðhætti að búnaðinum.

### 2.3.2 Truflanir

Algengar truflanir eru: spennubreytingar, yfirtónar, millitónar, óreglulegir spennutoppar, spennurof, utanaðkomandi yfirspenna (t.d. vegna eldinga, ýmissa rekstartengdra aðgerða svo sem rofs einstakra eininga, skammhlaups, samsláttar fasa o.fl.), afhleðslu stöðurafmagns (ESD) og lágtíðni rafsegulssviðs, utanaðkomandi rafsegulssvið (t.d. frá skammhlaupsstraumum og eldingum) og truflandi fjarskiptasvið.

Flest tæki og rafbúnaður eru mögulegar uppsprettur rafsegulmengunar. Dæmi um slíka mengun má t.d. rekja til: inn- og útsláttarálags, hreyfla, flúorpípulýsingar, rafsuðutækja (með eða án hátíðnistöðuleikabúnaðar), tölvubúnaðar, jafnstraumsbreyta, tíðnibreyta, spenna, töflutengibúnaðar og skinnukerfa fyrir raforkudreifingu.

Vinna má bót á og takmarka áhættu vegna truflana með því að skipta raflögn og búnaði milli hættusvæða rafsegulmögnunar, sbr. kafla 9.4 aftar í handbókinni.

Lægsta ónæmi sem krafist er fyrir búnað og hæsta leyfilega truflunarmengun sem búnaður í iðnaðarumhverfi má gefa frá sér er tilgreind í ÍST EN 61006-2 og -6-4 eða í viðeigandi framleiðslustöðlum. Sjá nánar í kafla 7.2.3, um skilgreiningu sambands milli staðla og reglugerða stjórnvalda.

Lagalegar kröfur eru oft ekki nægjanlegar. Raflögn og búnað þarf að hanna til að standast ströngustu og bestu möguleg raftæknileg skilyrði til að komast hjá rekstrartruflunum.

### 2.3.3 Spennujöfnunarnet

Iðnaðarraflögn sem er útbúin með stjórn- og greiningarbúnaði auk sérstakra stýrikerfa ætti að hafa sérstakt lágviðnáms spennujöfnunarnet til að komast hjá spennunum milli staða þar sem búnaður er staðsettur.

---

<sup>7</sup> Rekstraröryggi = eiginleiki ákveðinnar einingar til að uppfylla gerðar kröfur um tiltekinn rekstur við ákveðnar aðstæður og innan gefinna tímamarka.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

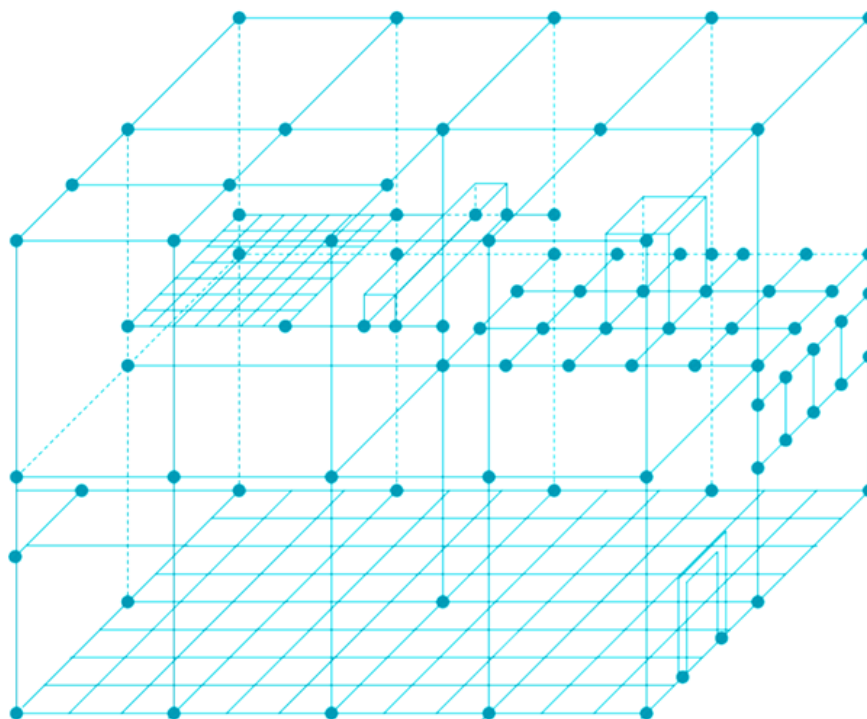
(Hér vísast til kafla 444.3.1 í ÍST HB 200 „Spennujöfnunarnet“).

Spennujöfnun er best náð með því að klæða stóra fleti með málmí, málmplötu. Af hagkvæmisástæðum getur þetta reynst erfitt á ýmsum stöðum í byggingum. Valkostur í stað plötuklæðningar er klæðning með eins þéttu málmneti og mögulegt er.

Útbúa má netklæðningu með möskvaneti sem samanstendur af leiðnum hlutum byggingar<sup>8</sup>, raftæknilega samtengdum hver öðrum og útbúnaði byggingar.

Spennujöfnunarnet er gert sem hefðbundið möskvanet, sem á sinn hátt margfaldar tengingarnar milli málmhluta í byggingunni. Netið myndar þannig lágt viðnám milli ólíkra punkta, sem aftur hefur í för með sér lágan spennumun milli punktanna komi til þess að straumar<sup>9</sup> fari um netið. Straumurinn dreifist víðar um netið og verður þá tilsvarendi lægri.

Möskvanet sem eru rétt uppbyggð, með nægilega góðri spennujöfnun til einstaklingsvarnar, verða ákjósanlegar grunnvarnir gegn afhleðslu vegna stöðurafmagns og ef til viðbótar eru notaðar varnir gegn yfirspennu myndast einnig varnir gegn eldingum.

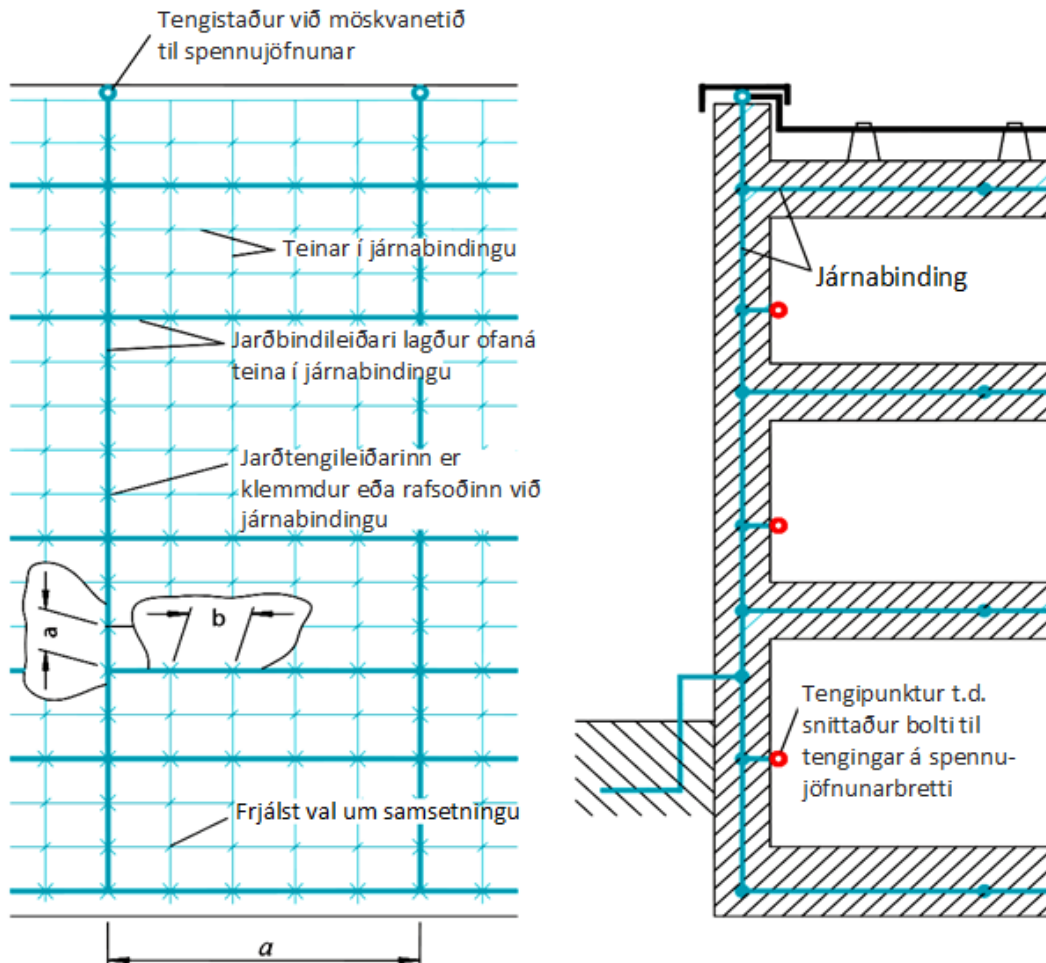


Mynd 7 - Dæmi um þrívíddar módel spennujöfnunarneti sem byggt er upp sem möskvanet.

<sup>8</sup> Járnaþingingu, stálbitum, loftræstistokkum, ýmsum málmþípum o.fl.

<sup>9</sup> Bilunarstraumar, straumar vegna eldinga, flökkustraumar, aðrir lekastraumar o.fl.

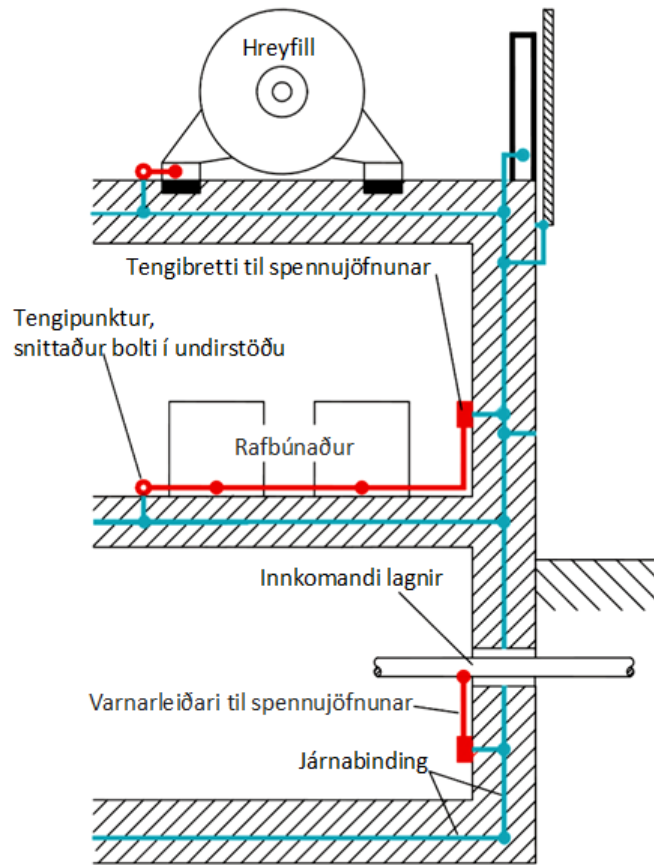
## Spennujöfnun raflagna í iðnaði



a eðlilegt bil á milli jarðbindileiðara sem eru ofaná járnabindingu er u.þ.b. 5 m  
b eðlilegt bil á milli tenginga á jarðbindileiðara við járnabindingu er u.þ.b. 1 m

Mynd 8 - Dæmi um uppbyggingu möskvanets samkvæmt ÍST EN 62305-4.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði



Mynd 9 - Dæmi um byggingu með járnabindingu og útbúinn samkvæmt ÍST EN 62305-4.

### 2.3.4 Spennujafnandi búnaður

Sem valkost eða til viðbótar við möskvanet má einnig tengja saman tæki og tækjaskápa með strengjarenum úr plötumálmni eða með langsum gangandi grófum vírarenum. Rennur og lagnastokkar skulu vera beintengdir við tæki og skápa.

Slík útfærsla er til spennujöfnunar og virkar sem skermandi kerfi, virknin nær einnig yfir breitt tíðnisvið.

### 2.3.5 Rekstrarjarðbinding

Rekstrarjarðbinding er viðhöfð þegar jarðbinda þarf tæki og búnað og heilu kerfin vegna rekstrarástæðna, t.d. ef tækjabúnaður þarfnast viðmiðunarjarðar (referansjorð) til punkts í nálægð við jörð, til að vinna rétt.

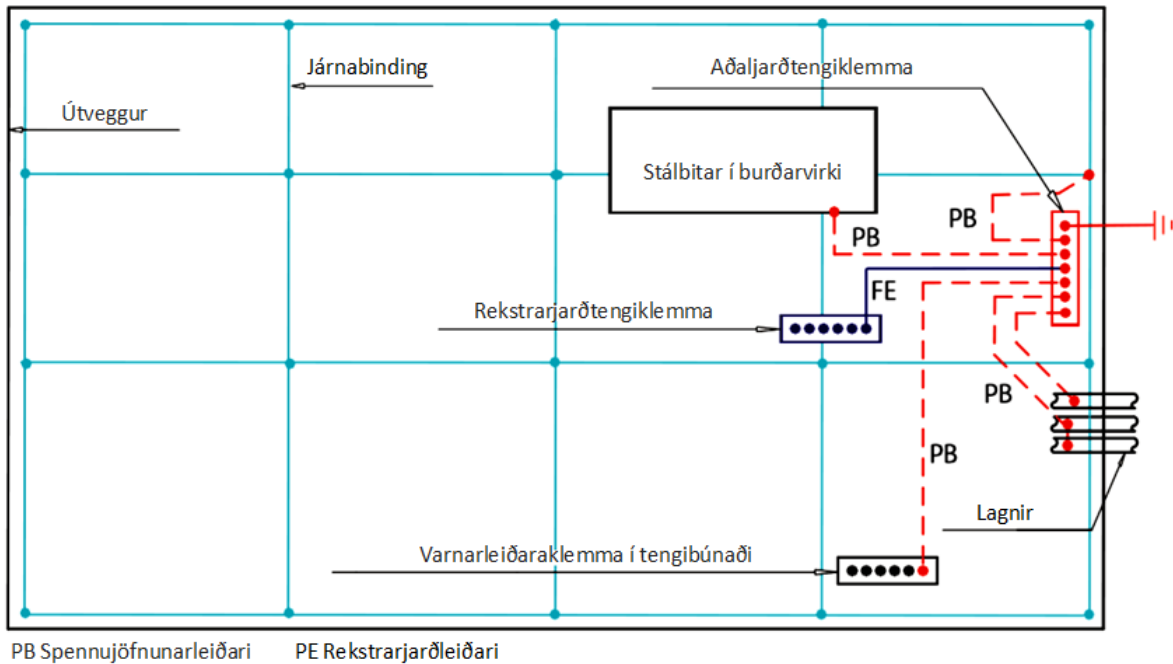
Rekstrarjörðin er fengin með því að tengja rekstrarjarðleiðara við aðaljarðtengiklemmu.

Þegar þörf er fyrir auka jarðtengiklemmur vegna rekstrarástæðna má stækka umfang aðaljarðtengiklemmu með einni eða fleirum svo kölluðum rekstrarjarðtengiklemmum.

Ath.: Jarðtengiklemma getur verið einangruð eða óeinangruð.

Rekstrarjarðtengiklemmur tengjast aðaljarðtengiklemmu með rekstrarjarðtengileiðara.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði



Mynd 10 - Auka rekstrarjarðtengiklemma.

### 2.3.6 Rekstrarspennujöfnun

Rekstrarspennujöfnun er notuð þegar þarf að spennujafna milli fleiri mismunandi tækja, og milli tækja og spennujöfnunarkerfa ef rekstraraðstæður kalla á slíkt.

Tilgangur rekstrarspennujöfnunar er að lágmarka spennunum, s.k. langspennur milli tækjanna að því marki að viðunandi rekstrarskilyrði fái fyrir búnaðinn.

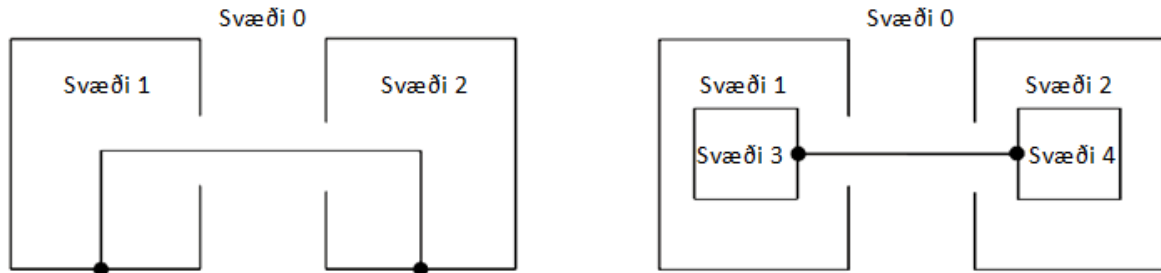
Ath.: Tilganginum er þó aðeins náð ef viðnámið í leiðaranum eða öðrum rafleiðandi hlutum, er talsvert lægra en viðnámið var áður milli tengdu punktanna, þ.e. fyrir tengingu til spennujöfnunar.

Viðnám rekstrarspennujöfnunarleiðara og viðnám í tengingum er ráðandi þáttur varðandi möguleika á að takmarka spennunum.

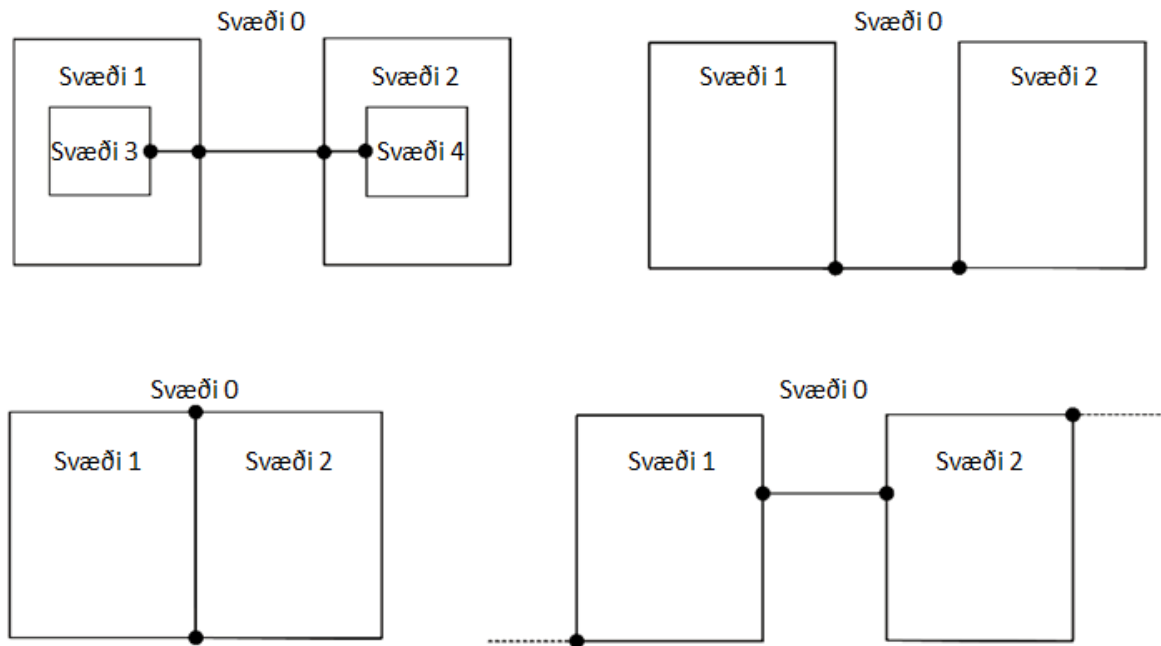
Framkvæma má rekstrarspennujöfnun milli tækja sem tilheyra sömu svæðum, milli tækja og spennujöfnunarkerfu eða jarðtengiklemma í sömu svæðum, einnig milli tækis og svæðaskila, m.ö.o. staðjarðar, en ekki milli tækja og tengibretta sem tilheyra mismunandi svæðum.

Ath.: Hið seinna má leyfa ef rekstrarjarðleiðari (FE) er tengdur í skerm svæðis eða á þeim stað sem leiðari fer í gegnum skerm.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði



Mynd 11 - Dæmi um rangt sambundin svæði.



Mynd 12 - Dæmi um rétt sambundin svæði

### 2.3.7 Rafmagnsleiðarar

#### 2.3.7.1 Almennt

Eiginleikar rafmagnsleiðara eru háðir tíðni.

Við net tíðni er samviðnámið leiðara í öllum aðalatriðum sama og ohmska viðnámið leiðara. Við hærri tíðni breytist samviðnámið og launviðnáms hlutinn leikur stærra hlutverk.

Auk þess getur hærri tíðni í leiðara haft þau áhrif að það þrengir að straumflæðinu og þannig haft áhrif á viðnámið leiðarans.



## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

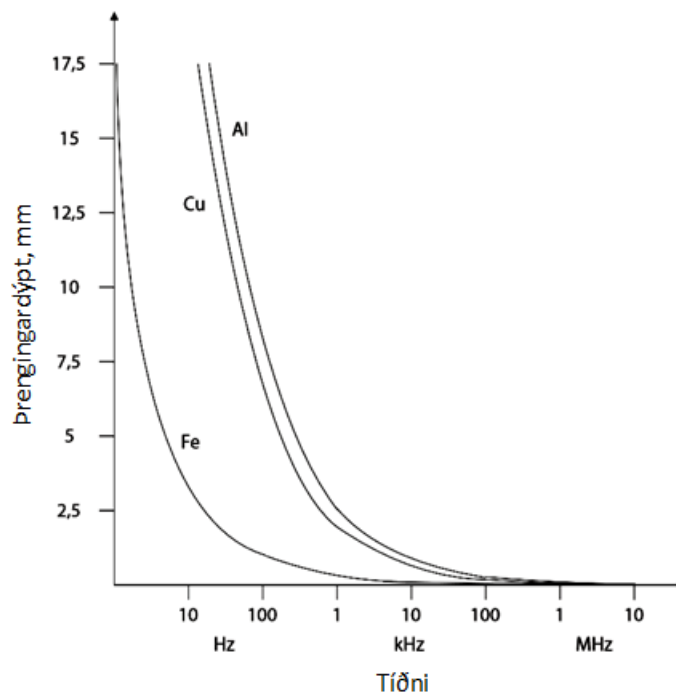
### 2.3.7.2 Þrenging að straumflæði í rafmagnsleiðara

Straumflæði í rafmagnsleiðara myndar segulsvið umhverfis hann.

Við flutning á jafnstraumi er straumbéttleikinn jafn yfir allan flöt leiðarans. Við flutning á riðstraumi er þessu öðruvísi farið. Með breytilegu straumflæði breytist segulsviðið. Það veldur ekki bara myndun segulsviðs fyrir utan leiðarann, því eins konar flöktandi hringstraumar myndast inni í leiðaranum. Hringstraumarnir flæða í gagnstæða átt við straumflæðið og mynda mótspennu.

Mótspennan er mest í kjarna leiðarans sem veldur því að straumurinn leitar til ytri flatar leiðarans, þannig þrengir að straumflæðinu. Gildleiki leiðarans virðist minni en hann í raun er og veldur þannig hærra viðnámi í leiðaranum.

Því hærri sem tíðnin er þeim mun meiri verða þrengingarhrifin og flutningsgeta leiðarans minnkar, nothæfur flutningsflötur leiðarans minnkar. Við háa tíðni er aðeins þunn ytri skel leiðarans sem flytur strauminn s.k. skeláhrif (skineffekt).



Mynd 13 - Innþrengingardýpt í leiðara.

### 2.3.7.3 Eigið samviðnám langra og beinna leiðara

Þegar leiðari er hlutfallslega langur miðað við gildleika breytist samviðnámið, u.þ.b. frá 0,6  $\mu\text{H/m}$  til 1,7  $\mu\text{H/m}$ . Gildleiki leiðarans hefur lítil áhrif á samviðnám hans.

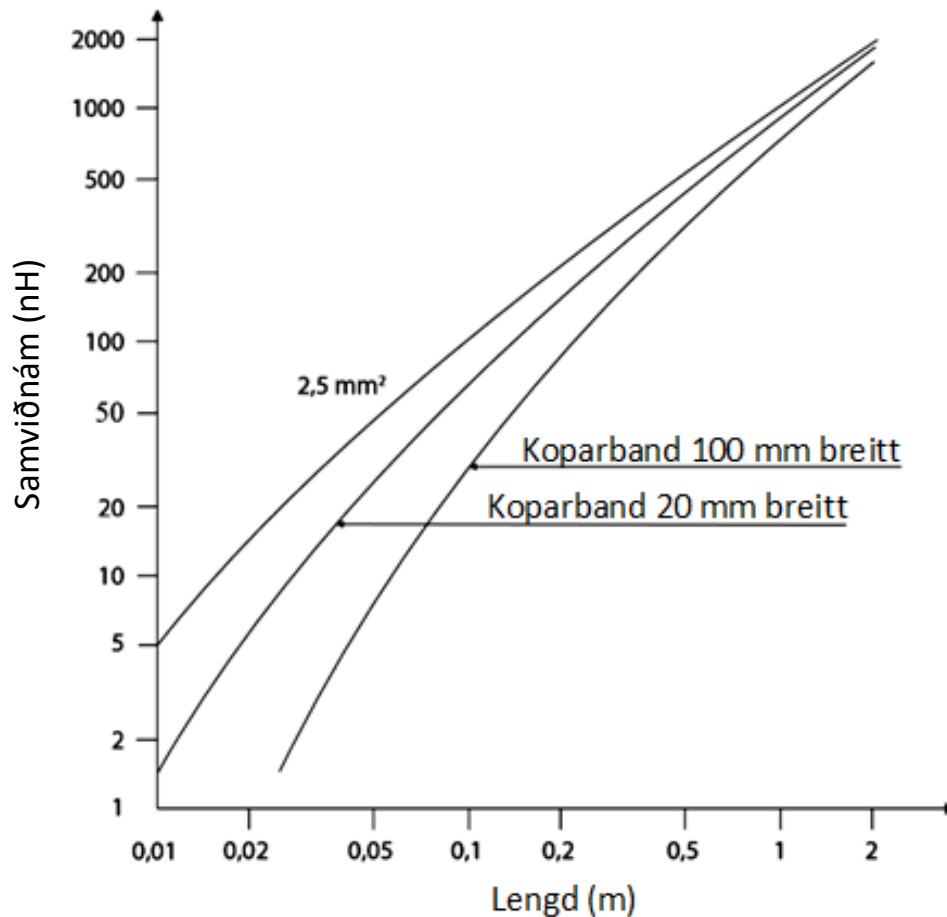
Breytileiki samviðnámsins er háð fjarlægð leiðara til nálægra málmhluta.

Heppilegt meðalgildi fyrir samviðnám leiðara er 1  $\mu\text{H/m}$ .

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

### 2.3.7.4 Eigið samviðnám stuttra leiðara

Þegar gildleiki leiðara nálgast lengd hans verður spanviðnámið minna. Hér að neðan má sjá samanburð á rúnnuðum  $2,5 \text{ mm}^2$  leiðara og tveimur koparböndum sem eru  $0,3 \text{ mm}$  á þykkt, annars vegar  $20 \text{ mm}$  breitt og hins vegar  $100 \text{ mm}$  breitt.



Mynd 14 - Spanviðnám sem hlutfall af lengd leiðara.

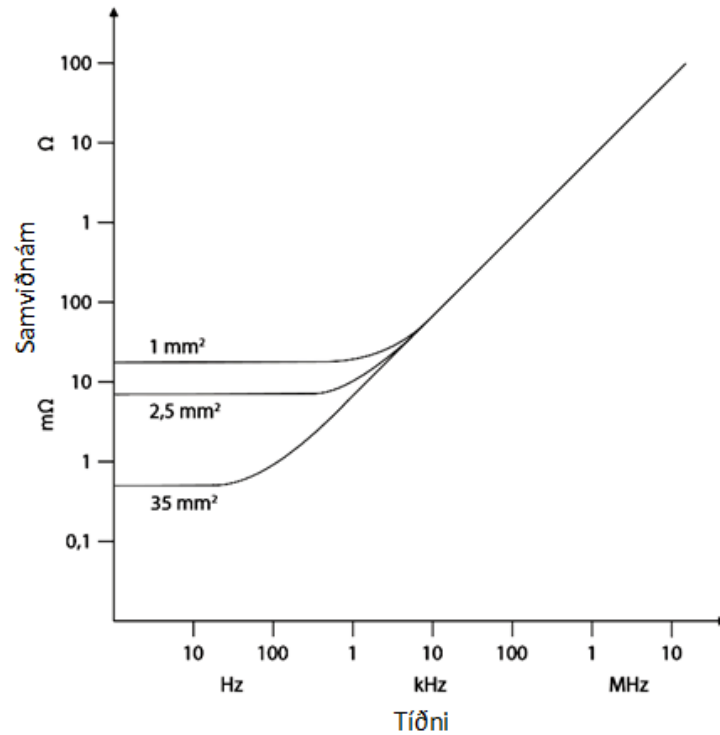
### 2.3.7.5 Samviðnám leiðara

Gildleiki leiðara hefur aðeins þýðingu þegar tíðnin leikur á einhverjum kHz.

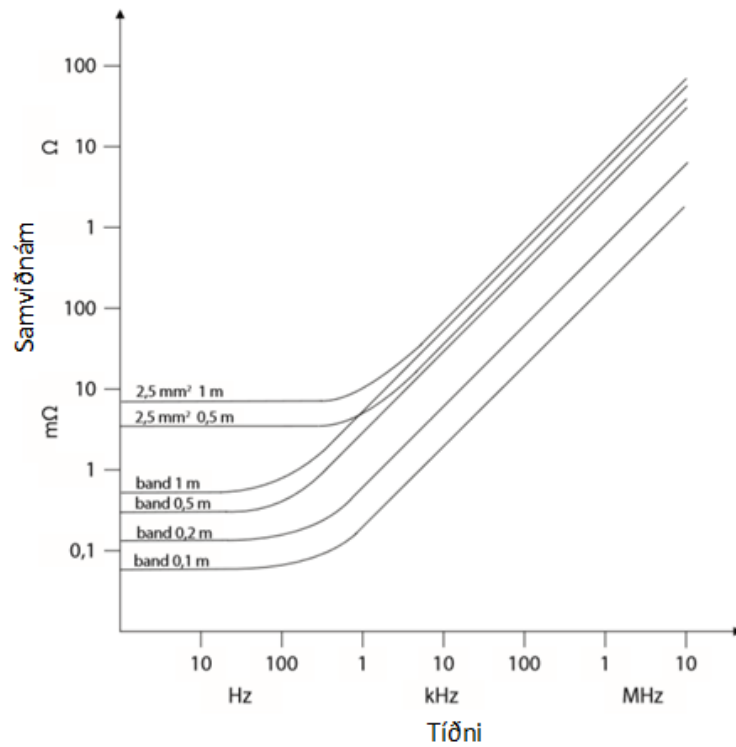
Við hærri tíðni er spanviðnámið áhrifamesti hlutinn af samviðnáminu, m.ö.o. spanviðnám leiðarans (induktiva reaktansen).

Við hærri tíðni minnkar einnig notagildi leiðarans vegna þrengingaráhrifa. Minnkun eða þrenging leiðara hefur þó aðeins áhrif á ohmska viðnám leiðarans.

Spennujöfnun raflagna í iðnaði

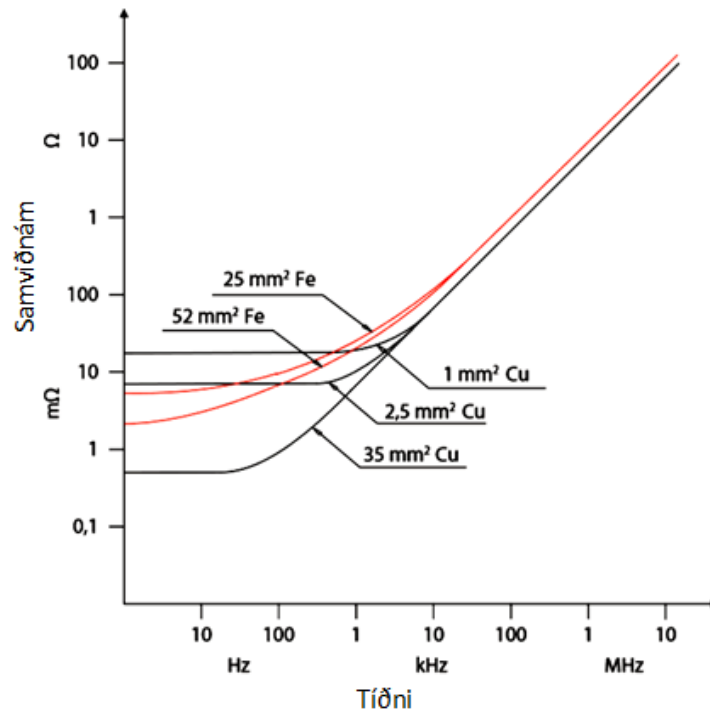


Mynd 15 - Áhrif tíðni á samviðnám koparleiðara sem er rúnnaður og 1 m langur



Mynd 16 - Áhrif tíðni á samviðnám á rúnnaða koparleiðara og koparbönd í mismunandi lengdum

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði



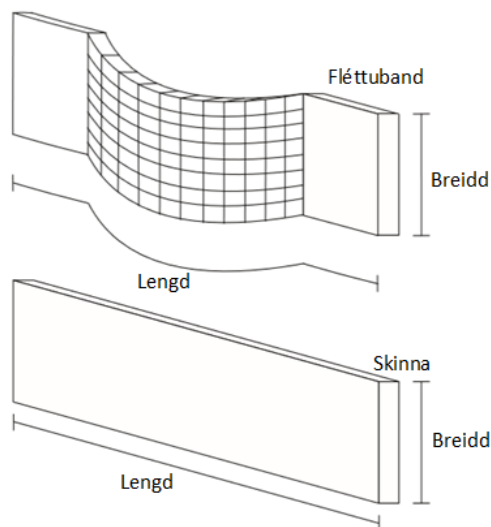
Mynd 17.- Áhrif tíðni á samviðnám á rúnnaða koparleiðara sem eru 1 m á lengd og tekið er tillit til straumbrengingaáhrifa.

### 2.3.7.6 Leiðarar fyrir strauma með hárrí tíðni ( $\approx 1$ kHz og hærrí)

Til þess að minnka spanviðnám þarf leiðari að vera eins stuttur og mögulegt er.

Auk þess skal lengd leiðara ekki vera meiri en fimm sinnum (5x) breidd hans og helst ekki meira en þrisvar sinnum (3x) lengri.

Því breiðari sem leiðarinn er í hlutfalli við lengdina því lægra verður spanviðnámið.



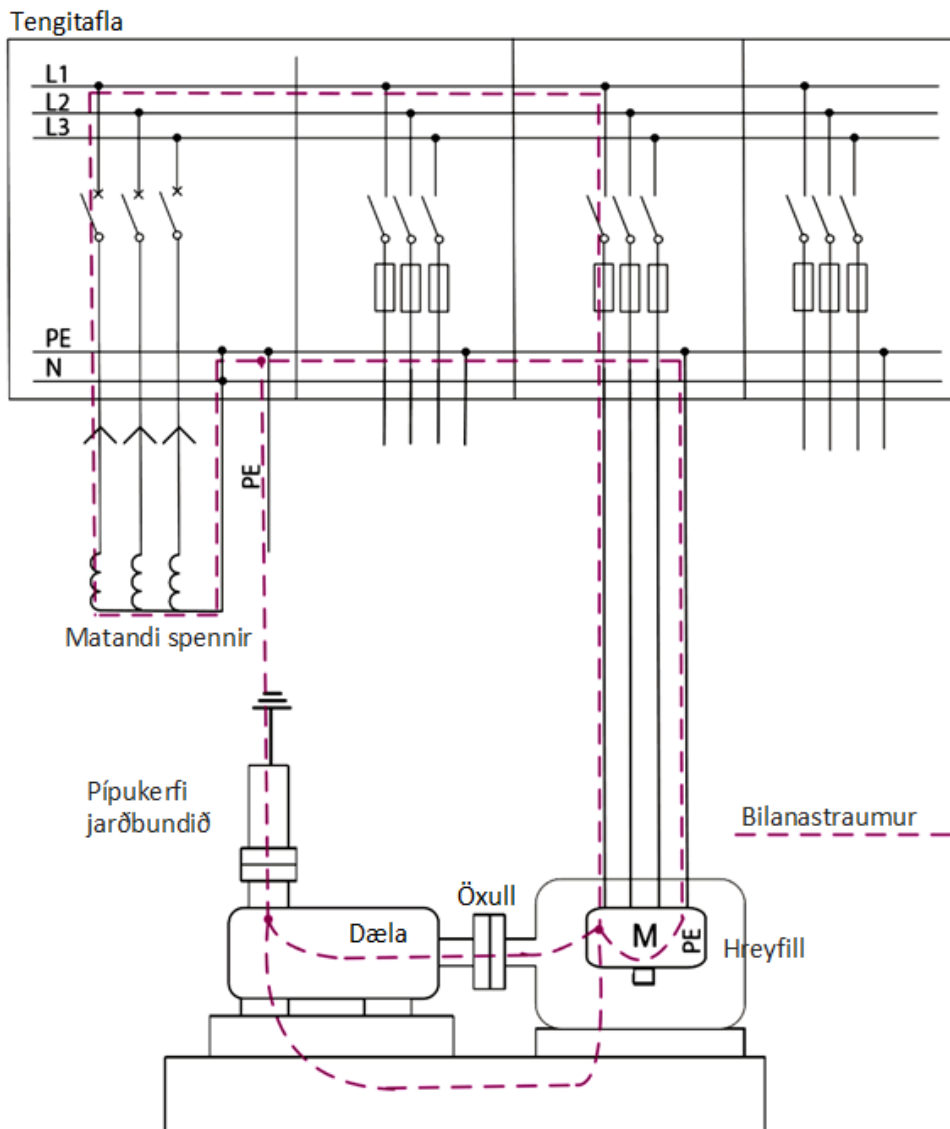
Mynd 18 - Dæmi um stutta og breiða leiðara.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

### 2.3.8 Legustraumar í hreyflum við nettiðni

Ef hreyfill, sem t.d. knýr dælu, er ekki spennujafnaður getur í bilanatilfelli myndast spennunur milli hreyfils og dælu sem svo leiðir til straums um legur hreyfilsins. Vegna straumpúlsanna geta myndast dældir í legunum, sem samstundis skemmast.

Ef öxlar hreyfils og dælu eru ekki einangraðir hvor frá öðrum á bilanastráumurinn mögulega tvær leiðir á milli hreyfils og dælu. Önnur er um legu hreyfilsins, öxul og dælulegu, hin er um hreyfilshúsið, festingar, sameiginlega undirstöðu, dælufestingar og dæluhús, og þannig áfram um pípulagnir sem tengdar eru dæluinni.



Mynd 19 - Leið straums í bilanatilfelli.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

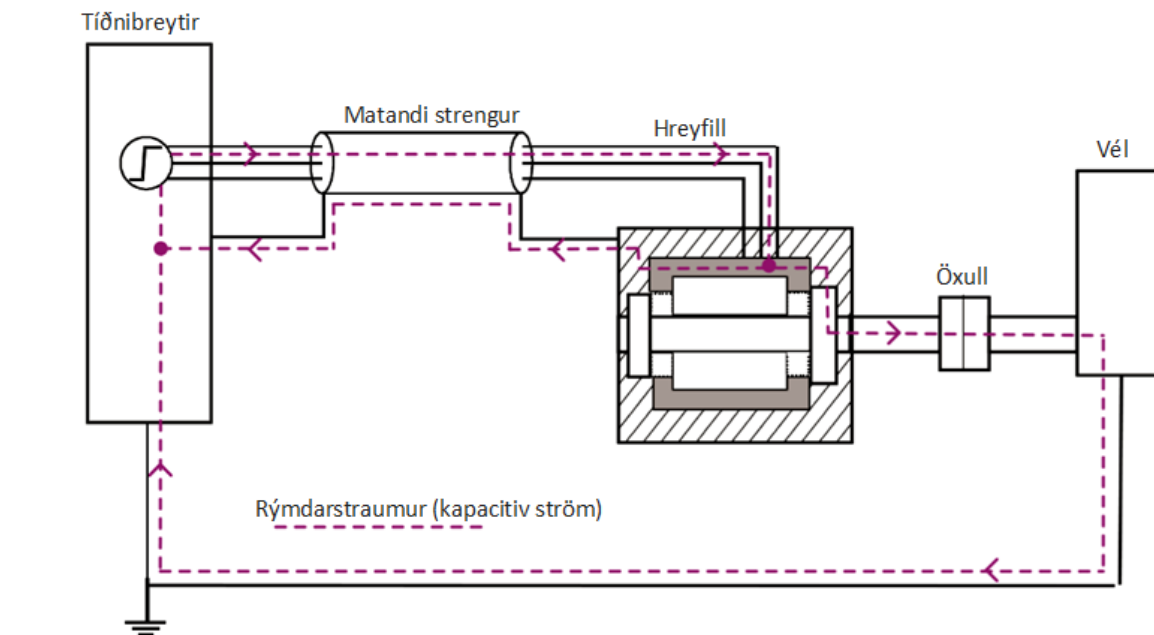
Við skammhlaup eða jarðbilun má búast við hraðri straumsveiflu og þá er það spanið (induktansen) í straumhlaupinu sem ræður straumhlutfallinu. Straumurinn fer alltaf leiðina þar sem samviðnám er lægst og það getur verið leiðin um öxul og legur sem flytur stærri hluta straumsins. Gerð og uppbygging undirstöðu hefur afgerandi áhrif á hver spennan verður yfir legurnar og um leið hvort skammhlaupið eða jarðbilunin fara þar um.

### 2.3.9 Legustraumar í hreyflum, tíðnibreytir

Þegar hreyfill er fæddur af tíðnibreyti myndast sjálfstætt virkandi spennur milli vafninga í sátri (stator) hreyfils og öxuls. Spennusveiflurnar mynda hátíðnistraum í gegnum rýmdina sem er til staðar milli vafninga hreyfils og sáturs og öxuls<sup>10</sup>.

Ef hreyfill er tengdur jarðbundinni vél, myndast straumur sem fer um legur hreyfils og vélar. Straumurinn veldur skemmdum á legum sem eykst yfir tíma. Að lokum valda skemmdirnar legutitring og þar með eru legurnar ónýtar. Einangraðar legur tefja skemmdir en koma ekki í veg fyrir þær.

Styrkur straumsins sem fer um öxulinn ræðst af því hversu vel skermur strengsins sem fæðir hreyfilinn er tengdur í báða enda.



Mynd 20 - Straumur í hreyfilslegum og öxli.

<sup>10</sup> Legustraumar sem myndast vegna span- og rýmdartengdrar snúðarspennu (rotorspennu) eru ekki sýndir þar sem ekki er hægt að ráða bót á þeim með spennujöfnun.

### 2.3.10 Flökkustraumar

Í TN-C dreifikerfi er hlutverk núll- og varnarleiðara sameinað í einum leiðara, s.k. PEN-leiðara, sjá nánar í kafla 9.3.

Með álagi milli fasa- og PEN-leiðara verður straumflutningur um PEN-leiðarann og einnig spennujöfnunarnetið. Þetta hefur í för með sér að spennunur myndast milli tækja sem tengd eru á mismunandi stöðum í kerfinu, allt háð straumdreifingu og samviðnámi sem er til staðar.

Í TN-S dreifikerfi er aðskilnaður milli núll- og varnarleiðara, sérstakur núllleiðari og sérstakur varnarleiðari sem sameinast aðeins í einum punkti. Flökkustraumum á nettíðni er með þessu að mestu eytt.

Ath. 1) Flökkustraumar á nettíðni geta þó verið til staðar í 5-leiðara kerfi vegna sníkjurýmdar (parasitkapacitanser) og þetta sem ætlaðir eru til að koma í veg fyrir truflanir (avstörningskondensatorer) í mismunandi tækjum. Straumar á annarri tíðni geta einnig verið til staðar, háð mismunandi tækjabúnaði sem er notaður. Straumarnir eru m.a. háðir sníkjurýmdinni sem kann að vera til staðar.

Ath. 2) Með því að losna við flökkustrauma minnkar verulega rafsegulsviðið á nettíðni.

Til þess að minnka spennunum milli tækja er því ráðlegt að nota kerfisjörð í TN-S dreifikerfi.

### 2.3.11 Sambyggð spennujöfnun

Þegar spennujöfnun er nauðsynleg bæði sem varnaraðgerð og vegna rekstraraðstæðna er aðgerðin sameinuð í spennujöfnunarleiðara.

Þar sem varnaraðgerðir ganga alltaf fyrir öðrum, þarf fyrst og fremst að huga að kröfum vegna varnarjarðleiðara. Samt sem áður skal þó einnig huga að kröfum um vegna rekstraraðstæðna.

Jöfnunarleiðari sem hefur sambyggt hlutverk telst vera varnarjarðleiðari.

## 2.4 Viðhald og rekstur

Alla leiðara sem er tengdir aðaljarðtengiklemmu á að vera hægt að aftengja staka. Aftengingin á aðeins að vera framkvæmanleg með þar til gerðum verkfærum.

Spennujöfnunarleiðarar til varnaraðgerða og til rekstrar skulu hver um sig tengdir aðaljarðtengiklemmu og viðeigandi tengiklemmum. Tengingar skulu vera þannig útfærðar að ef einn leiðari er aftengdur skal það ekki raska tengingu annarra og skal tenging þeirra vera örugg

## 3 Ráðlagt verklag

### 3.1 Almennt

Raflögn inniheldur venjulega búnað eins og: tengitöflur, stjórn- og vaktkerfi, einnig ýmsan búnað til iðnaðar s.s. hreyfla, tækjagrindur, skammtara, stjórnskápa og strenglangir.

Búnaðinum er gjarnan komið fyrir í byggingum þar sem einnig eru ýmsar framleiðslu- eða iðnaðarvélar. Til að styrkja góðar aðstæður fyrir rekstur og viðhald er hluta búnaðar oft komið fyrir í sérstökum herbergjum, s.s. sérstökum stjórn-, töflu- og tengiherbergjum.

Til að treysta öruggan rekstur er búnaði einnig komið fyrir á sérstökum svæðum, t.d. með tilliti til rafsegulsviðs.

Ath.: Ef allar einingar búnaðar standast og hafa ekki áhrif á umhverfi byggingarinnar (svæði 1), er takmörkun svæðisins miðuð við bygginguna og umhverfi hennar (svæði 0).

Bygging telst vera eitt svæði. Innan byggingarinnar geta verið fleiri svæði eftir þörfum. Dæmi um slík afmörkuð svæði eru herbergi fyrir viðkvæman stjórn- og vaktbúnað og lokaðir skápar fyrir viðkvæman eða truflandi búnað.

Spennujöfnunarkerfi er þýðingarmikill þáttur hvað varðar öryggi einstaklinga og til að tryggja rekstraröryggi. Spennujöfnunarkerfi hefur einnig hlutverki að gegna til að treysta eðlilegt umhverfi vegna rafsegulsviðs á ákveðnum svæðum.

Af varnarástæðum má telja eina byggingu sem eitt svæði, jafnvel þó af rekstrarástæðum séu til staðar fleiri svæði.

### 3.2 Bygging

#### 3.2.1 Almennt

Í hverri byggingu skal komið fyrir spennujöfnunarkerfi með eigin aðaljarðtengiklemmu, sjá nánar í kafla 2.2.2.

Aðaljarðtengiklemman telst vera viðmiðunarjörð byggingarinnar.

Öll byggingin telst vera eitt svæði, bæði hvað varðar varnar- og rekstrarþætti.

Bygging getur samanstáð af fleiri byggingasvæðum. Á hverju svæði skal komið fyrir spennujöfnunarkerfi með eigin aðaljarðtengiklemmu. Kerfin skulu vera sambundin.

#### 3.2.2 Aðaljarðtengiklemma

Staðsetja skal aðaljarðtengiklemmu svo nálægt inntökustað jarðskautsleiðara sem mögulegt er.

Allir innkomandi strengir, leiðandi pípur (vatnsrör, byggingarhlutar úr málmum o.fl. sjá kafla 3.2.5) sem koma inn í viðkomandi byggingu skulu tengd aðaljarðtengiklemmu. Heppilegast er að inntaksstaður allra lagna sé hin sami, nálægt aðaljarðtengiklemmu.



## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

Af byggingatæknilegum ástæðum vegna mismunandi ferla í iðnaði koma lagnir sjaldan inn í byggingu á sama stað.

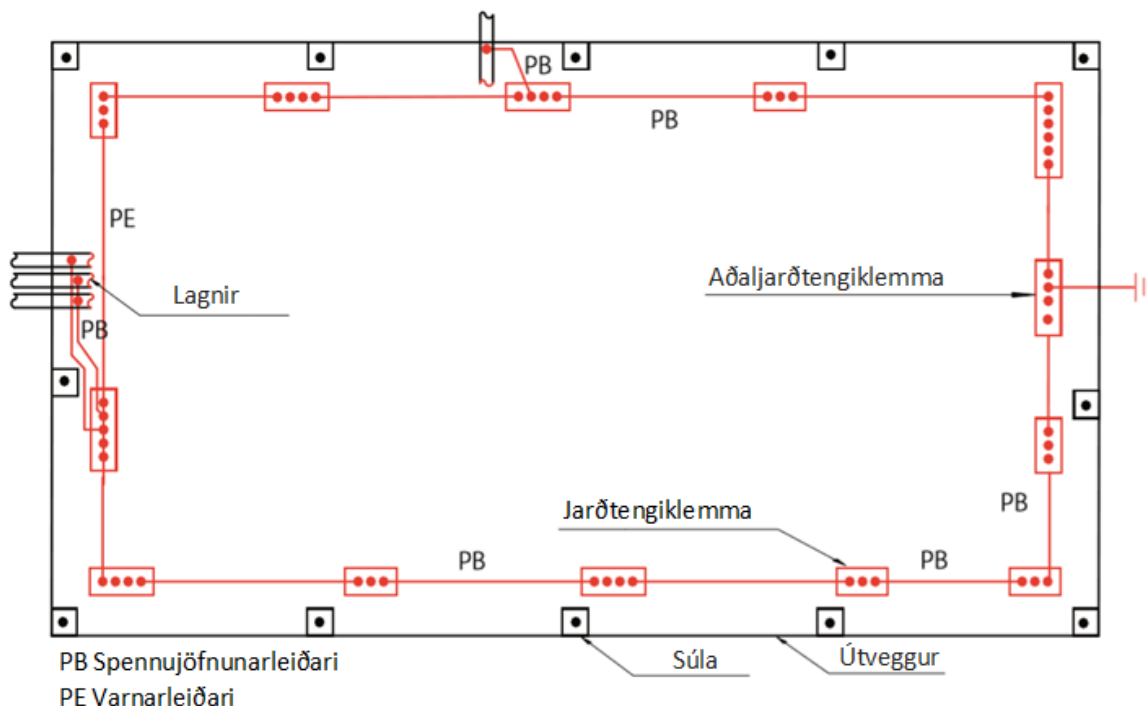
Til að gera tengingu lagna við aðaljarðtengiklemmu mögulega er komið fyrir aukajarðtengiklemmum nálægt þeim stað sem lagnir koma inn. Aukaklemmurnar eru tengdar saman til aðaljarðtengiklemunnar með varnarleiðara. Samtengingunni er þannig komið fyrir að aukaklemmur og varnarleiðari mynda hringtengingu. Þannig er verður til stærri aðaljarðtengiklemma sem gerð er úr „hringtengdum aðaljarðtengileiðara“, s.k. aðalhringtengingarleiðara.

Ef eitt eða fleiri jarðskaut eru tengd aðalhringtengingarleiðara teljast hringlagnirnar, sem tengjast aukaklemmunum, vera varnarjarðleiðarar. Ef ekki er jarðskaut sem tengist hringtengingunni teljast lagnirnar vera spennujöfnunarleiðarar, sjá kafla 9.5.5.

Aukaklemmur sem tengjast hringtengingunni eru kallaðar jarðtengiklemmur. Aðaljarðtengiklemman heldur sínu nafni.

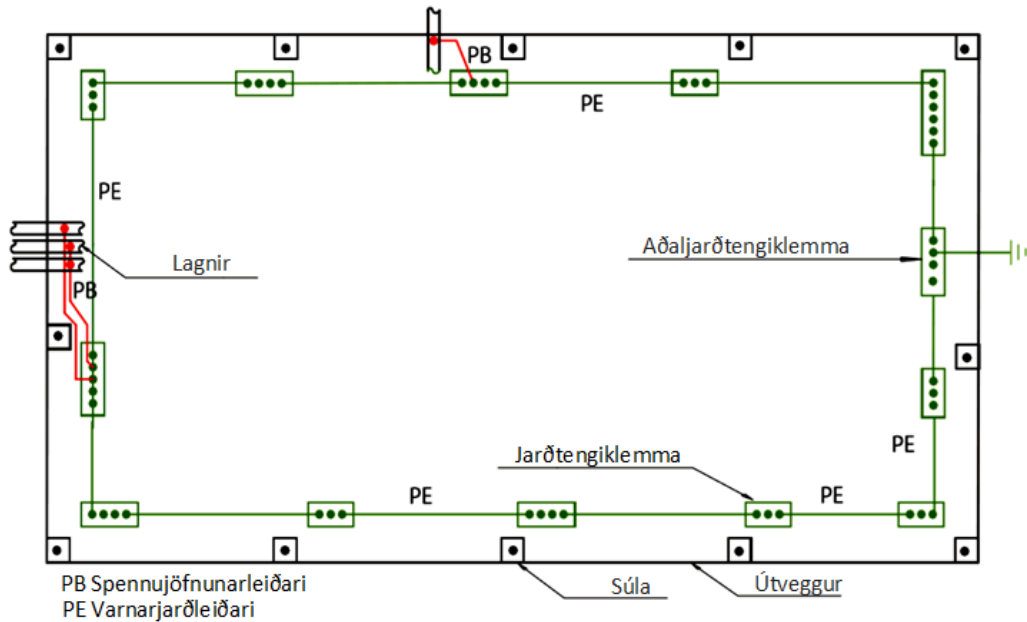
Jarðtengiklemmum er komið fyrir innan á útveggjum, hringinn í kringum bygginguna. Fjarlægð á milli jarðtengiklemma ræðst af gerð byggingar, súlum o.fl.

Ath.: Gera verður ráð fyrir einhverjum spennumun milli jarðtengiklemma og aðaljarðtengiklemmu, sem óhjákvæmilega ræðst af einhvers konar straumum í lögnum sem tengjast.



Mynd 21 - Kennimynd fyrir aðalhringtengingarleiðara.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

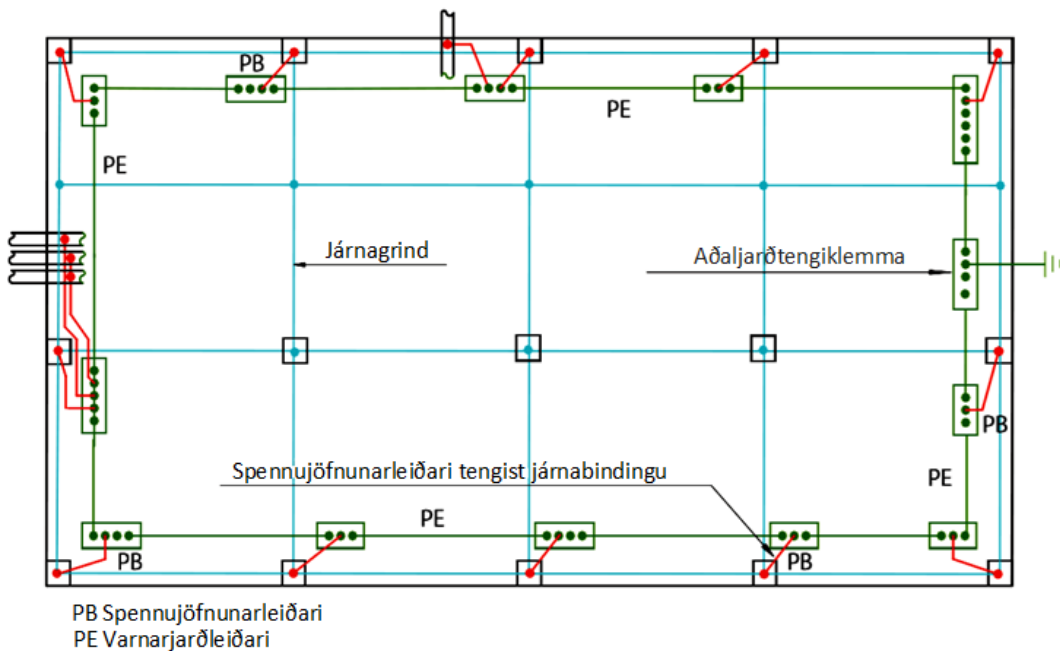


Mynd 22 - Kennimynd fyrir aðalhringtengingjarðleiðara hannaður til tenginga á kerfisjarðbindingum.

Járngrind byggingar og stálgrindur skulu einnig tengjast aðalhringtengingjarðleiðara með spennujöfnunarleiðara. Ef þörf krefur er komið fyrir auka jarðtengiklemmum til tengingar á járngrind og stálgrindum.

Ath.: Á mynd 23 er járngrind sýnd með einföldum hætti, í raun eru tengijárnin miklu þéttari.

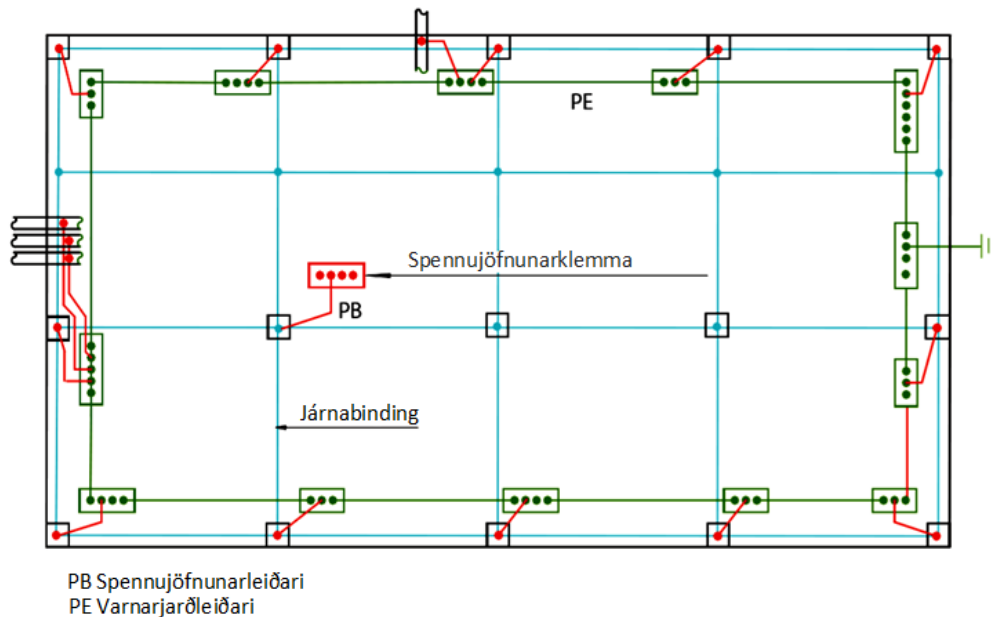
Tengingar skulu vera svo margar sem við verður komið og þeim valinn staður með tilliti til aðstæðna í byggingunni.



Mynd 23 - Kennimynd er sýnir tengingar járngrindar við aðalhringtengingjarðleiðara.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

### 3.2.3 Spennujöfnunarklemmur



Mynd 24 - Kennimynd fyrir tengingu spennujöfnunarklemmu við járnabindingu.

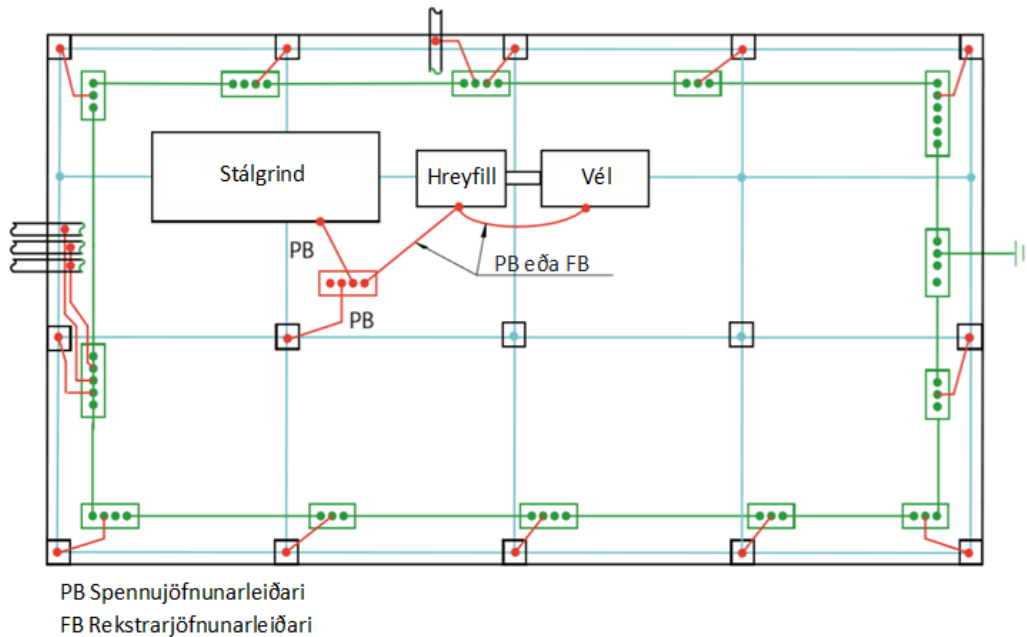
Spennujöfnunarklemmur er komið fyrir á heppilegum stöðum, á súlum, veggjum, stálgrindum og í nálægð við uppsettan tækjabúnað á hverri hæð byggingar. Tengiklemmurnar skulu notaðar sem sameiginlegur tengipunktur til tengingar á járngrind og stálgrind til spennujöfnunar, en um leið eru tæki og leiðnir hlutir tengdir klemmunum.

Eftirtaldir leiðarar skulu tengjast spennujöfnunarklemmum:

- leiðari frá járngrind og stálgrind byggingar, í gólfi, veggjum, þaki og súlum
- spennujöfnunarleiðarar að:
  - rafmagnstækjum (berum leiðnum hlutum)
  - leiðnum hlutum, s.s. vélbúnaði, stálvirkjum, loftræstistokkum, strengjastigum o.fl.
- rekstrarjöfnunarleiðarar að:
  - tækjum í ferli- og framleiðslusölum
  - stjórn og vaktbúnaði
  - rekstrarjarðtengiklemmum

Ef þörf er fyrir jöfnunarleiðara bæði til varnar og einnig vegna rekstrar er kröfunum fullnægt í einum leiðara, sbr. kafla 2.3.11.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði



Mynd 25 - Kennimynd sýnir spennujöfnun einstakra tækja og búnaðar.

### 3.2.4 Möskvanet í byggingum og samsetning þeirra

Uppbygging möskvanets í byggingum er gjarnan þannig að járnabinding byggingar er samsett á eftirfarandi hátt:

Í staðsteyptar plötur, veggir og súlur er lagður út spennujöfnunarleiðari sem tengist möskvaformaðri járnagrindinni. Spennujöfnunarleiðarinn er gjarnan þar til gerður stálvír sem skal vera með a.m.k. 50 mm<sup>2</sup> þverskurðarflatarmál, sjá nánar í kafla 2.2.2 og 9.8.

Stálvírarnir eru lagðar í mjúkum sveig eða bugðum og tengdar járnabindingunni þannig að tenging sé traust. Samtengingin er skrúfuð, klemmd, rafsoðin eða sambræðsluoftsoðin. Ráðlögð fjarlægð milli tengipunkta er < 1 m, þannig eru tengipunktarnir margfaldaðir og samviðnámið verður eins lágt og mögulegt er, sjá nánar mynd 8.

Ath.: Ef rafsjóða á tengingar við járnabindingu verður að gera það í samráði við byggingarstjóra.

Stálvírurum er svo komið út úr steypunni á heppilegum stöðum og tengdar spennujöfnunarklemmum og jarðklemmum í aðalhringtengijarðleiðara.

Til þess að nota megi stálvírana sem spennujöfnunarvarnarleiðara verður að staðfesta lögn og samsetningu með viðurkenndum hætti, skrásetning framkvæmdar þarf að vera greinileg og viðurkennd, sjá nánar kafla 6.

Samtengdu stálvírarnir mynda möskvanetið. Spennujöfnunarklemmurnar eru samtengingipunktar. Á stöðum þar sem ekki er krafist spennujöfnunarklemma til spennujöfnunar er samtenging stálvíra gerð með öðrum hætti, t.d. krossklemmum.

Í forsteyptum einingum, s.s. súlum, veggjum og plötum, þarf járnabindingin að vera rafsoðin saman eða samtengd með stálvírurum. Tenging við járnagrindina á sér stað í sérstökum

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

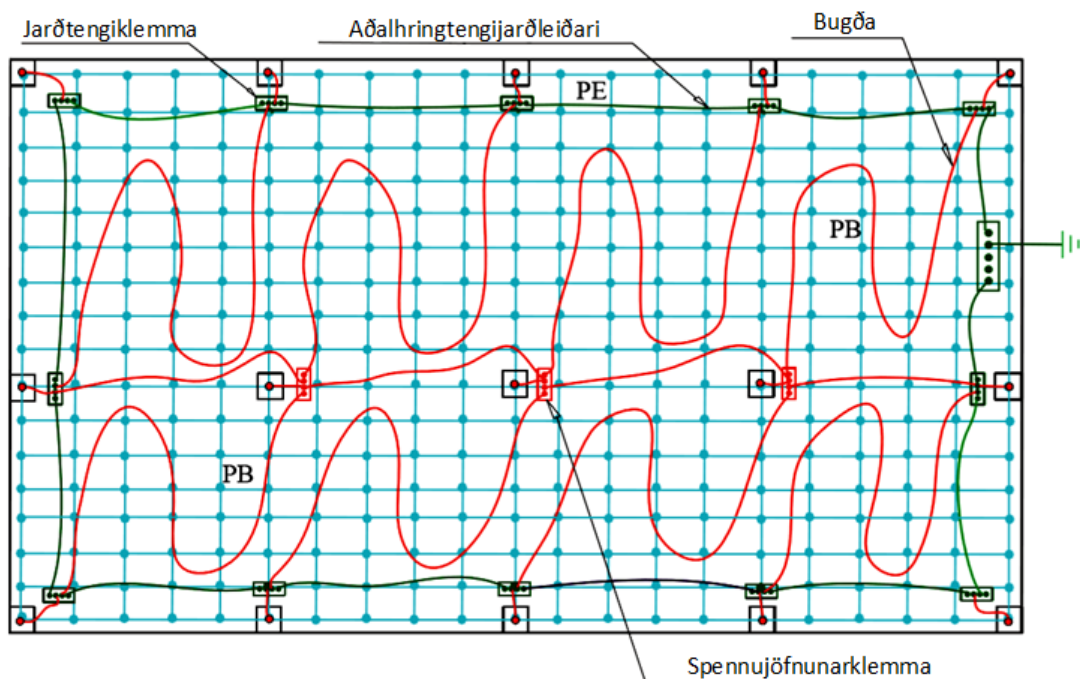
tengipuntum, t.d. innsteiptum snittuðum tengihulsum. Í hverri súlu á hverri hæð þarf að vera slíkur tengipunktur.

Tengipunktarnir eru samtengdir með stálvírum frá t.d. steiptum burðarbitum. Spennujöfnunarklemmur eru notaðar sem samsetningar- og tengipunktar.

Samsetningar í forsteiptum einingum þarf einnig að staðfesta og skrásetja með viðurkenndum hætti, sjá kafla 6.

Að hverri steyptri undirstöðu fyrir hreyfla og vélbúnað skal leggja jöfnunarleiðara að járngrind og tengipunktar teknir út úr steypu á heppilegum tengistöðum nálægt hreyfli og vélbúnaði.

Þeir hlutar byggingar sem gerðir eru úr málm, t.d. stálsúlur, stálgrindur og málmveggir skulu vera með tengipunkta sem tengja má saman með spennujöfnunarleiðara.



Mynd 26 - Dæmi um burðarvirki í plötu með sveigðum stálvírum.



Mynd 27 - Dæmi um tengistað í burðarvirki, spennujöfnunarklemmu og stálvírsbugðu í plötu.

## 3.2.5 Innkomandi lagnir í byggingar

### 3.2.5.1 Raflagnir

Skermar eða brynvörn allra strengja sem ganga inn í byggingar skulu tengjast aðalhringtengijarleiðara sem næst þeim stað sem strengir koma inn.

Strengi ætti helst að afeinangra og tengja með tryggum hætti við jarðtengiklemmu sem er hluti aðalhringtengijarleiðara þannig skermur strengsins nái góðu raftæknilegu sambandi við klemmuna. Ef þetta er ekki mögulegt eða heppilegt skal tengja streng við viðbótar spennujöfnunarklemmu sem tengist aðalhringtengijarleiðara með spennujöfnunarleiðara.

Ath.: Jarðtengiklemmur skulu vera sérstaklega útbúnar til tenginga og gjarnan með hlíf yfir til að verjast áverkum.

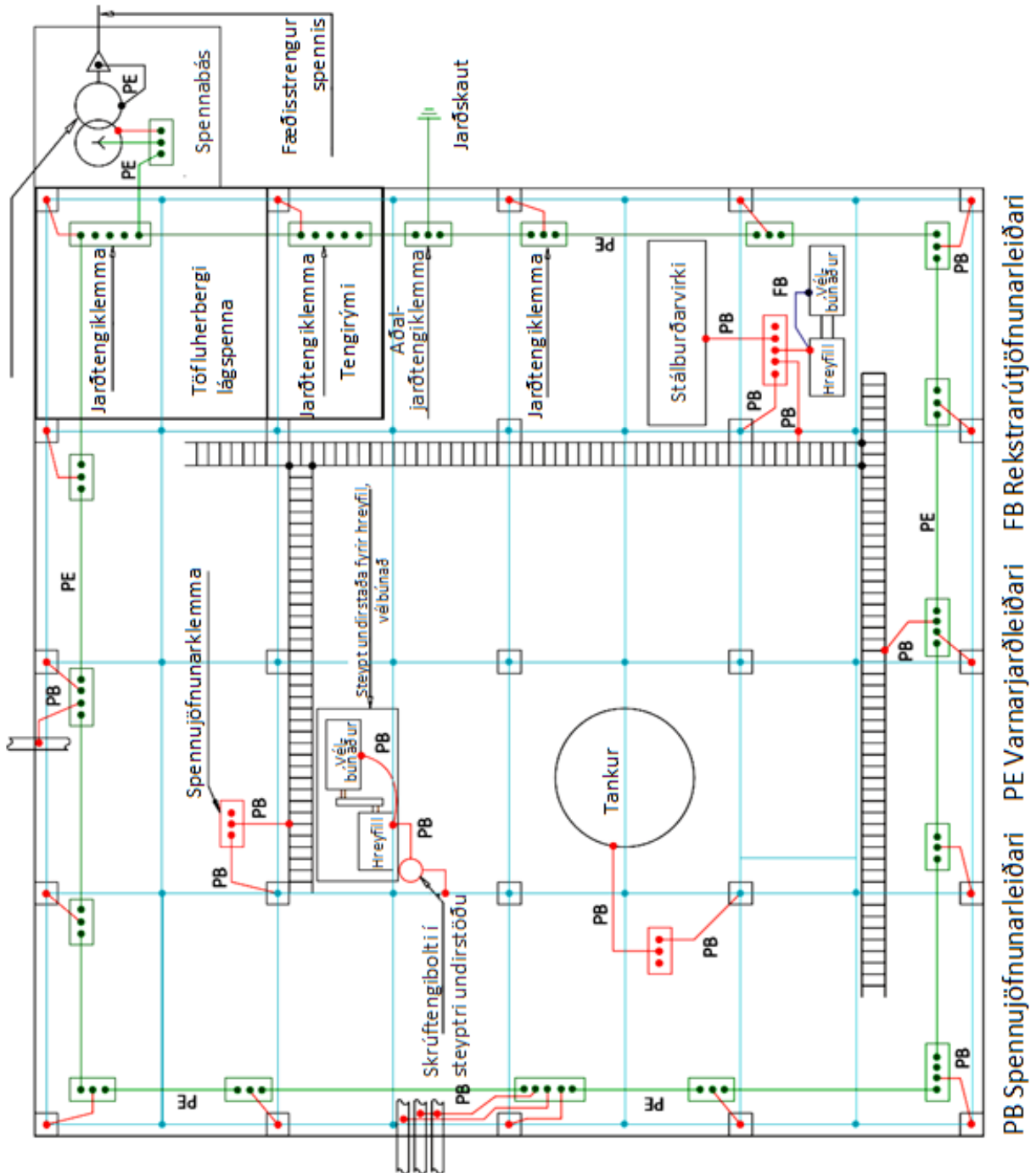
### 3.2.5.2 Aðrar lagnir

Öll rör og málmhluti sem koma inn í byggingu skal tengja við aðalhringtengijarleiðara sem næst þeim stað sem komið er inn.

Koma skal fyrir tengiboltum eða klemmum á rörum og málmhlutum, t.d. ásoðnum M8 skrúfboltum. Stuttar og beinar tengingar eru svo við jarðtengiklemmur í aðalhringtengijarleiðara eða við spennujöfnunarklemmu.

**Spennujöfnun raflagna í iðnaði**

3.2.6 Yfirlitsmynd byggingar



Mynd 28 - Yfirlit fyrir spennujöfnun í einni byggingu.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

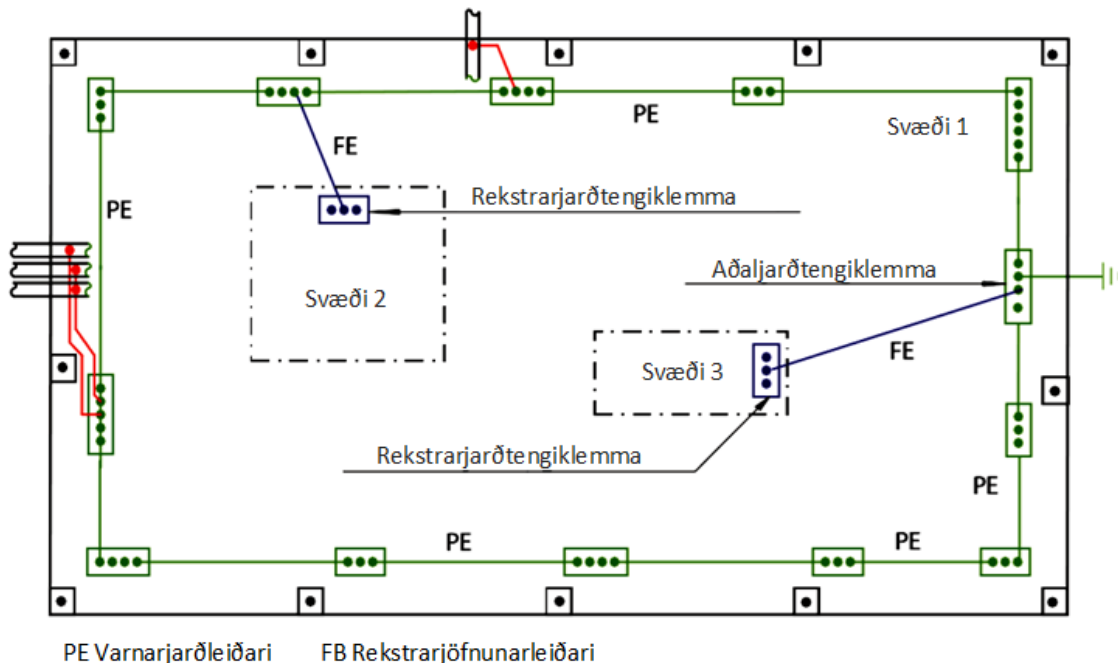
### 3.2.7 Svæði bygginga <sup>11</sup>

#### 3.2.7.1 Almennt

Þegar þörf er á að skilgreina rafsegulmagnað umhverfi má deila byggingum í svæði fyrir búnað og kerfi, sjá nánar kafla 9.4.

Eitt svæði, t.d. skermað herbergi, þarf ekki að vera jarðbundið svo að kerfi og búnaður virki. Sé hins vegar þörf á að viðmiðunarjörð svæðis hafi svipaða spennu og nálægt umhverfi eða til að komast hjá stöðurafrumni þá er svæðið jarðbundið með rekstrarjarðleiðara sem tengist aðalhringtengingarleiðara.

Á svæðinu er þá komið fyrir rekstrarjarðtengiklemmu eða rekstrarjarðtengibretti til tengingar á rekstrarjarðtengileiðara.



Mynd 29 - Bygging með innri svæðum.

#### 3.2.7.2 Aðgreind svæði án hlífðarklæðningar

Ef þörf er fyrir aðgreint raftæknilegt umhverfi í hluta raflagnarinnar þá er þetta umhverfi skilgreint sem staðbundið svæði. Heppilegt að koma fyrir sérstöku staðbundnu jarðbindikerfi fyrir þetta svæði.

Einfaldasta mynd staðbundins jarðbindikerfis er að koma fyrir rekstrarjarðtengiklemmu og jarðtengja allan búnað sem tilheyrir svæðinu með rekstrarjarðleiðara.

Á aðgreinda svæðinu er heppilegt að koma fyrir a.m.k. hringleiðara og rekstrarjarðtengiklemmu, áþekk uppbygging og gerð er með aðalhringtengingarleiðara, sem tæki og

<sup>11</sup> Svæðaskipting sem tilgreind er í þessum hluta á ekkert skylt við svæða- og hlutaskiptingu sem m.a. er fjallað um í ÍST-EN 60079-14 og ÍST HB 200



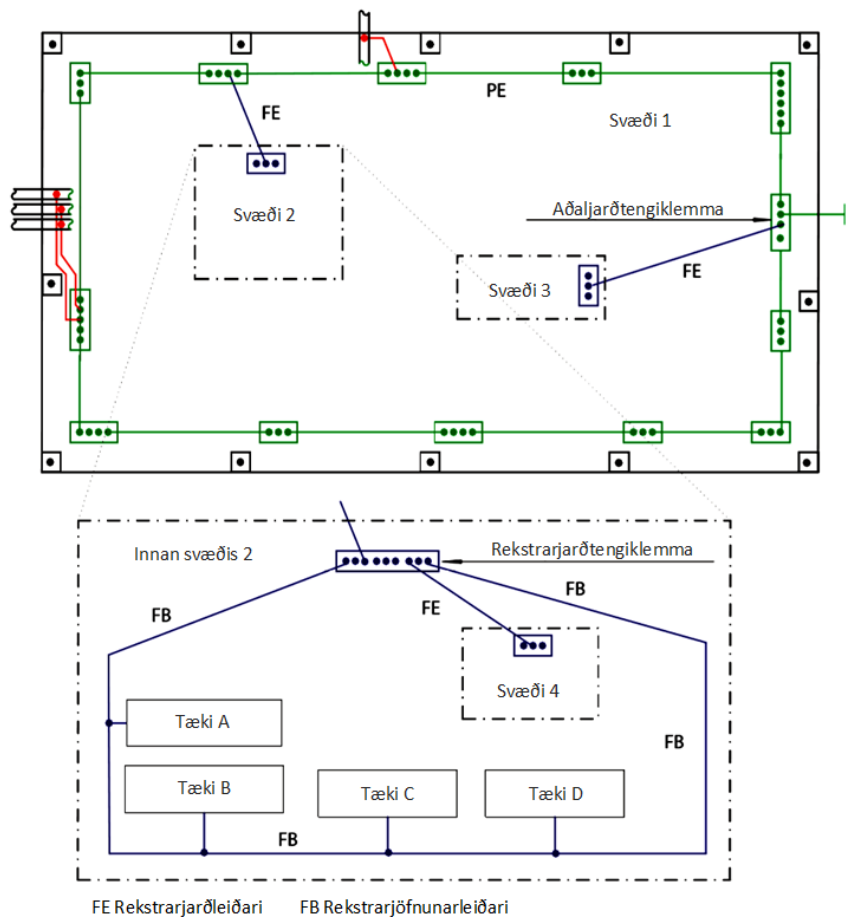
## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

búnaður eru svo jarðbundin við með sem stystum lögnum. Ef koma má fyrir neti jarðleiðara þá er mælt með slíkri lausn. Heppilegast er að koma upp neti þar sem t.d. strengjarennur eru jarðtengdar beint með búnaði á svæði.

Strengir sem koma inn á svæðið skulu lagðir nálægt rekstrarjarðtengiklemmuni og tengjast þar. Tengja skal bæði skerma og brynvörn strengjanna við rekstrarjarðtengiklemmu. Heppilegast er að þurfa ekki að tengja strengskerma og brynvörn við hringleiðarann eða á annan hátt við sérstakt jarðbindikerfi svæðisins. Ef ekki verður komist hjá því verður að styrkja hringleiðarann frá tengistað strengja að rekstrarjarðtengiklemmu.

Til að aðgreindu svæðin teljist með aðskilið raftæknilegt umhverfi frá öðrum svæðum (inn á við og út á við) þurfa allir strengir, þ.m.t. afl- og merkjastrengir, sem ganga um svæðið að fara í gegnum síu. Ef ekki er hlífðarklæðning (skerming) á svæðisskilum er þess krafist að tæki og strengir innan svæðisins séu auk þess í ákveðinni fjarlægð frá tækjum og strengjum á nærliggjandi svæði. Svæðamörkin eru þannig auðkennd og treyst með fjarlægðaraðskilnaði.

Þessari aðferðarfræði er einnig beitt á viðbótar svæðum sem kunna að verða til innan aðgreinda svæðisins.

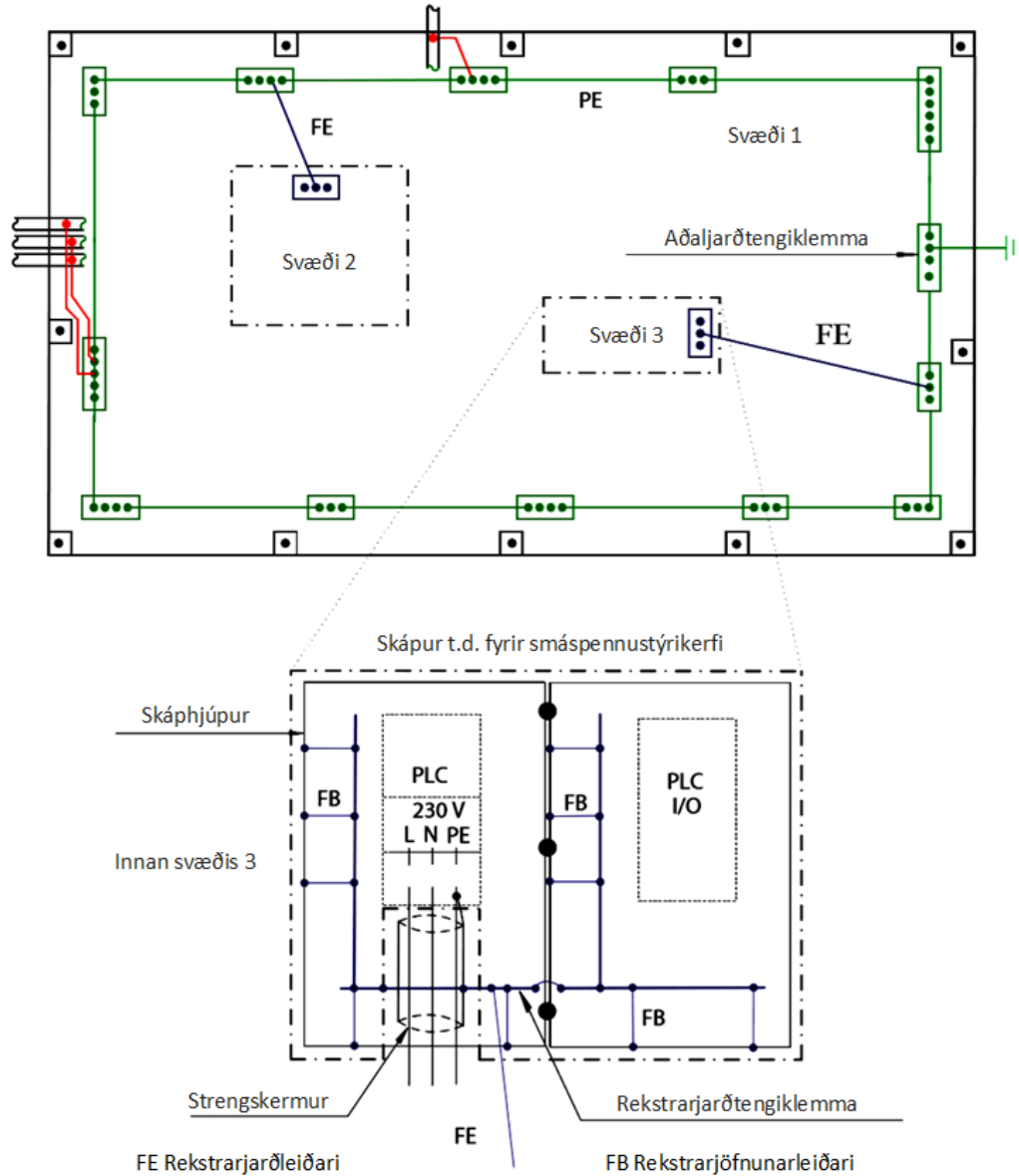


Mynd 30.- Rekstrarspennujöfnun á svæði utan hlífðarklæðningar.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

### 3.2.7.3 Afskermað svæði

Sérstakt afskermað svæði sem er aðskildara raftæknilega en svæði sem telst vera innan „opinna“ svæðamarka, samkvæmt 3.2.7.2, getur orðið til með því að koma fyrir skáp eða rými sem er afskermað í málmhlíf/hjúp (veggir, þak og gólf).



Mynd 31 - Innhjúpað svæði, sérstaklega afskermað.

Allir strengir sem koma inn á afskermaða svæðið skulu teknir í gegnum þetta innfærslustúta (nippla) sem festa einangrun strengja við innhjúpaða vegginn. Einangrun strengjanna skal ganga óslitin að rafbúnaði innan svæðisins og þar sem strengurinn tengjast skerm<sup>12</sup> viðkomandi rafbúnaðar. Að öðrum kosti er komið fyrir síu á beint vegg innhjúpaða svæðisins, þ.e. á málmplötunni.

<sup>12</sup> Gert er ráð fyrir að skermurinn sé búinn síu.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

Varnarleiðari strengs sem fæðir rafbúnað innan svæðis tengist viðkomandi rafbúnaði. Rafbúnaðurinn tengist með rekstrarjöfnunarleiðara við innhjúpunarhlíf svæðisins með stystu mögulegum lögnum.

Ef þörf krefur má koma fyrir á úthlið innhjúpuðu hlífarinnar, skrúfbolta fyrir rekstrarjarðtengingu nálægt inntökustað aflstrengsins. Skrúfboltinn þarf að ganga í gegnum hjúpinn og vera í góðu sambandi við hann. Skrúfboltinn tengist aðalhringtengijarðleiðara með rekstrarjarðleiðara.

Ef koma þarf fyrir rekstrarjarðtengiklemmu innan hjúpsins þurfa fjarlægðir milli rekstrarjarðtengiskrúfbolta og klemmu að vera með stysta mögulega móti. Jarðtengiklemmuna skal einnig tengja hjúpnum. Veggir hjúpshlífar geta oft komið í stað jöfnunarleiðara.

Innhjúpurinn, veggir þak og gólf, er þá viðmiðunarjörð rýmisins.

### 3.2.7.4 Rafbúnaður

Rafbúnaður telst í sjálfu sér vera aðgreint eigið svæði. Þörf fyrir skerm og síun er ákveðin af framleiðanda viðkomandi tækis.

## 3.3 Rafbúnaðarherbergi<sup>13</sup>

Rafbúnaðarherbergi, (rafbúnaðarrými, skáparými) er almennt talið vera sérstakt svæði.

Ath.: Vegna þeirra fjölda strengja sem eiga leið í gegnum vegg svæðisins er venjulega óraunhæft að gera ráð fyrir að vinna með afskermun takist.

Í Rafbúnaðarherbergi eða strengjarými þess, er komið fyrir einni eða fleiri jarðtengiklemmum sem tengjast aðalhringtengijarðleiðara.

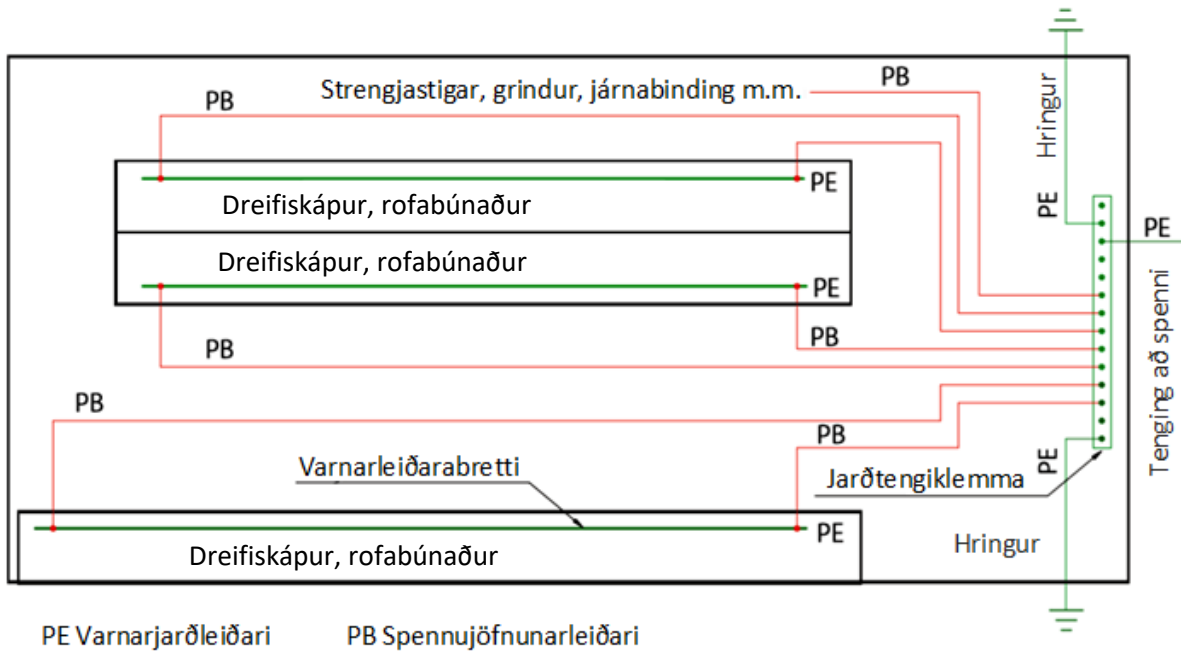
Til jarðtengiklemmu tengjast:

- spennujöfnunarleiðari fyrir spennujöfnunarbretti rofabúnaðar
- varnarleiðari eða jarðtengibretti í spennarými
- spennujöfnunarleiðari fyrir tækjaskápa og annan búnað
- spennujöfnunarleiðari fyrir aðra hluti í rafbúnaðarherbergi og strengjarými, s.s. strengjastigi, gólfeiningar, járnabinding og stálgrindur í rafbúnaðarherbergi
- rekstrarjarðleiðari að rekstrarjarðtengiklemmu sem gæti tilheyrð stýribúnaði sem staðsettur er í rafbúnaðarherbergi.

---

<sup>13</sup> Nafngiftin „rafbúnaðarherbergi“ (driftrum) er skilgreint í SS 436 21 01 og hefur fengið viðhengið „rafmagns“ (eL-) til að skilja það frá öðrum samnefndum herbergjum sem ætluð eru til annars.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði



Mynd 32. Rafbúnaðarherbergi eingöngu með rofabúnaði (dreifiskápum).

Ef ekki næst að láta aðalhringtengingarleiðara ná yfir rafbúnaðarherbergið, þarf að koma aukalega fyrir jarðtengibretti í herberginu. Jarðtengibrettið tengist aðalhringtengingarleiðaranum með varnarjarðleiðara.

### 3.4 Spennir sem matar rafkerfið.

Skermur eða hlífðarkápa á matandi háspennustreng tengist jarðtengiskrúfbolta í tengiboxi spennis, á forhlið spennis.

Tengibúnað lágspennustrengs eða strengja skal tengja með skermum þeirra við jarðtengiskrúfbolta í tengiboxi spennis á eftirvafi.

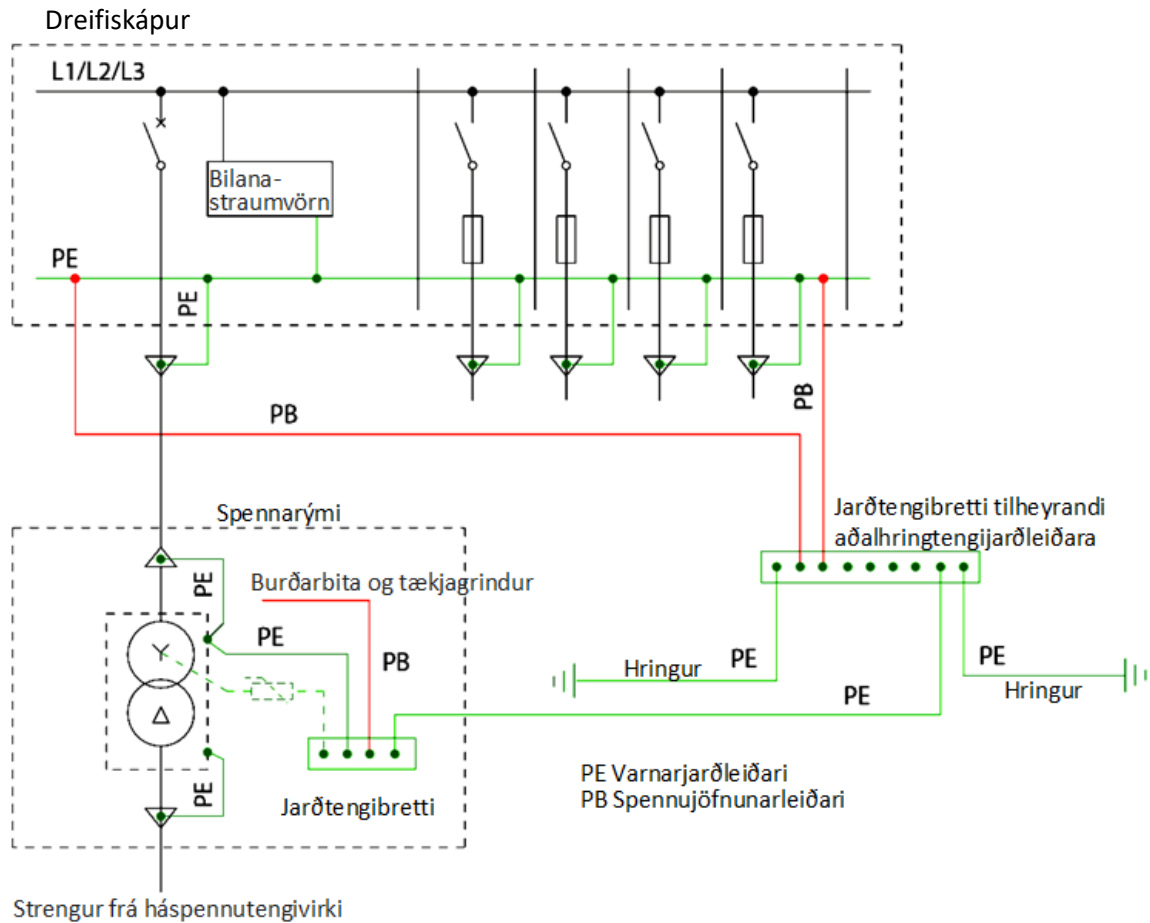
Ef tengibúnaðurinn er með skinum skal leggja sérstakan varnarjarðleiðara að tengibúnaðinum. Varnarjarðleiðarinn skal tengjast jarðtengiskrúfbolta í tengiboxi á eftirvafi spennis.

Frá næstu jarðtengiklemmu<sup>14</sup> sem er hluti aðalhringtengingarleiðara skal leggja varnarjarðleiðara að jarðtengiklemmu sem staðsett er í spennarými.

Frá jarðtengiklemmu í spennarými skal leggja varnarjarðleiðara að jarðtengiskrúfbolta í tengiboxi spennis og spennujöfnunarleiðara að burðarbitum, tækjagrindum og öðrum búnaði í spennarými. Auk þess skal frá jarðtengiskinnu leggja leiðara sem mögulega þarf að tengja núllpunkti spennis.

<sup>14</sup> Venjulega jarðskinnu í rafbúnaðarherberginu þar sem rofabúnaður er staðsettur.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði



Mynd 33 - Matandi spennir og dreifiskápur.

Í köflum 9.3 og 9.5.1 er fjallað um valkosti kerfisjarðbindingar og í kafla 9.5.4 er fjallað um jarðbindingu spenna. Auk þess eru kynnt tvö dæmi um jarðbindingu og spennujöfnunarkerfi í kafla 9.7.

### 3.5 Stjórnkerfi

#### 3.5.1 Almennt

Til þess að stjórnkerfi með rafeindabúnaði virki eðlilega þarf allur búnaður með tilheyrandi tengirásum að vera í umhverfi sem er gert fyrir rafeindabúnað m.t.t. rafsegulmögnunar. Þessu má koma til leiðar með því að koma rafeindarásum kerfisins fyrir á einu eða fleirum svæðum þar sem umhverfið passar rásumum.

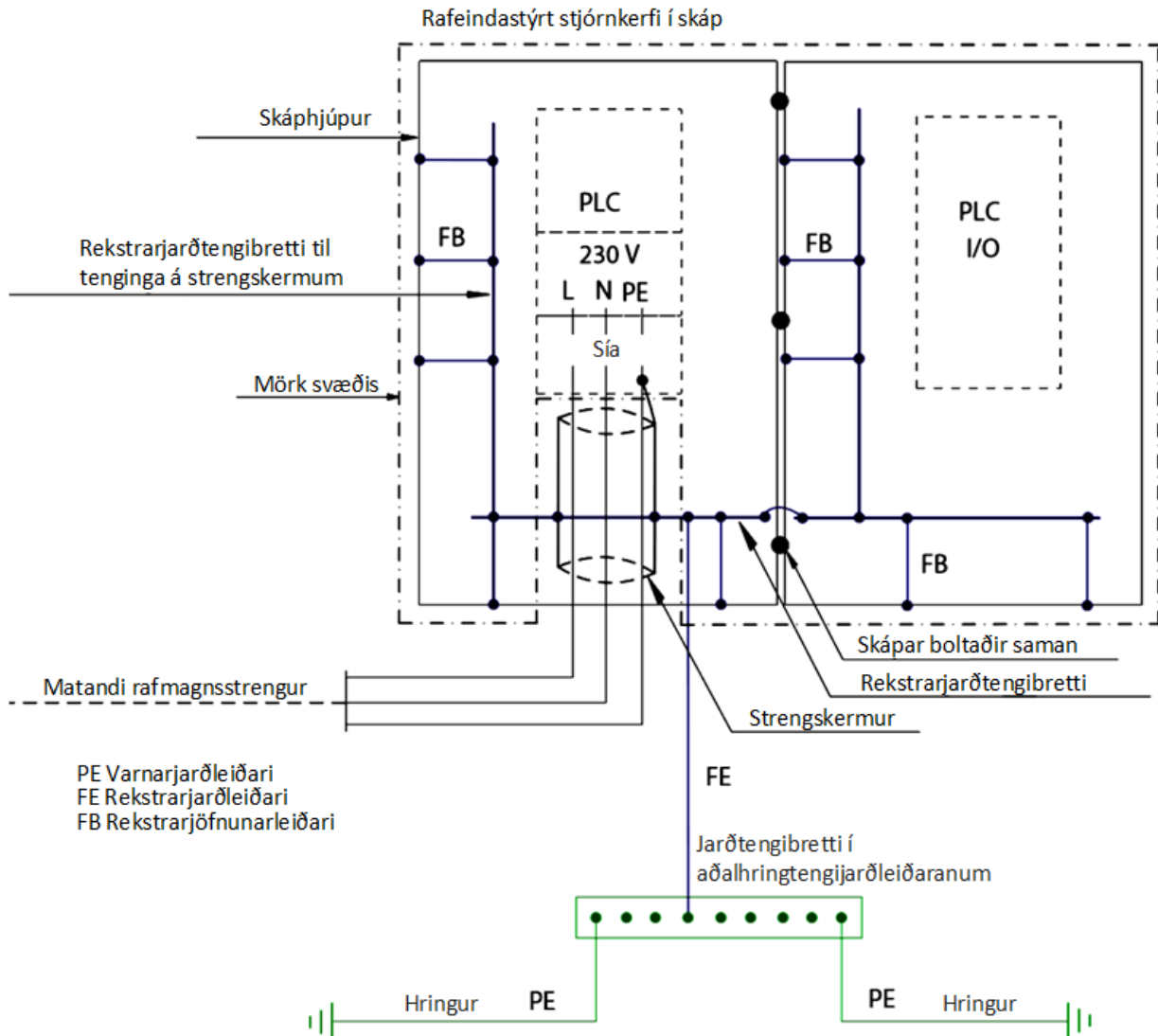
Svæðamörk eru oft mynduð með innhjúpuðu svæði rafbúnaðarskapa, mögulegum strengskermum og síun, en getur verið næstum allt sem takmarkar óæskilegar tengingar milli rása, sjá kafla 9.4.3.

Þörfin fyrir raftæknilegt umhverfi mótar uppröðun búnaðar, svæðaskiptingu og gerð svæðamarka.

Jarðbinda skal hvert svæði aðeins á einum stað (inntaksstað).

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

Frá jarðtengibretti í tengiherbergi skal því leggja rekstrarjarðleiðara að rekstrarjarðtengibretti. Rekstrarjarðtengibrettinu er heppilegast að koma fyrir í tengiskáp sem rafstrengur fæðir.



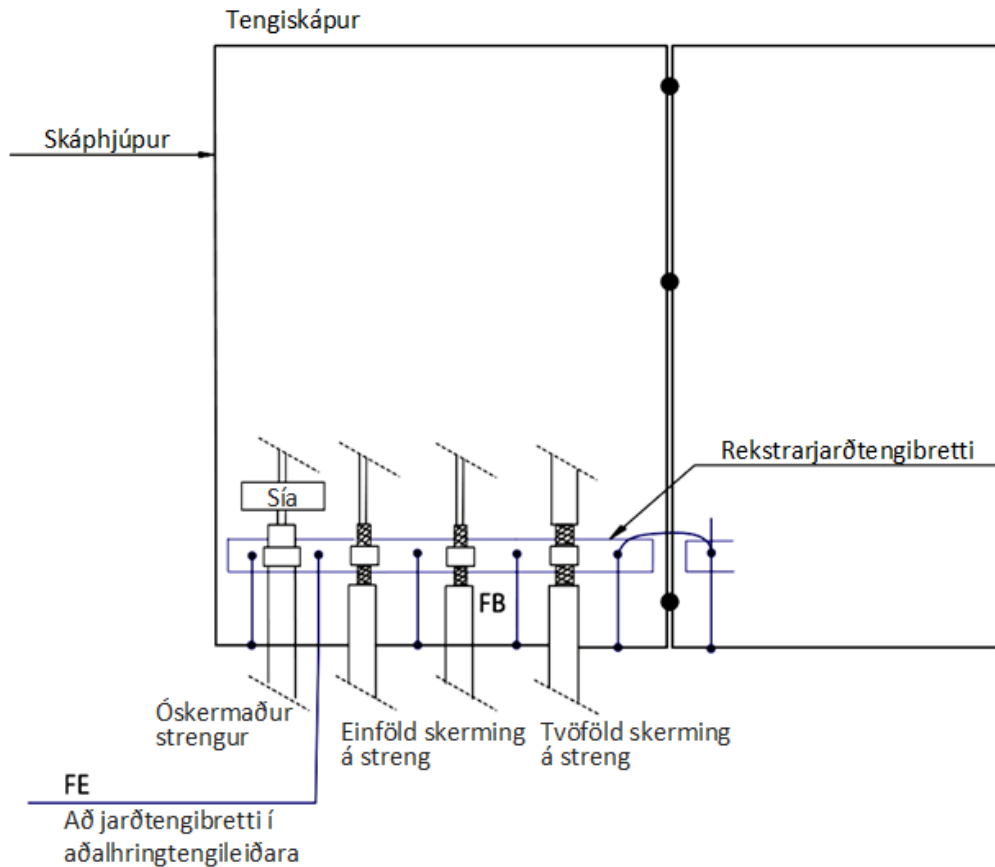
Mynd 34 - Jarðbinding og rekstrarspennujöfnun stjórnkerfis.

Rekstrarjarðtengibretti í skáp skal vera beintengt skáphjúp. Tengileið skal vera svo stutt sem mögulegt er, sjá kafla 2.3.7. Best er að nota tengiskinnu sem er fest beint við skáphjúp.

### 3.5.2 Tenging strengja í skáp

Ef ákveðið er að nota málmhjúp skáps sem svæðismörk (skerm) þarf að tengja strengskermana skáphjúpnum strax við innkomu. Strengir sem ekki eru skermaðir þarf að útbúa með síu sem staðsett er beint við innkomu.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði



Mynd 35 - Tenging strengja.

### 3.5.3 Tenging búnaðar í framleiðslu- og iðnaðarsölum

Ekki er hægt að fá fullkomna spennujöfnun milli mismunandi punkta í möskvaða netinu. Það hefur í för með sér að við flutning á merkjum milli tækja sem tengd eru mismunandi hlutum netsins þarf að taka tillit til spennunar. Stjórnkerfi ólíkra hluta sem tengt er möskvanum á fleiri en einum punkti er slíkur möguleiki.

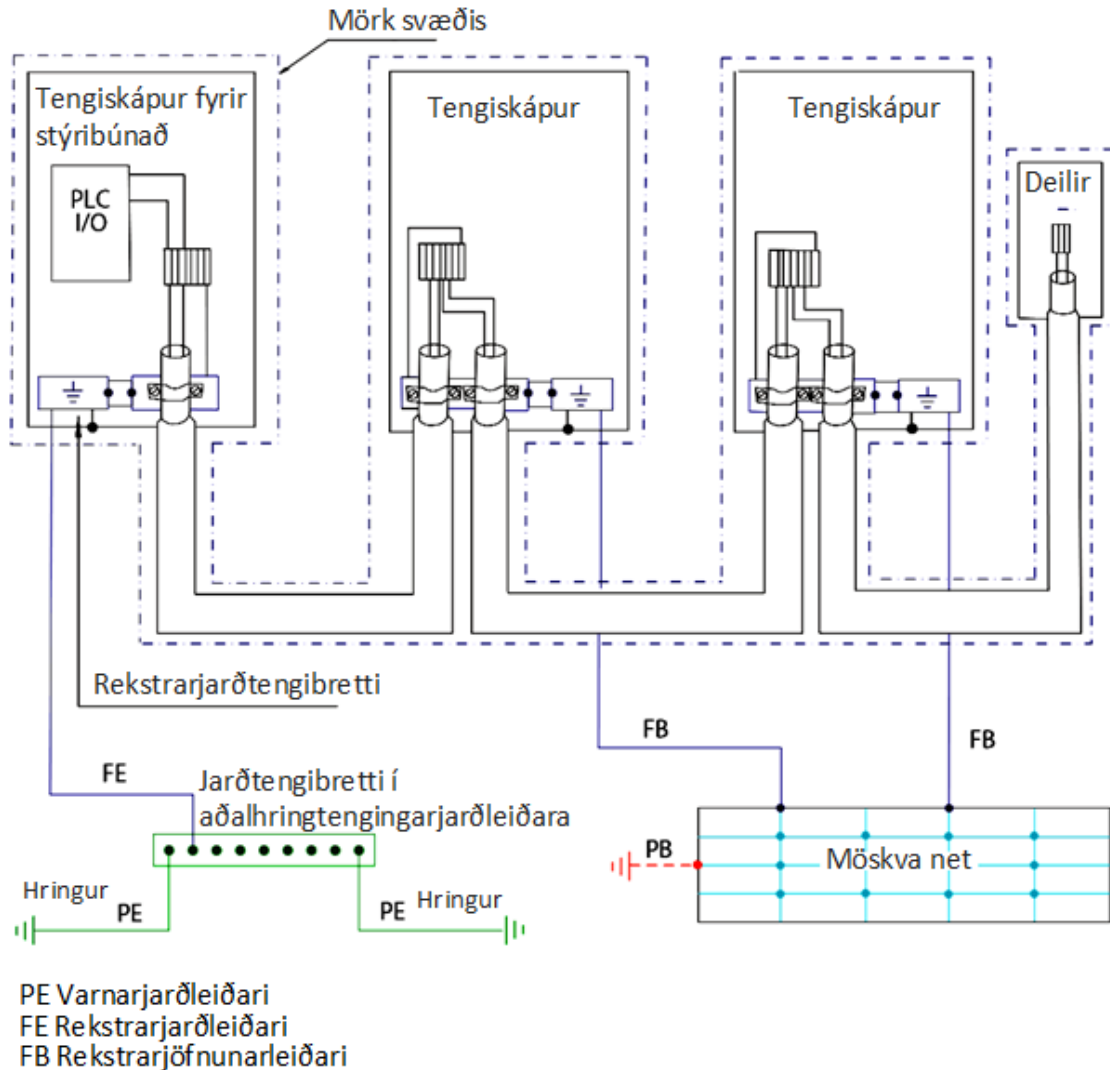
Kerfi þar sem mismunandi hlutir eru samtengdir með skermuðum strengjum og þeir eru tengdir hjúpnum, myndast innan svæðisins heppileg skermvirkni.

Af verktæknilegum ástæðum tengjast mismunandi hlutar kerfisins möskva og burðarvirki viðkomandi bygginga. Þetta hefur í för með sér að skermarnir flytja straum vegna spennunar sem er milli einstakra tengistaða í möskvanum.

Hver hjúpur skal tengdur næstu spennujöfnunarklemmu með rekstrarjöfnunarleiðara, sem eykur flutningsgetu spennujöfnunarkerfisins og minnkar um leið strauminn sem fer um skerma.

Endanlegur straumur sem þannig fer um skerma hefur litla þýðingu ef byggt hefur verið upp gott spennujöfnunarkerfi.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði



Mynd 36 - Deilir tengist stýribúnaði með viðkomu í tengiskápum.

Ef skermar strengjanna eru of grannir til að flytja strauminn sem búast má við, er mögulegt að tengja strengskermana við hjúpinn (skáphjúp tengiskápa) um þetta. Þá verður til þokkaleg hátíðniskermin en léleg skermin gegn lágtíðni á rafsegulsviði.

Önnur tæknileg lausn er að jarðbinda stýribúnaðinn aðeins í einum punkti, þannig að hjúpar tengiskápa eru samtengdir sem ein eining, og hlutir í framleiðslusal eru einangraðir.

### 3.6 Tengirými / tengiherbergi<sup>15</sup>

Í rými þar sem stjórnúnaði er komið fyrir myndast sjaldnast eigið svæði<sup>16</sup> Stýribúnaður getur þó myndað eigið svæði, sjá nánar í kafla 3.5.

<sup>15</sup> Önnur möguleg nöfn fyrir tengirými er t.d. stjórnkerfisrými eða rafbúnaðarherbergi.

<sup>16</sup> Vegna fjölda strengja sem eiga leið í gegnum rýmishjúpinn er það venjulega verktæknilega óheppilegt eða óframkvæmanlegt að mynda eigið afskermað svæði.

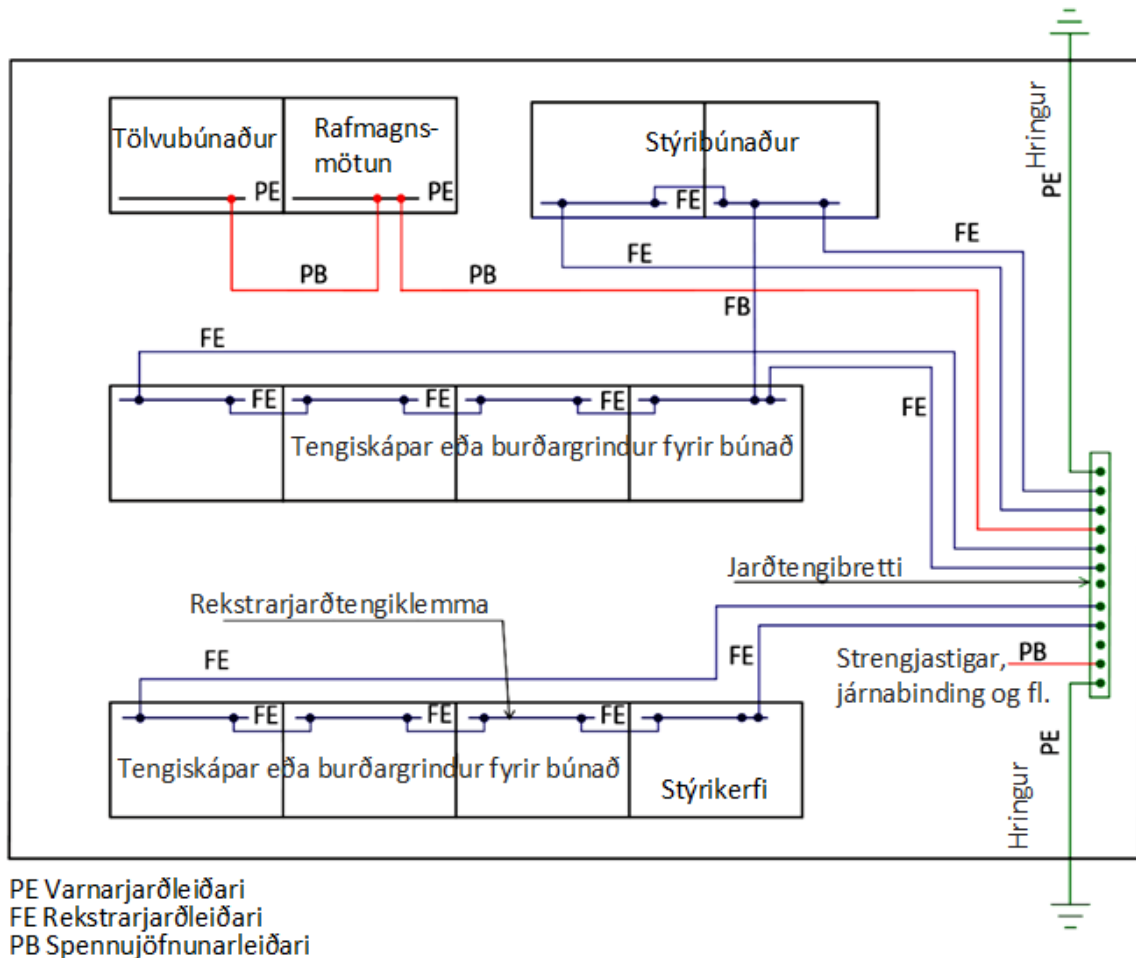


## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

Í herbergi eða strengjarými herbergis er komið fyrir einni eða fleirum jarðtengiklemmum sem eru hluti aðalhringtengingarleiðara.

Jarðtengiklemmurni tengjast:

- Rekstrarjarðleiðari fyrir rekstrarjarðtengibretti í stjórnkerfinu, einnig fyrir tengiskáp og burðargrindur fyrir búnað í rýminu.
- Spennujöfnunarleiðari fyrir spennujöfnunarbretti vegna mögulegra mótunarstrengja í rýminu.
- Spennujöfnunarleiðari fyrir aðra hluti í herberginu og strengjarými, einnig fyrir strengjastiga, gólfgrindur, járnabindingu og aðrar stálgrindur í herberginu



Mynd 37 - Herbergi með Stjórnúnaði og rafúnaðarskápum.

Ef ekki er hægt að ná tengirými innan aðalhringtengingarleiðara þarf að koma fyrir auka jarðtengibretti í tengirými. Jarðtengibrettið tengist aðalhringtengingarleiðara með varnarjarðleiðara.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### 3.7 Hreyfilssamstæða

Hreyfilssamstæða samanstendur af hreyfli (mótor) með öryggisrofa, mögulega stjórnskáp og mótunarbúnaði auk vélbúnaðar í næsta nágrenni.

Hreyfillinn sem er í aðalhlutverki á staðnum er ber leiðinn hlutur.

Fyrirskrifað og ráðlagt er að allir hreyflar séu útbúnir með viðbótar varnar- og rekstrar-útfjöfnum, vegna eftirtalinna þátta:

- Varðandi hreyfla sem taka  $\leq 32$  A og kerfisspennan er 690<sup>17</sup> skal samkvæmt ÍST HB 200, kafla 41, roftíminn vera styttri en 0,2 s, sjá nánar kafla 2.2.4. Sé roftíminn lengri er gerð krafa um viðbótarspennujöfnun.
- Krafa um roftíma fyrir hreyfla sem taka  $> 32$  A er styttri en 5 s. Strax eftir 0,5 s – 1 s má búast við að snertispenna við bilun í hreyfli á 400 V valdi hjartaflökki. Við 690 V verður að gera ráð fyrir styttri tíma en 0,5 s, sjá nánar kafla 2.2.5.
- Til að koma í veg fyrir að straumur eigi leið um legur hreyfils og valdi á þeim skemmdum, sjá nánar 2.3.8 og 2.3.9.
- Með því að taka tillit til styttri roftíma fyrir hreyfla sem taka  $> 32$  A má komast af með hagkvæmara val á gildleika spennujöfnunarleiðara. Sjá nánar kafla 9.9.
- Með því að nota möskvanet byggingar með spennujöfnunarklemmum og tengiskrúfboltum er mögulegt að ná styttri lagnaleiðum fyrir spennujöfnunarleiðara og lækka þannig kostnað.

Varnarleiðari í matandi streng fyrir hreyfil tengist á bretti í tengiboxi hans. Spennujöfnunarleiðari skal lagður að næstu spennujöfnunartengiklemmu eða að tengiskrúfbolta í undirstöðu hreyfils. Tengistaður á hreyfli er utanálíggjandi spennujöfnunarklemma á sáturhúsi (stator húsi).

Ef hreyfill er mataður með tíðnibreyti skal leggja rekstrarjöfnunarleiðara milli hreyfils og vélbúnaðar til að leiða rýmdarstrauminn framhjá öxli og legum hreyfils og vélbúnaðar<sup>18</sup>. Rekstrarjöfnunarleiðarinn skal hafa lágt samviðnám, sjá nánar í kafla 2.3.8.

Hreyfill sem er í stöðugum rekstri við erfiðar aðstæður skal einnig tengdur rekstrarjöfnunarleiðara sem leiðir bilanastrauminn framhjá öxli og legum. Vandamál sem lýst er í kafla 2.3.7 má lagfæra með samtengingu hreyfils og dæluhúss með rekstrarjöfnunarleiðara.

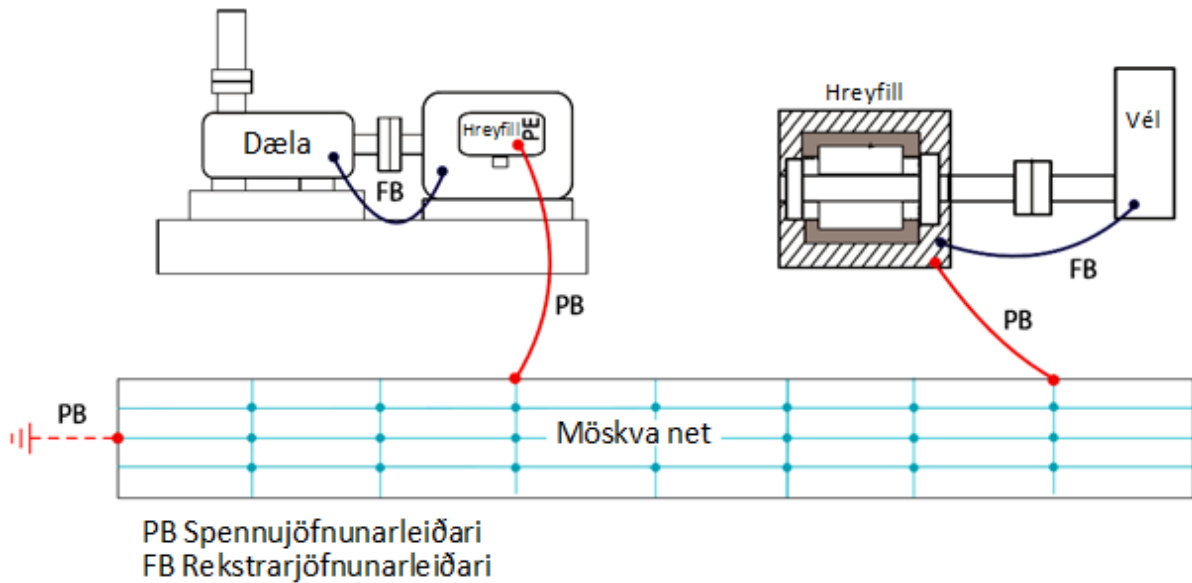
Frá nálægri spennujöfnunartengiklemmu eða tengiskrúfbolta í hreyfilsundirstöðu skal einnig leggja spennujöfnunarleiðara að öryggisrofa, mögulegu stjórnboxi og nálægum vélbúnaði.

---

<sup>17</sup> Ef kerfisspennan er milli 230 V og 400 V má roftíminn vera lengstur 0,4 s.

<sup>18</sup> Legustraumar sem orsakast af spans- og rýmdarspennu frá snúði (*rotor*) verða ekki lagfærðir með spennujöfnun.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði



Mynd 38 - Spennu- og rekstrarjöfnun hreyfils.

### 3.8 Vélar í framleiðslu- og iðnaðarrými

Vél eru hlutir eða samstæður þar sem a.m.k. einn þáttur er hreyfanlegur ásamt tilheyrandi búnaði til að knýja vélina, stjórn- og rekstrareiningum sem sett er saman í ákveðnum tilgangi, sem oftast er að meðhöndla hráefni, vinna úr því, færa til eða pakka inn.

Vélasamstæða eða hlutar hennar, er ber leiðinn hlutur.

Fyrirskrifað er og ráðlagt að allar vélar séu útbúnar með viðbótar spennu- og rekstrarjöfnun vegna eftirtalinna þátta:

- Til að takmarka snertispennu og þar með slysaþættu einstaklinga, sjá nánar kafla 2.2.5
- Til að minnka spennunum milli stjórnþúnaðar sem komið er fyrir í skápum og tækja (t.d. mæli- og stjórnþækja) sem komið er fyrir á sjálfri vélasamstæðunni. Sjá nánar kafla 2.3.6 og kafla 3.5.
- Til að minnka spennunum milli annarra véla. Sjá nánar kafla 2.3.3 og kafla 2.3.6
- Til að minnka hættu á rekstrartruflunum sem orsakast m.a. af skammhlaupi og eldingum, sjá kafla 2.3.2

Varnarleiðari í matandi streng fyrir vélasamstæðu tengist á bretti í tengiboxi samstæðunnar. Spennujöfnunarleiðari skal lagður að næsta spennujöfnunartengiklemmu eða að tengiskrúfbolta í undirstöðu samstæðunnar. Tengistaður á vél er varnarjarðtengipunktur eða annar tengipunktur sem ætlaður er til spennujöfnunar rafþúnaðarins innan vélasamstæðunnar og bundin er spennujöfnunarkerfinu.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

Auk þess er ráðlagt að málmumbúnaður vélarsamstæðna sé útbúinn með spennu- og rekstrarjöfnun sem tengd er með spennujöfnunarleiðara<sup>19</sup> við nálæga spennujöfnunartengiklemmu. Fyrir færðbönd og áþekkar vélar er ráðlagt að fjarlægðin milli tengipunkta sé ekki meiri en 20 m og í sambyggðum stórum vélum sé fjarlægðin undir 5 m. Sjá nánar kafla [3.12](#).

### 3.9 Tæki í framleiðslu- og iðnaðarrými

Deila, ferjöld, mæla og önnur tæki er heppilegt að tengja nálægri spennujöfnunartengiklemmu með jöfnunarleiðara.

Tilgangur spennujöfnunar hefur áhrif á val gildleika, litamerkingu og skráningu jöfnunarleiðarans. Sjá nánar kafla [2.2.2](#), [2.3.6](#) og [5.3](#).

Varnarjarðbinding er gerð með varnarleiðara í streng sem mögulega matar tækin.

### 3.10 Stýripúlt og tengibox

Stýripúlt og tengibox er heppilegt að tengja nálægri spennujöfnunartengi með jöfnunarleiðara.

Tilgangur spennujöfnunar hefur áhrif á val gildleika, litamerkingu og skráningu jöfnunarleiðarans. Sjá nánar kafla [2.2.2](#), [2.3.6](#) og [5.3](#).

### 3.11 Strengjastigar

Strengjastiga skal tengja með spennujöfnunarleiðara við allar spennujöfnunarskinnur sem strengjastiginn liggur hjá.

Burðarskinnur, ídráttarpípur og rennur skal einnig tengja nálægri spennujöfnunartengiklemmu með varnarjöfnunarleiðara.

Verði rof, t.d. þegar strengjastigi á leið í gegnum brunavegg, skulu stigahlutarnir samtengdir með spennujöfnunarleiðara.

Mögulegt er að samþykkja samsetningar milli strengstiga ef hægt er að staðfesta með mælingum tryggja samsetningu (lág t yfirgangsviðnám). Í öðrum tilfellum skal sambinda strengstigana með spennujöfnunarleiðara.

---

<sup>19</sup> Samsettur spennu- og rekstrarjöfnunarleiðari, sjá kafla [2.3.11](#)

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### 3.12 Búnaður úr málmi

Búnaður úr málmi og burðarvirki skulu tengjast nálægri spennujöfnunartengiklemmu með spennujöfnunarleiðara.

Dæmi um búnað og burðarvirki sem skal tengja er:

- Vatnstankar innanhúss og burðarvirki gerð úr málmi
- Kranabrautir, lyftuspor og gálgar (jafnt efri sem neðri endi)
- Loftræstisamstæður og stokkar (í báða enda)
- Hurðakarmar fyrir rekstrar- og tæknirými (ekki þarf að tengja sjálft hurðarspjaldið)

Búnaðurinn er útbúinn með skrúftengiboltum, t.d. ásoðnum M8 boltum, til tengingar fyrir spennujöfnunarleiðara.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### 4 Úttekt fyrir gangsetningu

#### 4.1 Almennt

Áður en raflagnir eru teknar í notkun skal, samkvæmt kafla 6 í ÍST HB 200, hugað að eftirfarandi:

- taka skal út lögnina og ganga úr skugga um að til staðar séu og rétt útfærðir spennujöfnunarleiðarar
- með prófunum skal gengið úr skugga um að spennujöfnunarleiðari sé heill og leiðni hans hvergi slitin

Auk þess skulu, eftir því sem lögninni miðar fram, teknar ljósmyndir sem sýna frágang á spennujöfnunarleiðurum sem innsteyptir eru í plötur, veggj, súlur og víðar.

#### 4.2 Ráðlögð framkvæmd úttektar

Staðsetning aðaljarðtengiklemmu, jarðtengibretta í aðalhringtengijarðleiðara og spennujöfnunarbretta skal staðfest.

Þar næst er eftirafandi skoðað:

- gildleika klemma og tengibretta
- að tenging lagna sé rétt útfærð
- merkingu klemma og tengibretta
- að merkingar séu í samræmi við gögn og skrár sem eru til staðar
- að gögnin gefi rétta mynd af staðsetningu og gerð tengibretta
- að merking jarðbindi- og jöfnunarleiðara sé í samræmi við gögn og skrár
- að viðbótarspennujöfnunarleiðarar séu að réttum gildleika

#### 4.3 Ráðlögð framkvæmd prófunar

Þegar gengið úr skugga um að spennujöfnunarleiðari sé heill og leiðni hans sé hvergi slitin skal með prófun:

- losa upp einn og einn spennujöfnunarleiðara í báða enda
- staðfesta leiðni spennujöfnunarleiðarans með viðnámsmælingu
- niðurstöður allra prófana eru skráðar og vistaðar vandlega
- athuga aftur hvort merkingar og skráning gagna séu réttar og í samræmi við skrár þegar spennujöfnunarleiðarar eru tengdir að nýju

Prófanir skulu einnig ná til spennujöfnunarleiðara sem eru innsteyptir með járnagrind.

## 5 Skráning og merkingar

### 5.1 Almennt

Til þess að hægt sé að sinna viðhaldsvinnu og viðbótarlögnum í spennujöfnunarkerfi er nauðsynlegt að hver eining kerfisins sé greinilega auðkennd á ótvíræðan (einkvæman) hátt og að merkingar séu í samræmi við skráningu gagna.

Grunnurinn að góðri skráningu og merkingum er að vel rekið kerfi fyrir merkingar og skráning gagna sé til staðar.

ÍST HB 200 greinir frá í kafla 514 að ef ekki sé tekið annað fram í köflum 514.3.1.Z1 til og með 514.3.Z3 skuli merkingar leiðara vera í samræmi við ÍST EN 60446.

### 5.2 Tilvísunarskráning

#### 5.2.1 Almennt

Hluti og kerfi, útbúnað og tæki þarf að skilgreina á einkvæman hátt svo auðvelt sé að vinna með búnaðinn. Til þess þarf einkvæmt skráningakerfi. Þetta er í staðli ÍST EN 81346-1 nefnt tilvísunarskráningar.

Tilvísunarskráning þarf að hafa formerki sem fylgt er eftir með einum eða fleiri bókstöfum auk númeris. Formerkið gefur til kynna frá hvaða sjónarhorni maður horfir á viðkomandi hlut eða búnað.

Orð með sömu merkingu og sjónarhorn er viðhorf (*aspekt*), sem er orðið sem notað er í staðlinum.

Eftirfarandi formerki á að nota samkvæmt staðli ÍST EN 81346-1:

= Tilgangur eða Ferilkóði (hvert er hlutverk hlutarins, hvaða framleiðslu- eða iðnaðar-FERLI tilheyrir hann)

– Búnaðarkóði (hvernig er hluturinn uppbyggður)

+ Staðsetningarkóði (hvar er hluturinn)

Formerkið = er almennt tekið frá fyrir tilgang sem lýsir aðaltilgangi kerfis. Ef sjá þarf tilgang kerfis með sama viðhorfi (sjónarhorni) en með öðrum hætti má nota = .

Formerkið = = er valið sem skilgreining á tilgangi sem skýrir umhverfi rafsegulsviðsins.

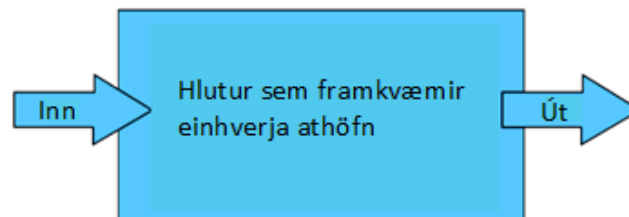
Ath.: Ef ekki er til staðar einhver sérstakur tilgangur sem telst vera aðaltilgangur kerfis, er notað einfalt samasemmerki fyrir umhverfi rafsegulsviðsins.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

### 5.2.2 Fyrsti kennibókstafurinn í tilvísunarskráningu

Fyrsti kennibókstafurinn í tilvísunarskráningu á einhverjum hlut skal valinn samkvæmt ÍST EN 81346-2, í ákveðinni flokkun.

Flokkunin byggist á að hver hlutur er skoðaður sem hluti af ferli (framleiðsluferli, vinnsluferli) sem hefur inngang og útgang.



Lýsa má hverjum hlut með hjálp tilgangs og þess hvers er krafist af hlutnum. Innri uppbygging hlutarins hefur ekki tilgang. Tilgangur og kröfur er fyrst og fremst það sem þarf til flokkunar.

Í ÍST EN 81346-2 má finna ákveðna flokkunartöflu um tilgang og kröfur til að flokka hlutina.

Hér að neðan má sjá úrdrátt úr töflunni fyrir fyrsta kennibókstafinn:

Bókstafur	Hlutverk og tilgangur með hlutnum	Dæmi um einingu hlutar
E	Gefur af sér eða geislar frá sér orku	Hitaofn Laser
F	Bein vörn orkuflæðis, merkjagjöf, starfsfólk eða útbúnaður frá hættulegum eða óæskilegum aðstæðum	Yfirspennuvörn Skermur Varnarbúnaður
R	Takmörkun eða stöðuleiki á hreyfingu eða af orkuflæði, gögnum eða hráefni	Díóða Viðnám
X	Tenging hluta	Tengibretti Plintaröð
W	Leiðsla eða flutningur af orku, merkjagjöf, hráefni eða framleiðsluferli	Strengur Lagnaskinna Leiðari

### 5.2.3 Annar (viðbótar) kennibókunarstafurinn

Til að geta komið á framfæri frekari skilgreindri flokkun má bæta við kennibókstaf í tilvísunarskráninguna.

Tafla 2 í ÍST EN 81346-2 bendir á viðbótarbókstafakóða, kennibókstaf númer tvö.

Hér að neðan má sjá úrdrátt uppröðunar í töflu fyrir annan kennibókstafinn:



## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

Kennibókstafir	Dæmi
BT	Hitavaki
FA	Öryggi, Sjálfvar, Öryggisgreinar
FE	Svæði rafsegulsviðs
QA	Spólurofi, aflrofi án varna
QC	Jarðtengibúnaður
WC	Skinnukerfi, Dreifing orku < 1 kV
WD	Strengir, Leiðarar, Flutningur orku < 1 kV
WE	Strengir, Leiðarar fyrir jarðbindi- og spennujöfnun
XE	Tengibretti, klemma eða skinna fyrir jarðbindi- og spennujöfnun

### 5.3 Skilgreining á leiðara

Samkvæmt ÍST EN 60445 og ÍST EN 60446 skal leiðari fyrir jarðbindingu og spennujöfnun skilgreinast samkvæmt eftirfarandi:

Leiðarar	Stafanúmer	Litur
Varnarleiðari	PE	gulur og grænn
Rekstrarjarðleiðari	FE <sup>1)</sup>	ekki skilgreindur litur <sup>2)</sup>
Spennujöfnunarleiðari	PB	gulur og grænn
Rekstrarjöfnunarleiðari	FB <sup>3)</sup>	ekki skilgreindur litur <sup>2)</sup>
Núllleiðari	N	blár
Sameinaður varnar- og núllleiðari	PEN	gulur og grænn með blárri viðbótarmarkingu

<sup>1)</sup> FE kemur í stað eldri merkingar TE truflunarfrír jarðleiðari (var breytt við 3. útgáfu af ÍST EN 60445 / 1. jan 2000).





<sup>2)</sup> Litir sem notaðir eru fyrir leiðarana N, PE, PEN og PB má ekki nota fyrir þessa. Til að koma í veg fyrir víxlun er einnig ráðlagt að nota ekki liti sem auðkenna leiðarana L1, L2 og L3

<sup>3)</sup> FB kemur í stað eldri merkingar MM fyrir tengingar við hjúp eða ramma og CC fyrir tengingar, s.k. „ekvipotentialisering“, er áður samþykkt nafngift fyrir allar innri varnaraðgerðir (breyttist við 3. útgáfu af ÍST EN 60445 / 1. jan. 2000).

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

### 5.4 Tákn fyrir merkingar af úttökum fyrir ákveðna leiðara

Samkvæmt ÍST EN 60445 skal nota eftirtalin tákn:

Leiðari	Tákn	Ensk / sænsk heiti
Varnarleiðari		Protective conductor / Skyddledare
Rekstrarjarðleiðari		Functional earthing conductor / Funktionsjordledare
Spennujöfnunarleiðari		Protective bonding conductor / Skyddsutjämningsledare
Rekstrarjöfnunarleiðari		Functional bonding conductor / Funktionsutjämningsledare

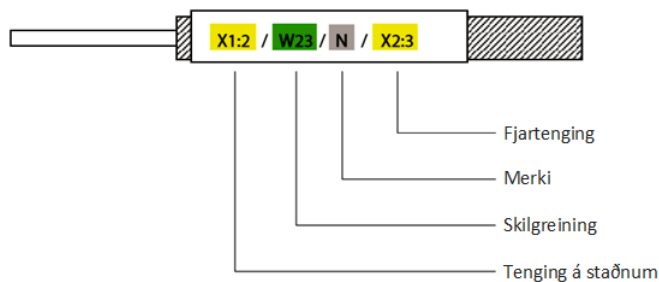
### 5.5 Merking strengja og leiðara

Megináherslur um merkingar strengja og leiðara í iðnaði, raflagnir og útbúnað er að finna í ÍST EN 62491.

Merkingar má gera með strengmerkingum framleiðanda eða nota viðbótarmerkingu.

Viðbótarmerking skal byggja á einni eða fleiri hugmyndum samkvæmt eftirfarandi:

- skilgreining af streng eða leiðara
- tengistað strengs eða leiðara
- merki sem flutt er með streng eða leiðara

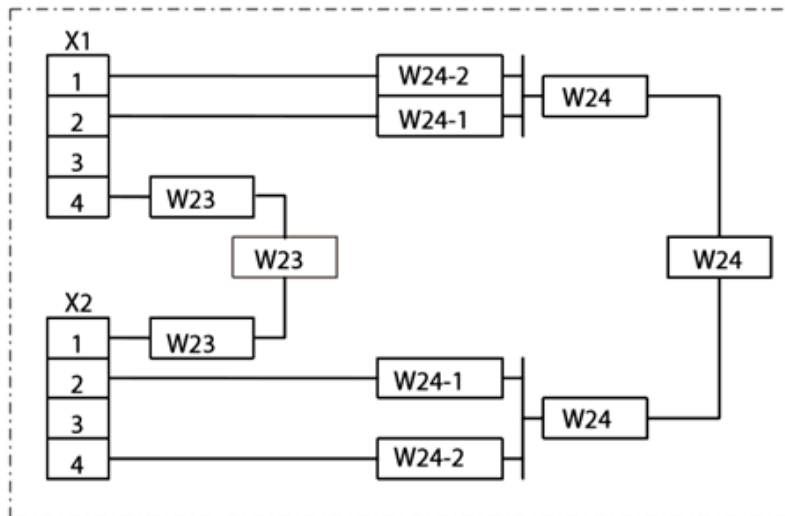


Mynd 39 - Uppbygging viðbótarmerkingar.

Skilgreining sem er ráðlögð í ÍST EN 62491 er sú sem byggir á tilvísunarkerfinu í ÍST EN 81346-1.

Mynd 40 er dæmi úr ÍST EN 62491 sem sýnir streng milli tengipunkta sem tilheyra sama hlutum, þar sem strengir og leiðarar eru skilgreindir. Merking fyrir hvorn enda fyrir sig og strengmerkingar sem liggja þar á milli eru sýndar. W23 er einleiðarastrengur og W24 er strengur með fleiri leiðurum.

Spennujöfnun raflagna í iðnaði



Mynd 40 - Viðbótarkerking fyrir strengi og leiðara.

Eins og fram kemur á mynd 40 er ekki þörf fyrir merkingu á vír einleiðarastrengs (W23). Rekstrarjarðleiðari og aðrir jöfnunarleiðarar eru slíkir einleiðarastrengir.

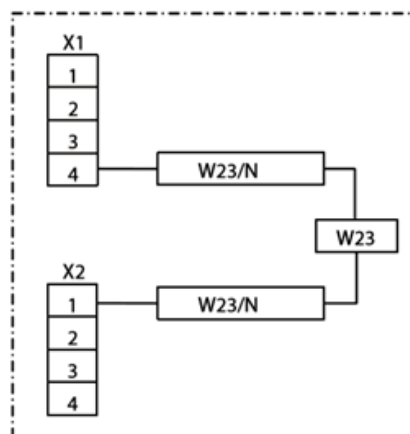
Ef tilvísunarkerking fyrir hlutinn er V1B2C3 þá verður viðbótarkerking strengsins V1B2C3W23.

Ef þörf er á má bæta við merkingu strengsins með táknerkingu.

Táknerkingin sem ráðlögð er í ÍST EN 62491 er sú sem ráðlögð er samkvæmt staðli fyrir táknskráningu, ÍST EN 61175.

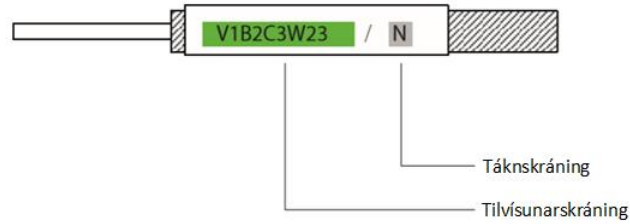
Í ÍST EN 61175 er vísað til ákveðinna tákna í ÍST EN 60445, sjá kafla 5.3.

Mynd 41 sýnir dæmi um streng með táknerkingu.



Mynd 41 Samsett strengmerking með táknerkingu.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

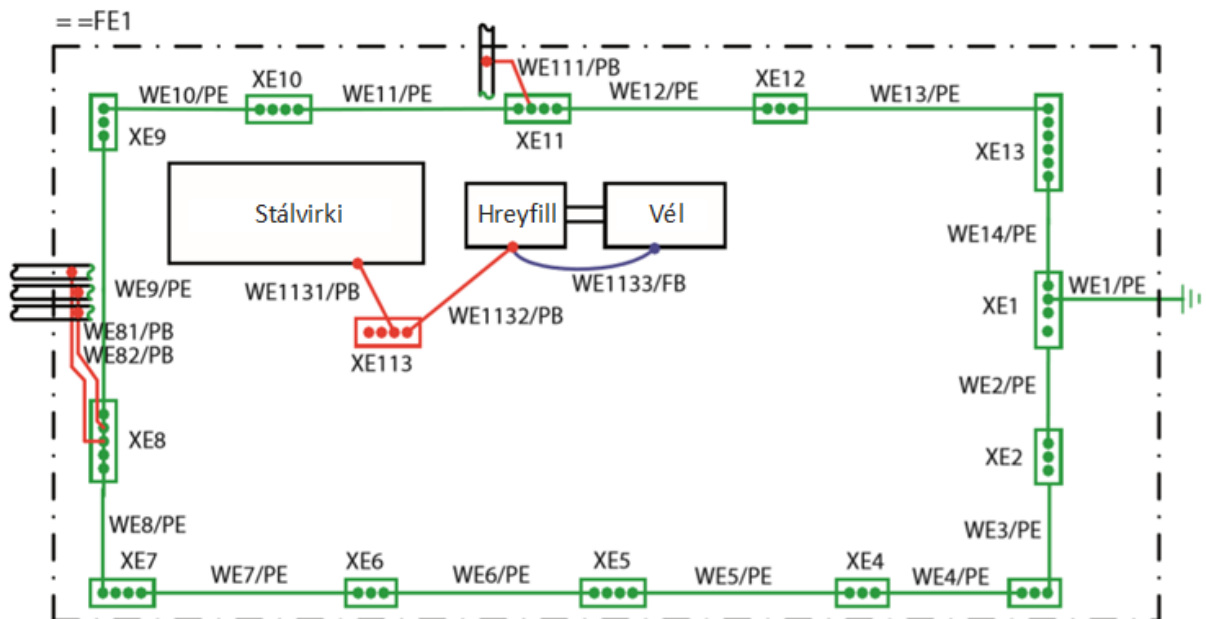


Mynd 42 - Viðbótarmörking með tilvísunarskráníngu og táknskráníngu.

### 5.6 Svæði með merkingum á skinnum og leiðurum

Byggingin sjálf er eitt svæði. Tilvísunarskráníngar fyrir svæði er FE. Skráníng fyrir skinnur (tengiklemmur) er XE og fyrir leiðara er notað WE með þar á eftir hlaupandi tölum.

Heildar viðbótarskráníng með tilvísunarskráníngu og táknskráníngu fyrir leiðara frá spennujöfnunarklemmu XE113 að stálvirki er = FE1WE1131/PB.



Mynd 43 Svæði með tilvísunarskráníngu og táknskráníngu.

## 6 Skráning gagna

### 6.1 Almennt

ÍST HB 200 greinir frá því í kafla 514.5 að skráning gagna skuli byggja á eftirtöldum stöðlum:

- ÍST EN 61082 Reglur um skráningu gagna í raftækni
- IEC 60617 Gagnagrunnur yfir grafísk tákni fyrir teikningar og tengimyndir

Í SEK Handbók 439, Skráning gagna í iðnaði, er á auðskilinn hátt sagt nánar frá innihaldi staðlanna.

Við skráningu gagna í spennujöfnunarkerfum skal hér sem í öðrum kerfum athyglinni beint að þörfum notenda vegna viðhalds og reksturs. Skráning gagna skal þess vegna vera aðlöguð skráningu annarra raflagna á staðnum.

Þau gögn sem mikilvægust eru fyrir skráningu gagna í spennujöfnunarkerfum eru: Listi yfir gögn, Yfirlitstafla, Staðsetningarteikning, Efnislisti, Merkingalisti og Strengjalisti.

Dæmi um skráningu gagna fyrir spennujöfnunarkerfi má sjá í kafla [9.10](#).

### 6.2 Merkingar gagna

Á merkingu gagna skal koma fram innihaldslýsing og hvaða hlut skráningin fjallar um. Í merkingu gangana skal samkvæmt ÍST EN 61355 eftirfarandi koma fram:

Hlutaskráning & skjalakóði gagna.

Táknið & er notað sem aðskilnaðarmerki milli hlutaskráningar og skjalakóða gagna.

Dæmi um hlutaskráningar er tilvísunarskráning, gerðarskráning, lotunúmer og nafn.

Að neðan er sýndur úrdráttur um skjalakóða gagna í ÍST EN 61355

Tákn:	Skráning:
AB	Skráningarlisti
FA	Yfirlitslisti
LH	Staðsetningarteikning byggingar
PB	Þáttalisti, Merkjalisti
MB	Strengjalisti

Merking gagna vegna yfirlitslista fyrir svæði FE1 er = = FE1&FA.

## 7 Fyrirmæli

### 7.1 Fyrirmæli um rafmagnsöryggi

#### 7.1.1 Almennt

Raflögn skal vera þannig úr garði gerð að rafmagnsöryggis sé tryggilega gætt, ekki síst skal öryggis gætt gagnvart einstaklingum, að þeir verði ekki fyrir skaða af völdum rafmagns.

Talið er að rafmagnsöryggiskröfur séu uppfylltar ef raflögnin er gerð samkvæmt reglugerð um raforkuvirki nr. 678/2009 með áorðnum breytingum.

#### 7.1.2 Lágspennulagnir (< 1000 V)

Fara skal náíð eftir raflagnastöðlum í evrópskum samræmingargögnum ÍST HD 384 og ÍST HD 60364 staðlaröðunum. ÍST HB 200 er íslensk þýðing á ÍST HD 60634 staðlaröðinni. Frágangur tengibúnaðar fylgir staðlinum ÍST EN 61439.

## 7.2 ESB tilskipanir

### 7.2.1 Nýaðferðartilskipanir, „The new approach“

Höfuðeinkenni rammaverksins eru eftirfarandi:

- Innihald fyrirmælanna eru takmörkuð við grundvallarkröfur um öryggi.
- Nauðsynlegar tæknilegar leiðbeiningar koma fram í stöðlum.
- Gert er ráð fyrir að búnaður sem er framleiddur samkvæmt samræmdum staðli uppfylli grundvallarkröfur um öryggi sem krafist er í reglugerðunum. Opinberir listar yfir þessa staðla eru gefnir út af Evrópuráðinu
- frjálst er að nota og fara eftir stöðlum

Ath.: Skylt er að nota og fara eftir reglugerðunum

Aðlögun tilskipanna í regluverki er skýrð í kafla 9.11.

#### 7.2.2 Rafföng sem notuð eru við lága spennu LVD

Heiti Lágspennutilskipunar ESB er þýtt „Rafföng sem notuð eru við lága spennu“ og er birt í Reglugerð um raforkuvirki númer 678/2009.

Mikilvægur staðall sem greinir frá ákvörðunum í ESB lágspennureglugerð, er ÍST EN 61439 Samsettar rof- og stýribúnaðareiningar fyrir lágspennu. Staðallin samhæfður með lágspennutilskipuninni.

#### 7.2.3 Rafsegulviðssamhæfi (EMC tilskipun)

Íslenska reglugerðin til uppfyllingar Rafsegulviðssamhæfis tilskipunar ESB er kölluð Reglugerð um rafsegusamhæfi og er númer 303/2018 og gildir um öll tæki og fastan búnað sem valdið getur rafsegultruflunum eða orðið fyrir áhrifum af slíkum truflunum.

Staðlar sem eru samhæfðir ESB tilskipunum í EMC tilskipun eru að hluta til almennir staðlar um rafmagnsumhverfi og að hluta til sérhæfðir búnaðarstaðlar.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

Almennu staðlarnir fyrir tæki í iðnaðarumhverfi eru fyrir ónæmi samkvæmt ÍST EN 61000-6-2 og útgeislunarkröfur í ÍST EN 61000-6-4.

Ath.: Auk þess eru almennir staðlar, varðandi ónæmi (ÍST EN 61000-6-1) og útgeislun (ÍST EN 61000-6-3) fyrir íbúðar-, verslunar og smáiðnaðarumhverfi.

Ef til staðar eru sérstakir staðlar fyrir einhverja vöru þá gilda þeir, en ef slíkir staðlar eru ekki til skal miða við almennu staðlana.

Tæki sem er smíðað sérstaklega fyrir tiltekna fasta uppsetningu þarf ekki að uppfylla kröfur sem gilda um tæki sem er ætlað að vera aðgengilegt á markaði.

Fyrir slík tæki skal þó, eins og fyrir önnur tæki útbúa skráningarskjöl. Í skjölunum skal eftirfarandi koma fram:

- hvaða öryggisráðstafana þarf að taka tillit til þegar búnaðurinn er settur upp í fastri raflögn.
- upplýsingar um föstu raflögnina og eiginleika hennar hvað varðar rafsegulsviðssamhæfi.
- upplýsingar sem lýsa búnaði og gefa upp nafn framleiðanda og heimilisfang

Auk þess skulu vera til staðar skjöl fyrir föstu raflögnina með framangreindum upplýsingum sem og „faglegu aðferðafræðinnar“ varðandi EMC eiginleikana sem beitt var við hönnun raflagnarinnar.

„Faglega aðferðafræðin“ er ekki skilgreind, en hana má túlka þannig að raflögn eða búnað skal útfæra með fullnægjandi hætti til að standast rafsegulsviðssamhæfi búnaðar, bæði innan lagnarinnar sjálfrar og út á við.

### 7.2.4 Vélatilskipunin, MD

Íslensk reglugerðin til uppfyllingar Vélatilskipunarinnar heitir Reglugerð um vélar og tæki og er númer 1005/2009.

Mikilvægasti staðallinn sem kemur á framfæri reglum varðandi ESB vélatilskipunina er ÍST EN 60204-1 - Öryggi véla - Rafbúnaður iðnaðarvéla - Hluti 1: Almennar kröfur.. Staðallinn ÍST EN 60204-1 er samhæfður vélatilskipuninni og einnig lágspennutilskipuninni.

## 7.3 CE - Merking

### 7.3.1 Almennt

Áður en búnaði er komið á markað í fyrsta sinn þarf að skilgreina búnaðinn, bæði raunverulega uppbyggingu hans og lagalega þætti. Skilgreiningin skal brúa bilið milli framleiðanda hráefnis eða fulltrúa hans, frá einum tengilið í EES til næsta, þannig að augljóst sé að framleiðslusaga og viðskiptakeðja búnaðar uppfylli öryggis- og varnarkröfur sem í gildi eru innan EES svæðisins. Þegar viðurkenndur framleiðandi hefur staðfest öryggi vörunnar og uppfyllt skráningu má merkja vöruna með CE - merki.

Almennar grunnkröfur varðandi öryggi og varnarkröfur eru skilgreindar í ESB reglum og samsvarandi íslenskum reglum.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

Það er á ábyrgð framleiðanda eða hans fulltrúa að komast að því hvaða kröfur eru gerðar til öryggis- og varnaraðgerða á vöru þeirra, ganga úr skugga um að varan uppfylli þessar kröfur og tryggja að öll framleiðsla og eftirlit fari fram á þann hátt að allar vörur sem afhentar eru uppfylli þessar öryggis- og varnarkröfur.

CE-merkið sýnir að framleiðandinn hefur gefið út yfirlýsingu um að varan uppfylli öll ákvæði sem sett eru á hana á grundvelli viðeigandi tilskipana ESB. EMC tilskipunin gerir greinarmun á vörum (tækjum), sem eru fáanlegar á markaði og föstum lögnum. Fastar lagnir þurfa hvorki að vera CE merktar né tæki sem eru sérstaklega framleidd fyrir sérstaka fasta uppsetningu.

### 7.3.2 Eftirlit

Samkvæmt lágspennutilskipuninni skulu opinberir eftirlitsaðilar innan ESB [og EFTA] sjá til þess að þær vörur sem boðnar eru á markaði skulu vera framleiddar með hliðsjón af gildandi öryggiskröfum á EES – svæðinu. Á Íslandi er það Neytendastofa sem ber ábyrgð á eftirliti samkvæmt tilskipun um Rafföng sem notuð eru við lága spennu- og HMS (Húsnæðis og mannvirkjastofnun sem ber ábyrgð á eftirliti samkvæmt Rafsegulsviðssamhæfistilskipuninni (EMC – tilskipun).

Til þess að HMS og Neytendastofa geti uppfyllt kröfur um eftirlit getur það farið fram á framleiðslugögn sem nauðsynleg eru vegna þessa, t.d. tæknilegan rökstuðning vegna CE – merkingar. Ef eftirlitsstofnun kemst að raun um að tiltekin vara uppfylli ekki gildandi öryggis- og varnarkröfur samkvæmt lágspennu- og EMC – tilskipunum er hægt að banna framleiðanda vörunnar eða fulltrúa hans s.s. söluaðila að selja vöruna og hún innkolluð af markaði

Brot gegn ákvæðum reglugerðar og reglum og fyrirmælum sem sett eru með stoð í henni, varða sektum nema þyngri refsing liggja við að lögum.

### 7.3.3 Skráning gagna

Til þess að eftirlitsaðilar geti sannreynt hvaða öryggis- og varnarkröfur framleiðandi ábyrgist að uppfylla með CE – merkingunni þarf framleiðandi að skrá svokallaða ESB – yfirlýsingu um samræmi. Þar er vörunni stuttlega lýst og greint frá hvaða tilskipunum, fyrirmælum og samræmingarstöðlum er fylgt í framleiðslunni.

ESB – yfirlýsing um samræmi skal vera aðgengileg innan fárra daga óski eftirlitsaðili eftir að sjá slíka lýsingu.

Tæknilega skráningu gagna fyrir vörur og tæki skal framleiðandi eða hans fulltrúi geyma í tíu ár eftir að framleiðslu hlutar lýkur. Skráningin skal geyma nákvæma lýsingu á hlutnum, nafn og heimilisfang framleiðanda eða fulltrúa hans innan EES, framleiðsluteikningar, afrit af ESB – yfirlýsingu um samræmi og skráningu sem staðfestir að farið sé eftir ESB öryggislýsingu og að mögulegum samræmingarstöðlum sé fylgt, t.d. prófunarskýrslur.



## 8 Staðlar

### 8.1 Almennt

Reglugerð nr 678/2009 um raforkuvirki vísar beint til ÍST HD 60364 staðlaraðarinnar

Ath: Ef ekki var til íslensk þýðing á titli eftirfarandi staðla hjá Staðlaráði Íslands, er notast við enskt heiti staðalsins ásamt þýðingu þýðenda þessarar handbókar.

### 8.2 Grunnstaðlar

ÍST HD 60364	Lágspenntar raflagnir/Raflagnir bygginga
ÍST HB 200	Raflagnir bygginga – Handbók – Samantekt þýðinga á stöðlum úr staðlaröðinni ÍST HD 60364
ÍST EN 61439-1	Samsettar rof- og stýribúnaðareiningar fyrir lágspennu - Hluti 1: Almennar reglur
ÍST EN 60204-1	Öryggi véla - Rafbúnaður iðnaðarvéla - Hluti 1: Almennar kröfur

### 8.3 Staðlar fyrir rafsegulsviðssamhæfi

Til eru yfir 100 EMC -staðla fyrir rafsegulsviðssamhæfi . Mikilvægustu staðlarnir fyrir tæki í iðnaði eru:

ÍST EN 61000-6-1	Rafsegulsviðssamhæfi - Hluti 6-1: Almennir staðlar - Ónæmi fyrir íbúðar-, verslunar- og smáiðnaðarumhverfi.
ÍST EN 61000-6-2	Rafsegulsviðssamhæfi - 6. hluti: Almennir staðlar - 2. þáttur: Ónæmi fyrir iðnaðarumhverfi.
ÍST EN 61000-6-3	Rafsegulsviðssamhæfi (EMC) - Hluti 6-3: Almennir staðlar - Útgeislunarstaðall fyrir íbúðarumhverfi.
ÍST EN 61000-6-4	Rafsegulsviðssamhæfi (EMC) - Hluti 6-4: Almennir staðlar - Útgeislunarstaðall fyrir iðnaðarumhverfi.

### 8.4 Staðlar fyrir varnir gegn eldingum

ÍST EN 62305-1	Varnir gegn eldingum – Hluti 1: Almennt.
ÍST EN 62305-2	Varnir gegn eldingum – Hluti 2: Áhættumat.
ÍST EN 62305-3	Varnir gegn eldingum – Hluti 3: Varnir gegn skemmdum á byggingum og slysum á fólki.
ÍST EN 62305-4	Varnir gegn eldingum - Hluti 4: Vörn fyrir raftæknilegan búnað og rafeindabúnað í byggingum.

---

**Spennujöfnun raflagna í iðnaði**


---

## 8.5 Staðlar fyrir rými með sprengihættulegar lofttegundir

ÍST EN 60079-14 Explosive atmospheres - Part 14: Electrical installations design, selection and erection.

## 8.6 Staðlar fyrir merkingar og skráningu gagna

ÍST EN IEC 81346 Iðnaðarkerfi, uppsetningar og búnaður og iðnaðarafurðir - Grundvallarreglur um skipulagningu og tilvísunarkerkingar

ÍST EN 61082 Samning skjala sem notuð eru í raftækni.

ÍST EN 61666 Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Identification of terminals within a system.  
*Þýðing: Iðnaðarkerfi, uppsetningar og búnaður og iðnaðarafurðir - auðkenning tengipunkta innan kerfis.*

ÍST EN 62023 Structuring of technical information and documentation.  
*Þýðing: Uppbygging tæknilegra upplýsinga og skráning gagna.*

ÍST EN 61355 Classification and designation of documents for plants, systems and equipment.  
*Þýðing: Flokkun og auðkenning gagna fyrir virki, samstæður og búnað.*

ÍST EN 62027 Preparation of object lists including parts lists.  
*Þýðing: Framsetning viðfangalista og tækjalista.*

ÍST EN 62491 Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Labelling of cables and cores  
*Þýðing: Iðnaðarkerfi, uppsetningar og búnaður og iðnaðarafurðir - merkingar strengja og víra í strengjum.*

ÍST EN 61175 Industrial systems, installations and equipment and industrial products, designation of signals.  
*Þýðing: Iðnaðarkerfi, uppsetningar og búnaður og iðnaðarafurðir, auðkenning merkja.*

IEC 60617 Raftæknitákn - Staðlar úr staðlaröðinni ÍST EN 60617 Graphical symbols for diagrams (part 2-11) eru fallnir úr gildi

ATH.: IEC 60617 er gefinn út sem gagnagrunnur og er aðgengilegur á heimasíðu IEC, <http://std.iec.ch/iec60617> . Hann hefur ekki fengið viðurkenningu sem staðall en er samt samkvæmt ákvörðun sá staðall sem notaður er í Evrópu.

## 9 Nánari skilgreiningar

### 9.1 Eldri reglur til að tryggja rafmagnsöryggi

(Að hluta til tekið úr Handbók 413 og endurbætt)

Rafmagnsöryggi á Íslandi hefur lengi byggt á nokkrum grunnhugmyndum. Ein þeirra er að spennuhafa hlutir skulu varðir gegn snertingu með einangrun, innbyggðir í hjúp eða vera staðsettir þannig að þeir séu ósnertanlegir við eðlilegar aðstæður. Snertanlegir leiðandi hlutir, rafmagnsefni, sem við bilun geta orðið spennuhafa (berir leiðnir hlutir) skulu annað hvort vera þannig einangraðir að þeir fái ekki hættulega spennu, vera það sem kallað er með tvöfalda einangrun, eða vera varnarjarðaðir með varnarleiðara sem er tengdur matandi núllpunkti kerfisins. Bilun þar sem ber leiðinn hlutur verður spennuhafa gefur tilefni til skammhlaupsstraums sem veldur því að varnarbúnaður, t.d. öryggi leysa út og aftengja bilunina og hættulegan hluta búnaðar.

Ef upp kemur einangrunarbilun eða yfirspenna í kerfi þá myndast, þrátt fyrir varnarjarðbindingu, spennunumur - spenna milli mismunandi leiðinna hluta í kerfinu. Slík spenna getur orðið á milli berra leiðinna hluta á aðskildum jarðbundum rafbúnaði og einnig á milli berra leiðna hluta í rafbúnaði og leiðandi hluta sem ekki tilheyra raflögninni, en eru í sambandi við jörð.

Óskildir leiðnir hlutar geta verið tengdir mismunandi jarðleiðnipunktum og þess vegna verið spennunumur milli þeirra. Rafdreifikerfi er jarðað í núllpunkti spennis í matandi netinu, fjarskiptakerfi jörðuð í fjarskiptastöðvum og leiðnir hlutir bygginga geta verið bundnir til staðarjarðar. Ef upp kemur bilun getur hún haft mismunandi áhrif á hina ýmsu jarðleiðnipunkta og milli þeirra myndast spennunumur. Spennunumurrinn færast yfir í mannvirkni með lögnum. Í mannvirkinu verður þannig til spennunumur sem getur skapað hættulega snertispennu og einnig orðið til þess að skaða raflögn og tengdan rafbúnað.

Heppileg aðferð til að hafa vald á hættulegum og skaðlegum snertispennum er spennujöfnun.

### 9.2 Stækkun eða breyting á eldri raflögnum

#### 9.2.1 Nýjar raflagnir

Vegna varnarástæðna, er þess krafist í nýjum byggingum, þar sem vörnin byggist á sjálfvirku rofi frá mötun, að til staðar sé spennujöfnun, sjá nánar kafla [2.2](#).

Jarðskautsleiðari skal tengdur til aðaljarðtengiklemmu og einnig leiðnir hlutir sem koma inn í byggingu, ytri leiðnir hlutir og járnbindingu í gólfi, veggjum og þaki byggingar.

Af rekstrartæknilegum ástæðum getur verið nauðsynlegt að útbúa rekstrarspennujöfnun til að komast hjá spennunum milli staða þar sem útbúnaður er staðsettur í byggingu, sjá nánar í kafla [2.3](#).

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

Varnar- og rekstrarspennujöfnun má gera með raftæknilegri sambindingu leiðandi hluta byggingar, s.s. járnabindingu, stálbitum og röralögnum með útbúnaði í byggingu. Með þessu er gerð spennujöfnun.

### 9.2.2 Fyrirmæli HMS

Sjá verklagsreglu HMS, VLR 3.015 *Skoðun/úttekt á neysluveitum í rekstri*.

### 9.2.3 Ráðlögð framkvæmd

Ef breytingar eða stækkun rafkerfis í iðnaðarhúsnæði eru svo umfangsmiklar að tengitöflur sem mata nýja kerfishluta, hreyfla og vélar, þurfa nýja mötun skal rafkerfið standast nýjustu reglugerð og vera útbúið spennujöfnunarkerfi til varnarspennujöfnunar.

Ef ný mötun gefur tilefni til spennujöfnunarstrauma í eldri raflögn, og þar með möguleika á hættulegum spennumun, þarf einnig að varnarspennujafna þann hluta raflagnar.

Ef breytingar í iðnaðarraflögn eru minni en svo að breyta þurfi mötun töflubúnaðar sem hreyflar og vélbúnaður er tengdur frá, þarf ekki að útbúa kerfi til varnarspennujöfnunar.

Við endurbyggingu eða stækkun raflagnar fyrir iðnað með sambyggingu nýrrar og eldri raflagnar skal skoða hvort nauðsynlegt sé spennujafna alla raflögnina með rekstrarspennujöfnun til að tryggja öruggan rekstur.

Ath.: Þegar þarf að spennujafna bæði af varnar- og rekstrarástæðum er þetta sameinað í einum spennujöfnunarleiðara, sjá kafla [2.3.11](#).

### 9.2.4 Spennujafnað í eldri kerfum

Stærsti munurinn á að spennujafna í nýlögnum á móti eldri kerfum er sá að í nýbyggingu er hægt að nýta járnabindingar húsnæðisins, sem net til raftæknilegrar tenginga milli leiðinna hluta og útbúnaðar í byggingunni.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

Í eldri raflögn er oft ekki hægt að koma við jarðbindingu við járnalögn (steypustyrktarjárn) hússins. Þá verður að útbúa tengingar með öðrum hætti.

Ráðlögð framkvæmd vegna uppbyggingar á spennujöfnunarneti er:

- Aðaljarðtengiklemman skal staðsett nærri þeim stað sem jarðskautaleiðarinn kemur inn í bygginguna.
- Auka jarðtengiklemmum er komið fyrir á þeim stöðum sem lagnir koma inn í bygginguna. Klemmurnar skulu samtengd aðaljarðtengiklemmunni með spennujöfnunarleiðara, þannig að leiðarinn myndi hring. Með þessu móti er svæði aðaljarðtengiklemmunnar stækkað með aðalhringjarðtengijarðleiðaranum, sjá nánar í kafla [3.2.2](#).
- Spennujöfnunartengiklemmum er komið fyrir á heppilegum stöðum, á súlum, veggjum og stálvirkjum, nálægt þar sem búnaði er komið fyrir.
- Búið er til möskvakerfi með því að spennujöfnunarleiðarinn er dreginn milli jarðtengiklemmanna og spennujöfnunarklemma og einnig milli spennujöfnunarklemma.
- Gildleiki spennujöfnunarleiðara er valin samkvæmt leiðsögn í kafla [2.2.2](#), sjá einnig kafla [9.9](#).
- Ef ein eða fleiri kerfisjarðir eru tengdar aðalhringtengijarðleiðaranum er leiðarinn sem bindur saman klemmurnar ekki talin til spennujöfnunarleiðara, heldur er hann varnarjarðleiðari. Gildleiki leiðara milli aðaljarðtengiklemmu og jarðtengiklemma og einnig milli jarðtengi, er þá valinn sem varnarjarðleiðari.

### 9.2.5 Truflanastýring í eldri kerfum

Við uppbyggingu eða stækkun raflagna í iðnaði verða nýju raf- og rafeindakerfin að geta starfað hlið við hlið við núverandi kerfi án þess að trufla hvort annað. Kerfin skulu heldur ekki truflast af umhverfinu.

Hættan á truflunum er stjórnað í nýju lögninni með því að skipta henni í rafsegulssviðssvæði. Sama tækni er hægt að nota í eldri kerfum eins og fram kemur í köflum [2.3.2](#), [2.3.3](#), [3.2.7](#) og [9.4](#)

Þegar breyta á eldri raflögn geta nýjar og eldri lagnaleiðir, svo sem strengbakkar verið notaðir til rekstrarjarðbindingar, sjá kafla [2.3.4](#)

## 9.3 Kerfisjörð

### 9.3.1 Almennt

Kerfisjörð er skilgreind sem rekstrar- og varnarjörð eins eða fleiri punkta í dreifikerfi, t.d. jarðbinding á núllpunkti spennis.

Mismunandi gerðir kerfisjarða eru gerð skil í kafla 312 í ÍST HB 200.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

Mismunandi gerðir kerfisjarða eru auðkenndar með bókstöfum. Innihald merkinganna er eftirfarandi:

Fyrsti bókstafurinn skýrir samband kerfisins við jörð:

- T = bein tenging á einum punkti við jörð
- I = allir spennuhafa hlutar einangraðir frá jörð eða einn punktur jarðtengdur í gegnum hátt samviðnám

Annar bókstafurinn skýrir samband milli snertanlegra leiðinna hluta og jarðar:

- T = bein rafmagnsleg tenging snertanlegra leiðinna hluta og jarðar, óháð gerð kerfisjarðteninga.
- N = bein rafmagnsleg tenging milli snertanlegra leiðinna hluta og þess punkts rafdreifikerfisins sem er með beina tengingu við jörð (í riðstraumsneti er venjulega um að ræða N-punkt kerfisins eða fasaleiðara ef N-punkturinn er ekki aðgengilegur)

Viðbótar þriðji bókstafur/stafir (ef einhverjir eru) skýrir sambandið milli N-leiðara og varnarleiðara:

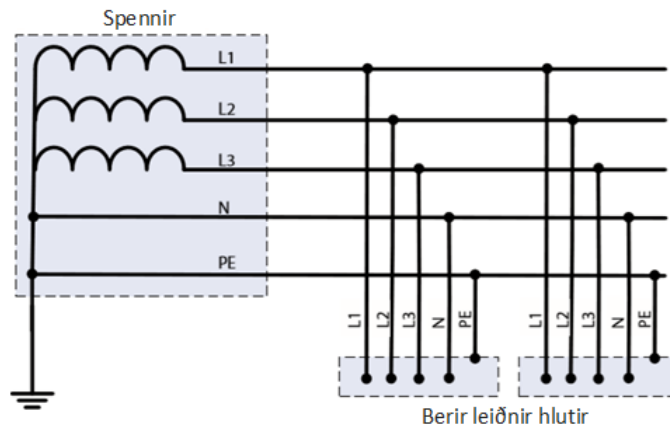
- S = varnarhlutverkið annast leiðari sem er aðskilinn frá N-leiðara kerfisins eða frá jarðtengdum fasaleiðara (ef notaður eru jarðtengdur fasaleiðari sem kerfisjarðenging í riðstraumskerfi)
- C = N-leiðari og varnarleiðari eru sameinaðir í einn leiðara (PEN-leiðara)

### 9.3.2 TN kerfi

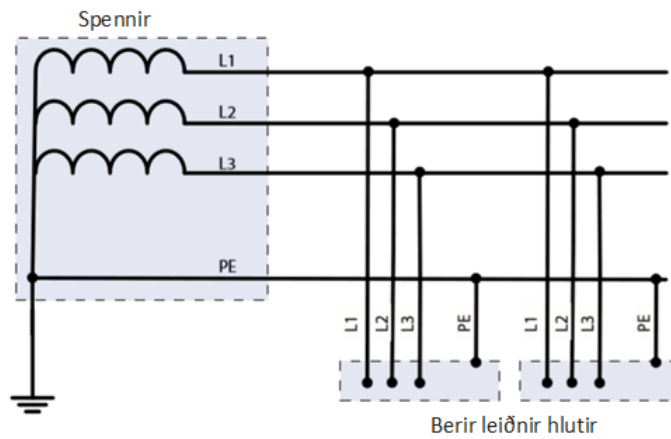
TN-kerfi eru með einn punkt við aflagjafa beint jarðbundinn og berir leiðnir hlutar raflagnar eru tengdir þessum punkti með varnarleiðara. Skilgreina má þrjú mismunandi TN-kerfi, allt eftir því hvernig N- og varnarleiðara er komið fyrir:

- TN-S kerfi, þar sem núllleiðari (N) og varnarleiðari (PE) eru í aðskildum leiðurum.
- TN-C-S kerfi, þar sem núll- og varnarleiðari eru sameinaðir í einum leiðara í hluta lagnarinnar.
- TN-C kerfi, þar sem núll- og varnarleiðari eru sameinaðir í inn leiðara í öllu kerfinu.

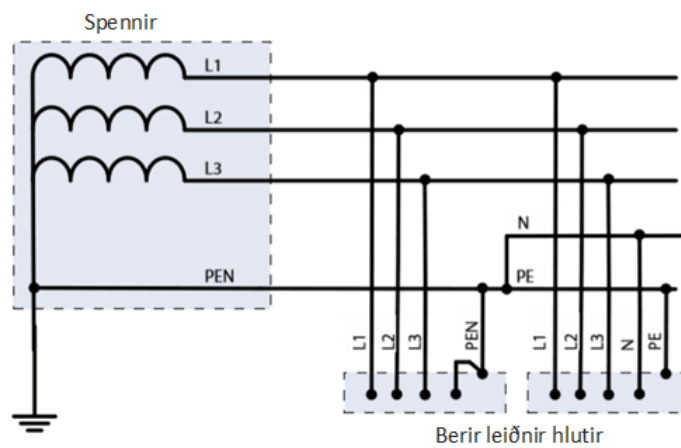
Spennujöfnun raflagna í iðnaði



Mynd 44 - TN-S kerfi.



Mynd 45 - TN-S kerfi án núllleiðara.

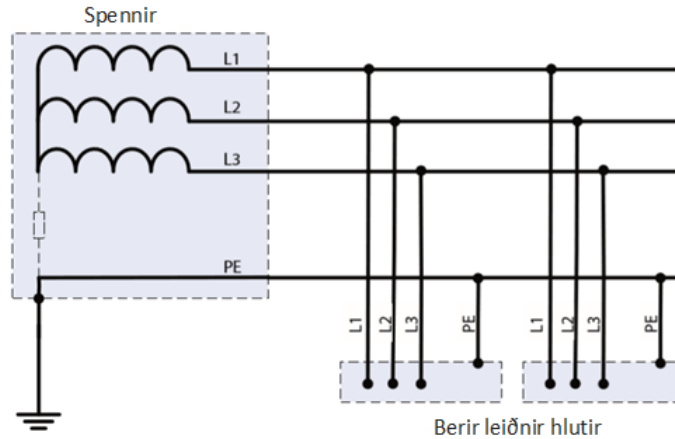


Mynd 46 - TN-C-S kerfi.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

### 9.3.3 IT kerfi

IT – dreifikerfi hefur enga beina tengingu milli spennuhafa hluta og jarðar. Dreifikerfið er tengt til jarðar í einum punkti með nægjanlega háu samviðnámi<sup>20</sup>. Berir leiðni hlutir í raflögninni eru tengdir til jarðar með varnarleiðara.



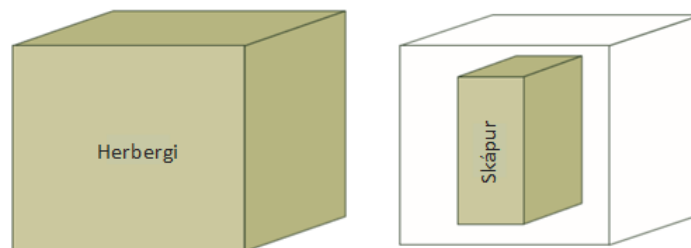
Mynd 47 - IT – kerfi.

## 9.4 Svæði

### 9.4.1 Almennt

Eitt svæði er raftæknilegt þrívíddarrúmmálssvæði sem er lokað. Mörk svæðis geta verið sýnileg eða ósýnileg. Afmörkun svæðis, svæðismörkin, er ætlað að takmarka rafsegulmagnaðar tengingar á milli rása á báðar hliðar (innan og utan) við svæðamörkin.

Takmörkun tengingar má koma til leiðar með ýmsum hætti, t.d. fjarlægðarskilnaði, afskermun, strenglögð nálægt stálvirki og með síun.



Mynd 48 - Dæmi um svæði í formi herbergis þar sem veggir eru svæðamörk og svo í formi skáps sem komið er fyrir á öðru svæði, þar sem fjarlægðarskilin marka svæðamörkin.

<sup>20</sup> Tengingin getur verið t.d. við núllpunktinn, hinn tilbúna núllpunkt eða við einn fasaleiðara.



## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

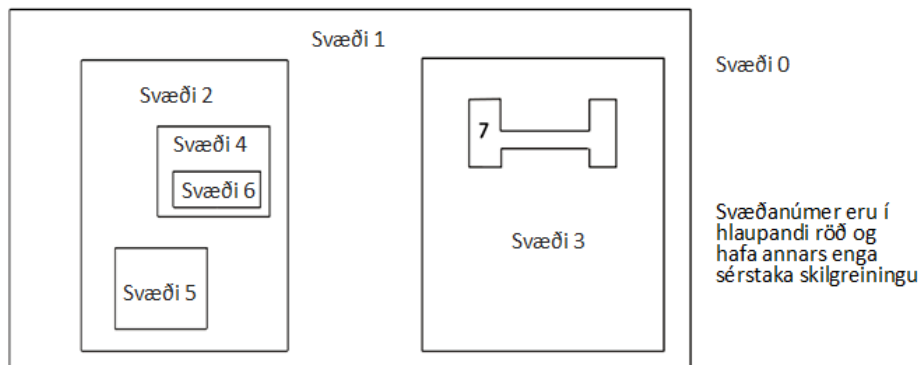
### 9.4.2 Svæðaskipting

Tilgangur svæðaskiptinga er að útbúa ákveðið rafsegulmagnað umhverfi, fylgt er ströngustu reglum um leyfilegan straum-, spennu- og sviðstyrk, óháð því hvar orkustöðin er staðsett.

Kröfurnar til rafsegulmagnaðs umhverfis eru ákveðnar að hluta vegna útbúnaðar á svæðinu og að hluta af hinu svæðisbundna rafsegulmagnaða umhverfi.

Svæðaskiptingin er ákveðin þannig að heppilegt raftæknilegt umhverfi er skilgreint fyrir hvert svæði. Raftæknilega umhverfið er valið með tilliti til tækjabúnaðar sem er ráðandi á svæðinu. Viðkvæmur eða truflandi tækjabúnaður er aðlagður umhverfi svæðisins t.d. með afskermun og síun. Séu fleiri tæki sem þarfnast aðlögunar má útbúa sérstakt svæði fyrir þau.

Svæði geta verið lítil að umfangi, t.d. innbyggð í skáp eða stór að umfangi t.d. heil bygging. Svæði getur verið í hvaða mynd sem er, t.d. gætu tveir skápar verið sambundnir með sama strengskerm og þannig myndað eitt svæði. Svæði geta verið staðsett innan annarra svæða eða náð utan um annað svæði.



Mynd 49 - Dæmi um svæðaskiptingu.

### 9.4.3 Svæðamörk

Jaðaryfirborð svæðis er einnig nefnd svæðamörk.

Svæðamörk geta verið í formi hefðbundinna rafsegulmagnaðra skerma, t.d. málmboxa eða – skápa, innan málmveggja eða málmnets, en getur verið næstum hvað sem er, eitthvað sem dempar tengslin milli rása.

Einangrun, fjarlægð og nálægð rása við málmhjúpa auk síunar og yfirspennuvarnar eru einnig dæmi um birtingarmynd svæðamarka. Sambland mismunandi ráðstafana er venjulega krafist til að ná fullkomnum svæðismörkum.

Með svæðamörkum er farið fram á takmörkun eða dempun truflana frá leiðslum og útgeislun, þannig að truflanir verði innan ásættanlegra marka. Dempunin samsvarar takmarkaðri virkni milli rása beggja megin svæðismarka.

Myndun svæðamarka getur verið háð bæði tíðni og magni. Vörn gegn eldingum getur t.d. verið óvirk gagnvart geislum frá fjarskiptasendingum.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

Ef lagnir, strengir og annar rafleiðandi búnaður þarf að fara um svæðamörk skal tengja lagnir (skammhleypa) við skerm svæðis eða fara í gegnum síu (skammhleypa eða rjúfa tíðnisvið á svæðamörkum). Sama gildir einnig fyrir jarðbindi- og spennujöfnunarleiðara.

### 9.4.4 Eldingavarnarsvæði

Í staðli ÍST EN 62305-4 má sjá svæði skilgreind til varna gegn eldingum.

Svæði utanhúss:

LPZ 0 Svæði þar sem búast má við ódempuðu segulmögnunarsviði frá eldingum og að útbúnaður geti orðið fyrir eldingarstraum með fullum eða hluta styrk.

Svæði innanhúss:

LPZ 1 Svæði þar sem straumtoppurinn er takmarkaður með straumdeilingu og með yfirspegnuvörn á svæðamörkum. Rýmisleg (þrívíddar) skermun getur takmarkað segulmögnunarsviðið frá eldingunni.

LPZ 2 ...n Svæði þar sem straumtoppurinn getur verið takmarkaður enn frekar með straumdeilingu og aukalega með yfirspegnuvörn á svæðamörkum. Nota má til viðbótar rýmislega skermun til að takmarka rafsegulsviðið frá eldingunni.

Kröfur um varnarkerfi fyrir rafsegulmagnaða eldingarpúlsa má lesa um í staðli ÍST EN 62305-4.

### 9.4.5 Að tengjast svæðinu

Straumur í varnarskermi leiðir til segulsviðs, óháð því hvort straumurinn stafi frá innviðum svæðis eða tengist skermi með leiðslum. Ef skermurinn á sér fleiri tengistaði við umhverfi getur straumur milli tengipunkta myndað segulsvið, fyrst og fremst þar sem skermurinn opnast og þar í kring.

Til þess að komast hjá óþarfa straumum í hlífðarskerm svæðis má t.d. velja einn tengistað fyrir allar tengingar. Í þessum tengistað tengjast þá strengjahlífar, strengjaskermar og yfirspegnuvarnir til hlífðarskerms svæðisins. Í byggingu er tengistaðurinn aðaljarðtengiklemman. Á sérstöku svæði er tengistaðurinn á rekstrarjarðtengibrettinu.

Lagnir, strengir, málmpípur og aðrir leiðandi hlutir sem fara um svæðamörk, án þess að tengjast hlífðarskermi eða eru ekki síuð, eyðileggja virkni hlífðarskerms.

Ef af einhverjum ástæðum reynist nauðsynlegt að tengja lagnir við skerm svæðis á fleiri en einum stað eykst álagið á skerminn, vegna aukinnar hættu á straumflæði milli tengipunktanna.

Ef nauðsynlegt er að nota fleiri tengistaði er áriðandi að sjá til þess að samviðnám milli tengistaða sé í lágmarki, m.ö.o. að sú leið sem straumurinn fer sé lágmrökuð og einnig skal þess gætt að lágmarka straum í rúnnum opum í hlífðarskermi.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

### 9.4.6 Samræming svæðaskiptinga

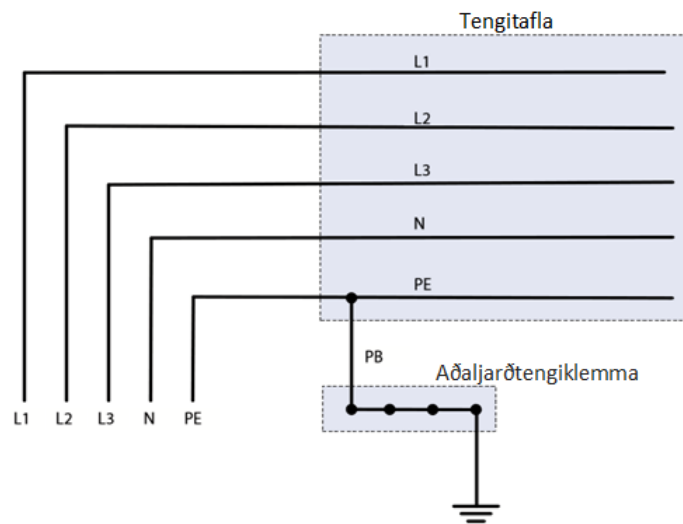
Þegar einu kerfi er deilt í svæði er nauðsynlegt að samræma þörfina milli raftæknilegra varnarsjónarmiða og sjónarmiða af rekstarástæðum.

Eitt kerfi getur aðeins haft eina rafsegulmagnaða svæðaskiptingu sem tekur tillit til beggja sjónarmiða, varnar og rekstrar.

Til þess að kerfið sé öruggt og truflanafrítt þarf að samræma jarðbindingu, spennujöfnun, rafsegulmagnaða skermun og síun.

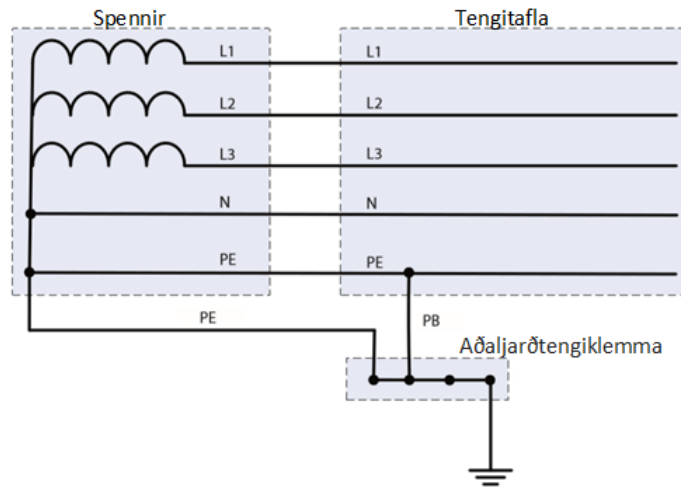
## 9.5 Skilgreining og heiti varnarleiðara

### 9.5.1 TN-S kerfi



Mynd 50 - TN-S kerfi án spennis í byggingu.

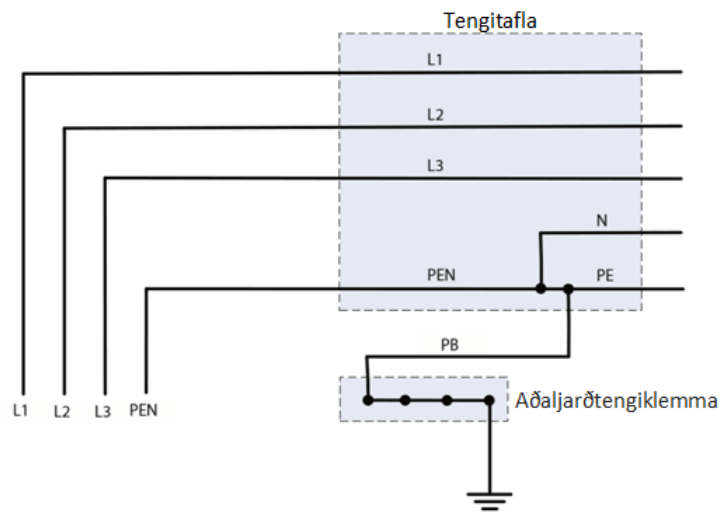
### Spennujöfnun raflagna í iðnaði



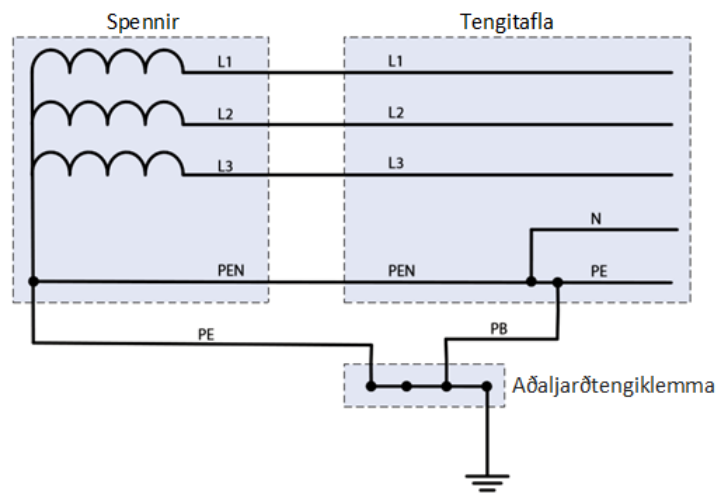
Mynd 51 - TN-S kerfi með spennu í byggingu.

Spennujöfnun raflagna í iðnaði

9.5.2 TN-C-S kerfi



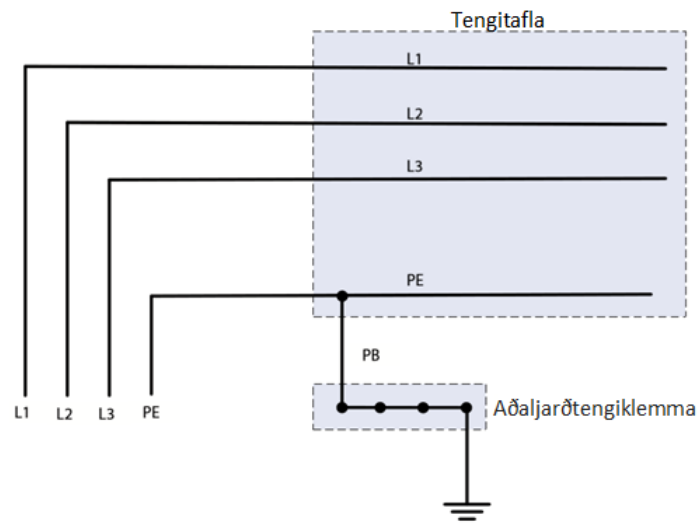
Mynd 52 - TN-C-S kerfi án spennis í byggingu.



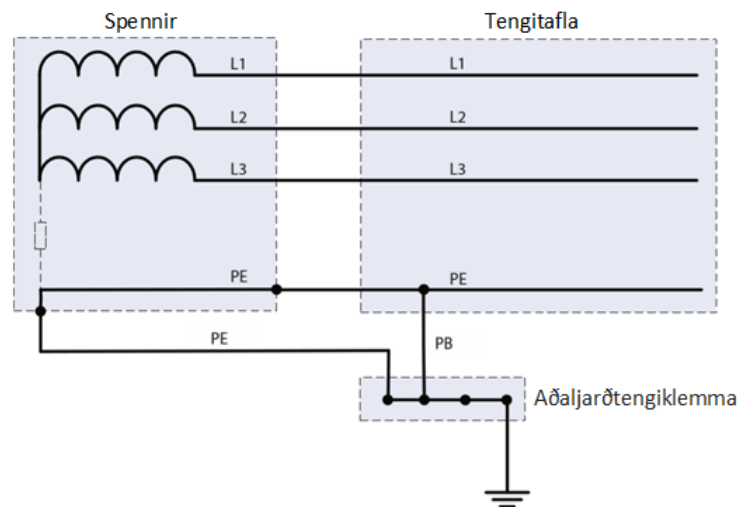
Mynd 53 - TN-C-S kerfi með spennu í byggingu.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

### 9.5.3 IT kerfi



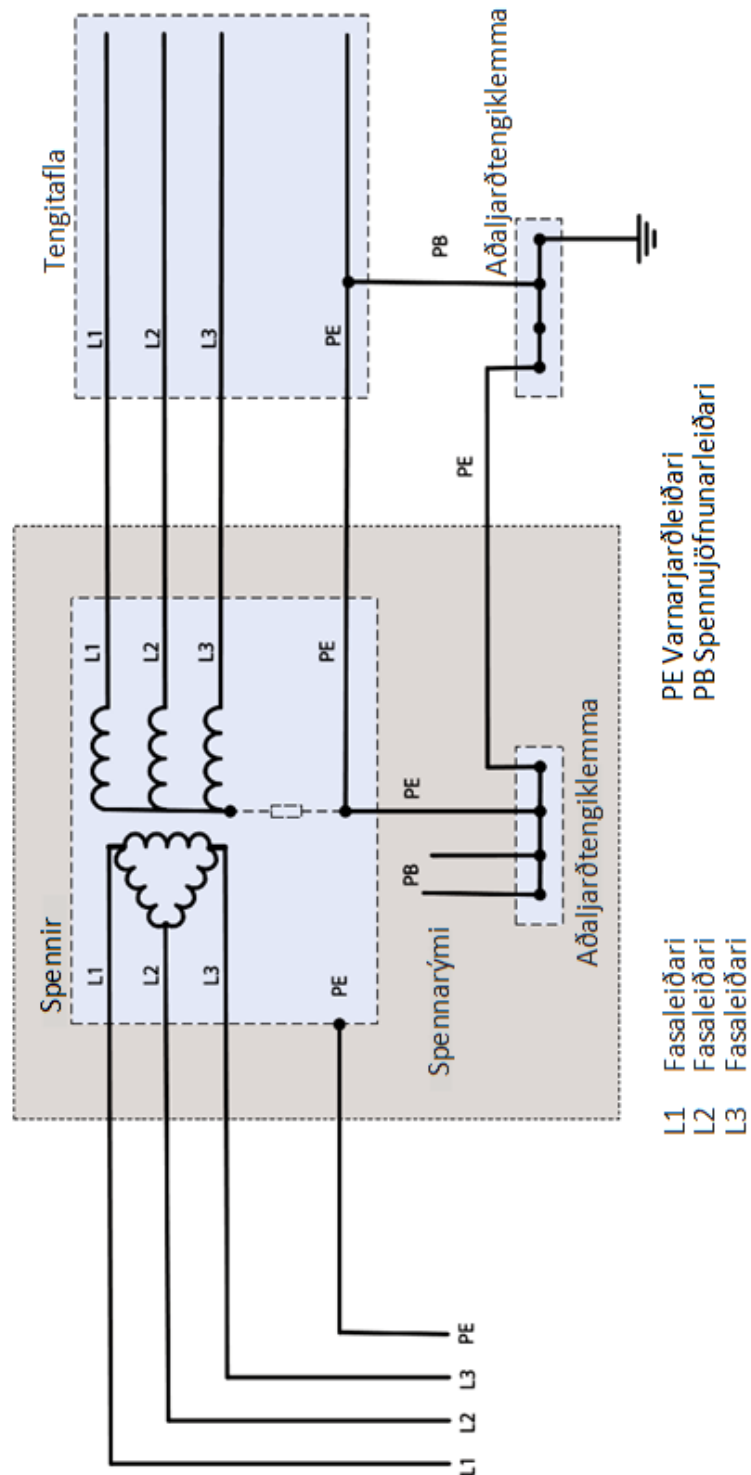
Mynd 54 - IT – kerfi án spennis í byggingu.



Mynd 55 - IT – kerfi með spennu í byggingu.

Spennujöfnun raflagna í iðnaði

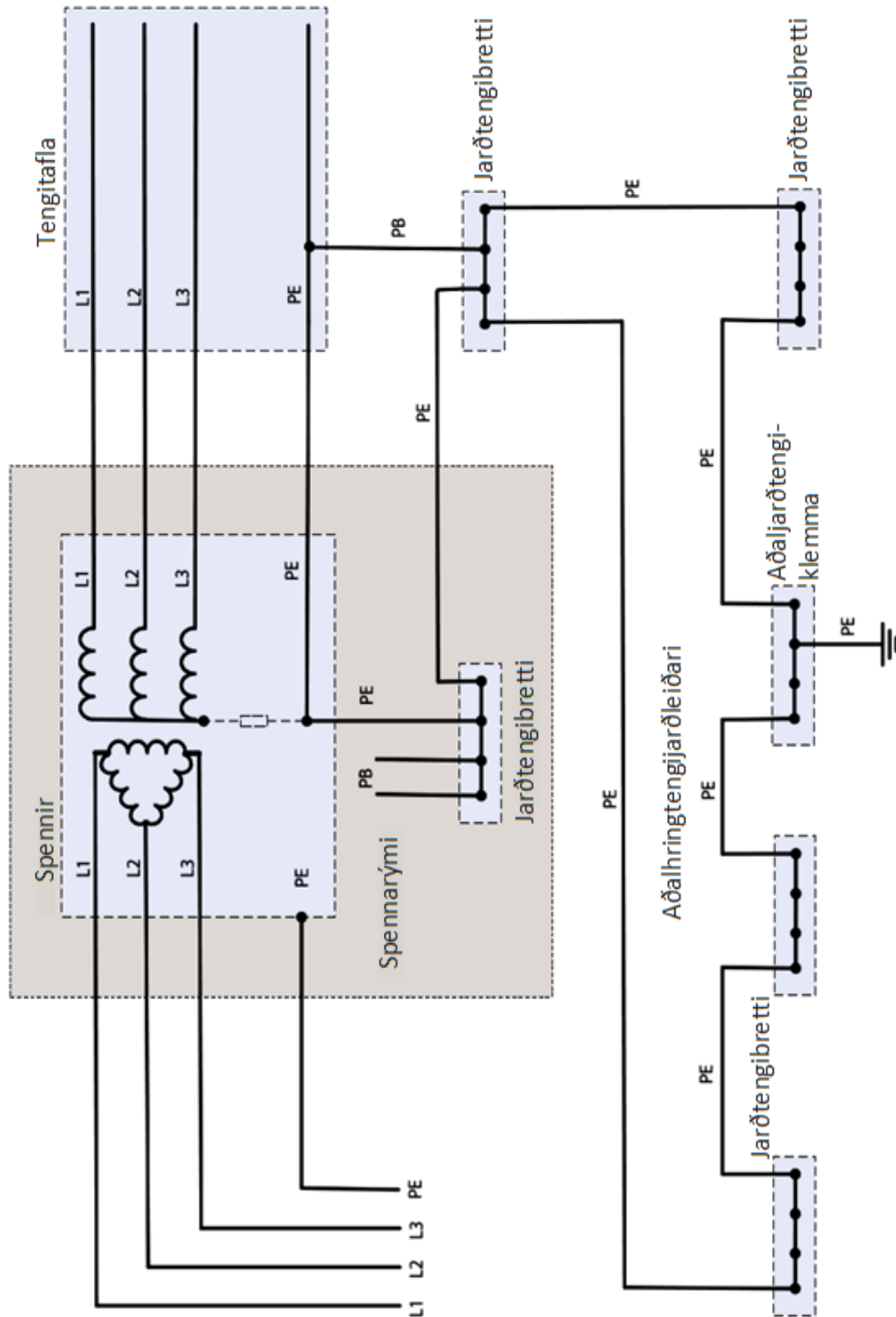
9.5.4 Jarðbinding spennis



Mynd 56 - Jarðbinding spennis í spennarými, IT kerfi.

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

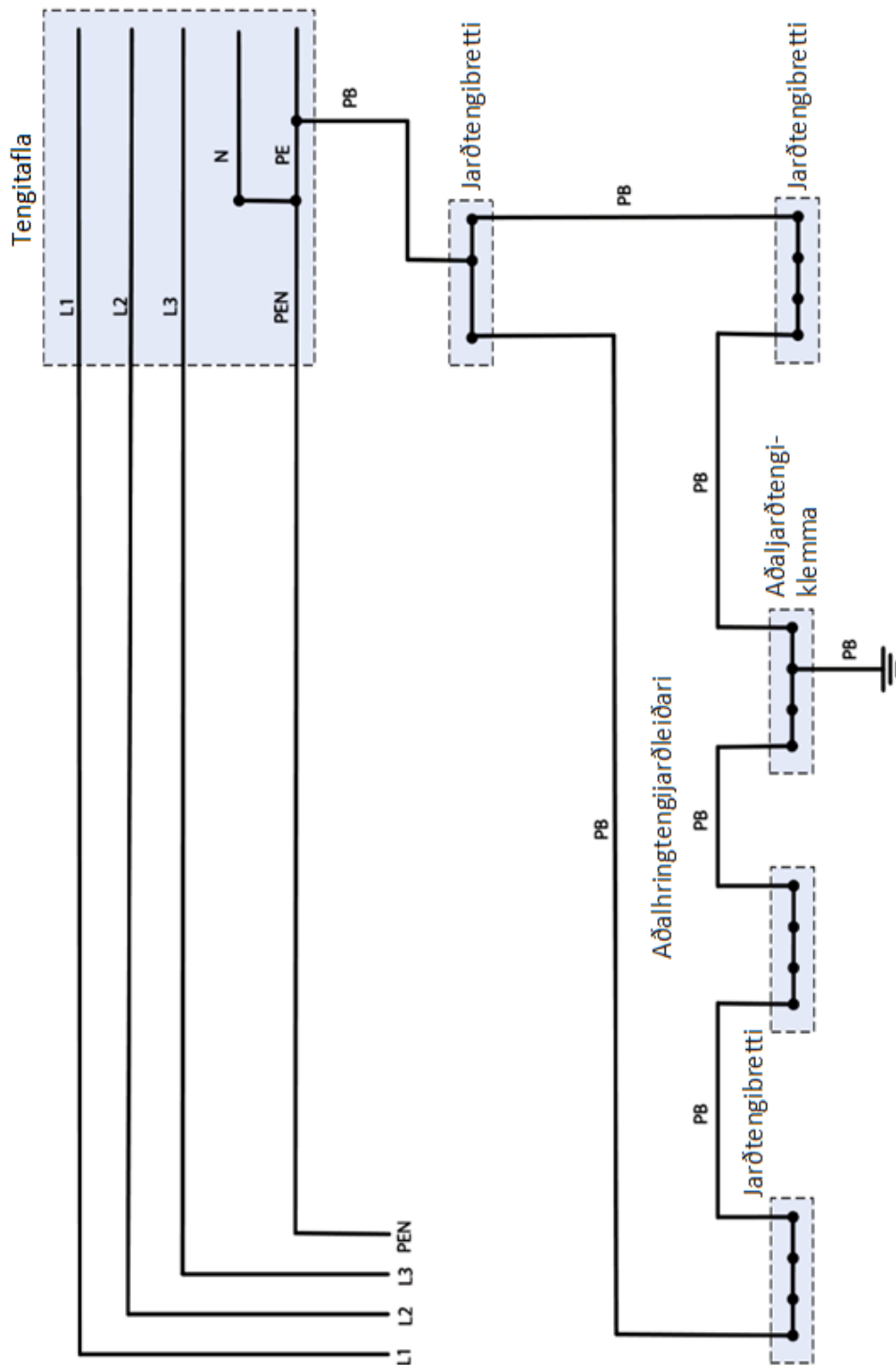
### 9.5.5 Aðalhringtengingarleiðari



Mynd 57 - Aðalhringtengingarleiðari með kerfsjörð.



Spennujöfnun raflagna í iðnaði



Mynd 58 - Aðalhringtengijarðleiðari án tengingar til kerfisjarðar.

## 9.6 Hugtakið jarðtenging

Jarðtenging var í byrjun hugtak sem lýsti því að rafleiðari var tengdur jarðskauti sem var grafið í jörð, til þess að ekki myndaðist spennunumur milli tengda hlutarins eða tækisins og jarðar. Síðar þegar byrjað var að nota jarðtengingu á hærri tíðnisviðum minnkaði svæðið sem hægt var að skilgreina sem svæði á sömu spennu.

Mismunandi hugtök hafa orðið til fyrir jarðtengingu hjá ýmsum faghópum, s.s. símajörð, merkjajörð, mælajörð, smáspennujörð, skápajörð, kraftjörð, klapparjörð, tankjörð, rokjörð, eldingajörð, skermjörð, varnarjörð o.s.f.v. Hver faghópur fyrir sig skilur hver tilgangurinn er með jarðtengingunni en erfiðleikarnir koma í ljós þegar hóparnir þurfa að vinna saman.

Í ÍST HB 200) köflum 41, 44, 53 og 54 eru aðeins notuð tvö hugtök, varnarjarðtenging og rekstrarjarðtenging. Aðeins skal því nota þessi hugtök.

Í IEC 60050-826, International Electrotechnical Vocabulary (Alþjóðlegt raftækniordasafn), Electrical installations, má sjá hugtökin sem varða jarðbindingu skilgreind, sjá kafla 10 hér síðar.

Fyrir samheitið jarðbinding vantar þó skilgreiningu í staðlinum. Í handbókinni er notuð eftirfarandi skilgreining: „Jarðbinding = tenging eins eða fleiri punkta til jarðar“. Þessi skilgreining er einnig notuð í kafla 10, Íðorð og skilgreiningar.

Í EMC (Rafsegulsviðssamhæfi) er notað hugtakið „takmörkuð jarðsegulskauts skilgreining“ (behærskad elektromagnetisk topologi – BET) þar sem jörð er skilgreind sem leiðandi hluti almenns jarðsegulskautsskerms. Þessi skilgreining er einnig notuð fyrir spennujöfnunarkerfi og aðgerðir vegna jarðbindingar.

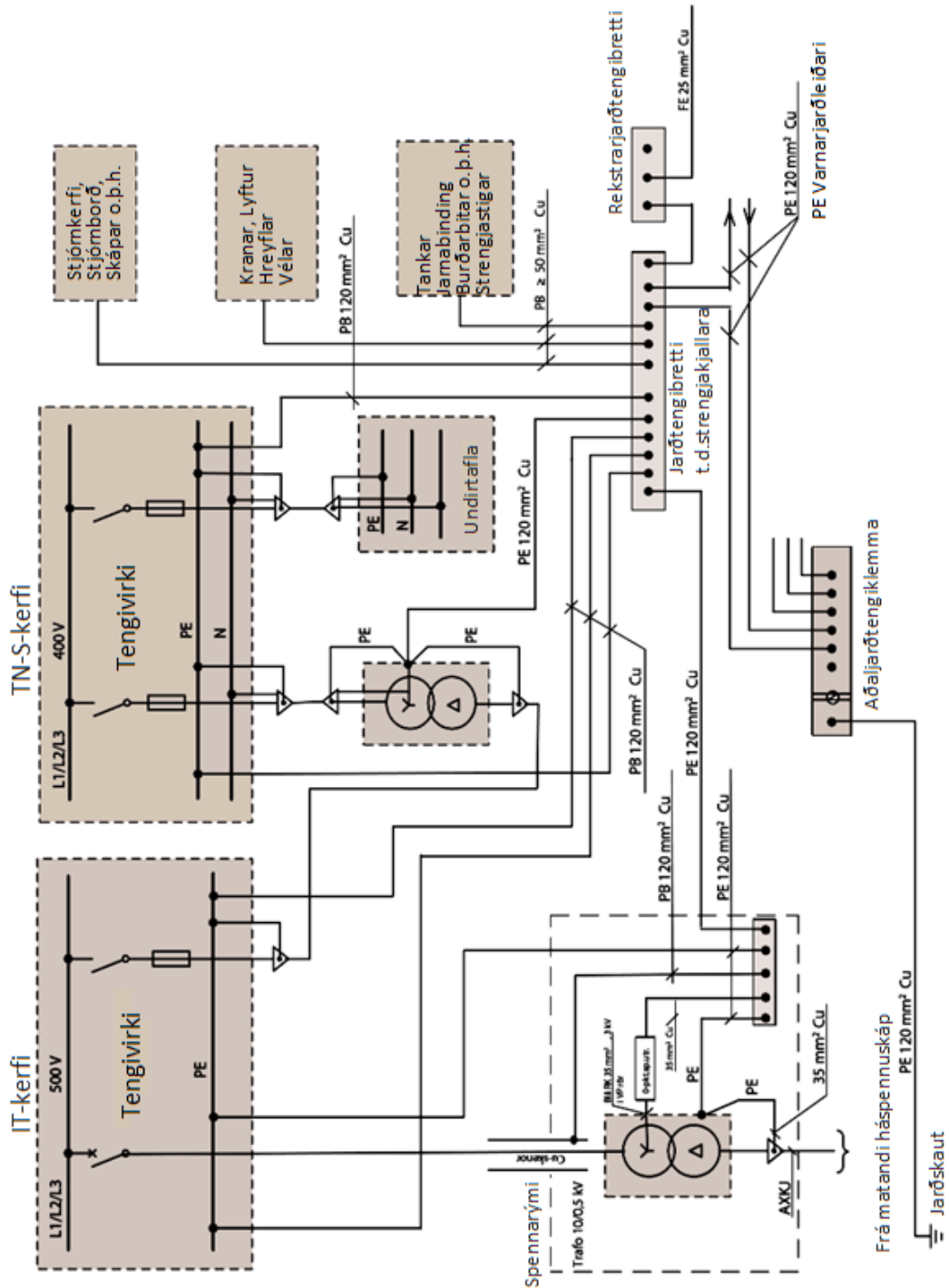
Jarðbinding er aðeins framkvæmanleg á einu svæði (við skerm svæðisins).

T.d. er:

- jörðin (jarðskautið) jörð byggingar
- aðaljarðtengiklemma jörðin fyrir búnað og tæki í byggingu
- jarðtengiklemma í skáphjúp jörðin fyrir tæki í skáp
- tækjaumbúnaður (málmboxið) jörðin fyrir kortarásir í boxinu
- jarðtengipunktur kortarásar jörðin fyrir rásir á kortinu

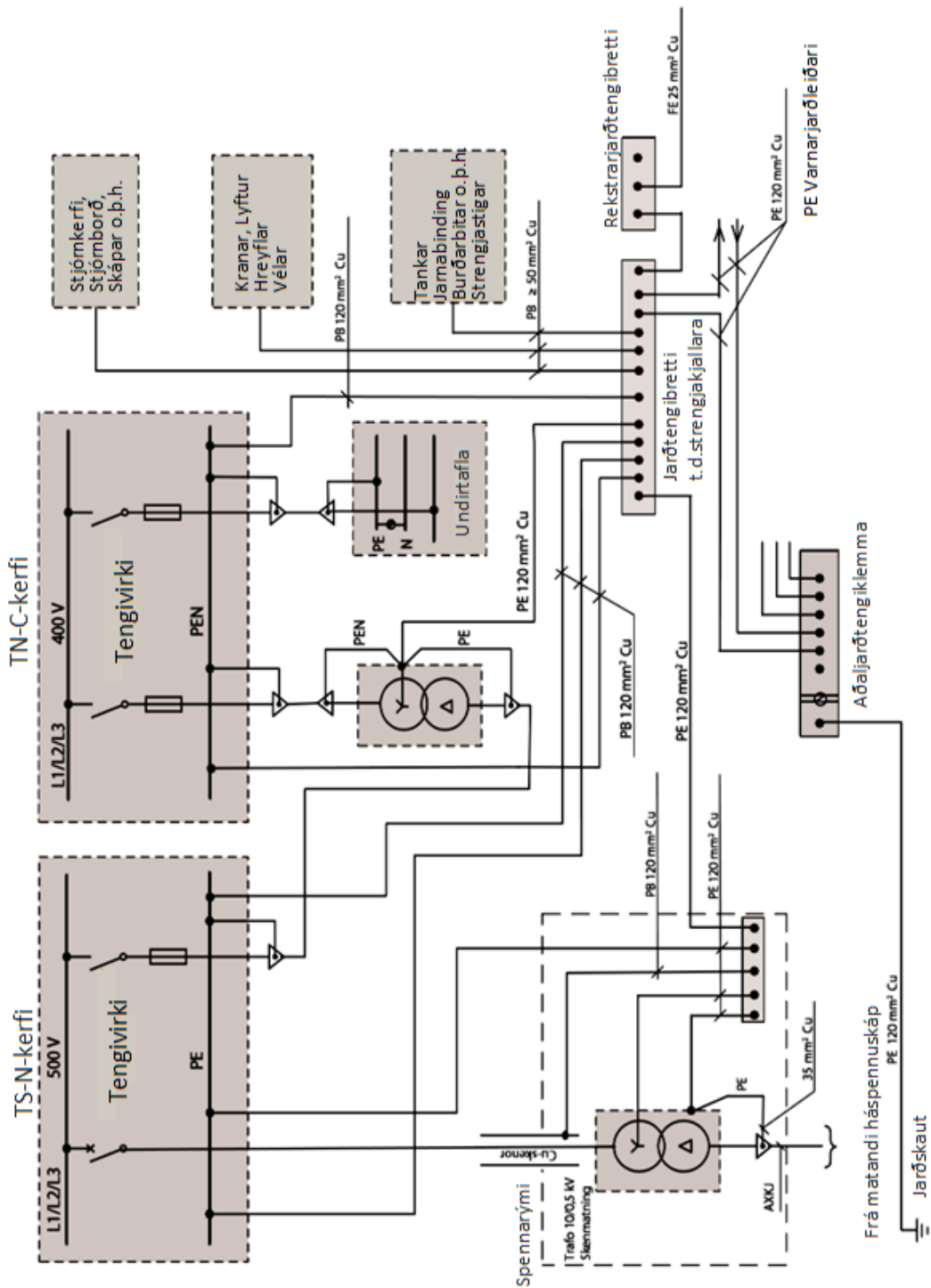
**Spennujöfnun raflagna í iðnaði**

9.7 Yfirlitsmynd, jarðbinding og spennujöfnun



Mynd 59 - Dæmi um jarðbindingu- og spennujöfnunarkerfi með IT kerfi og TN-S kerfi.

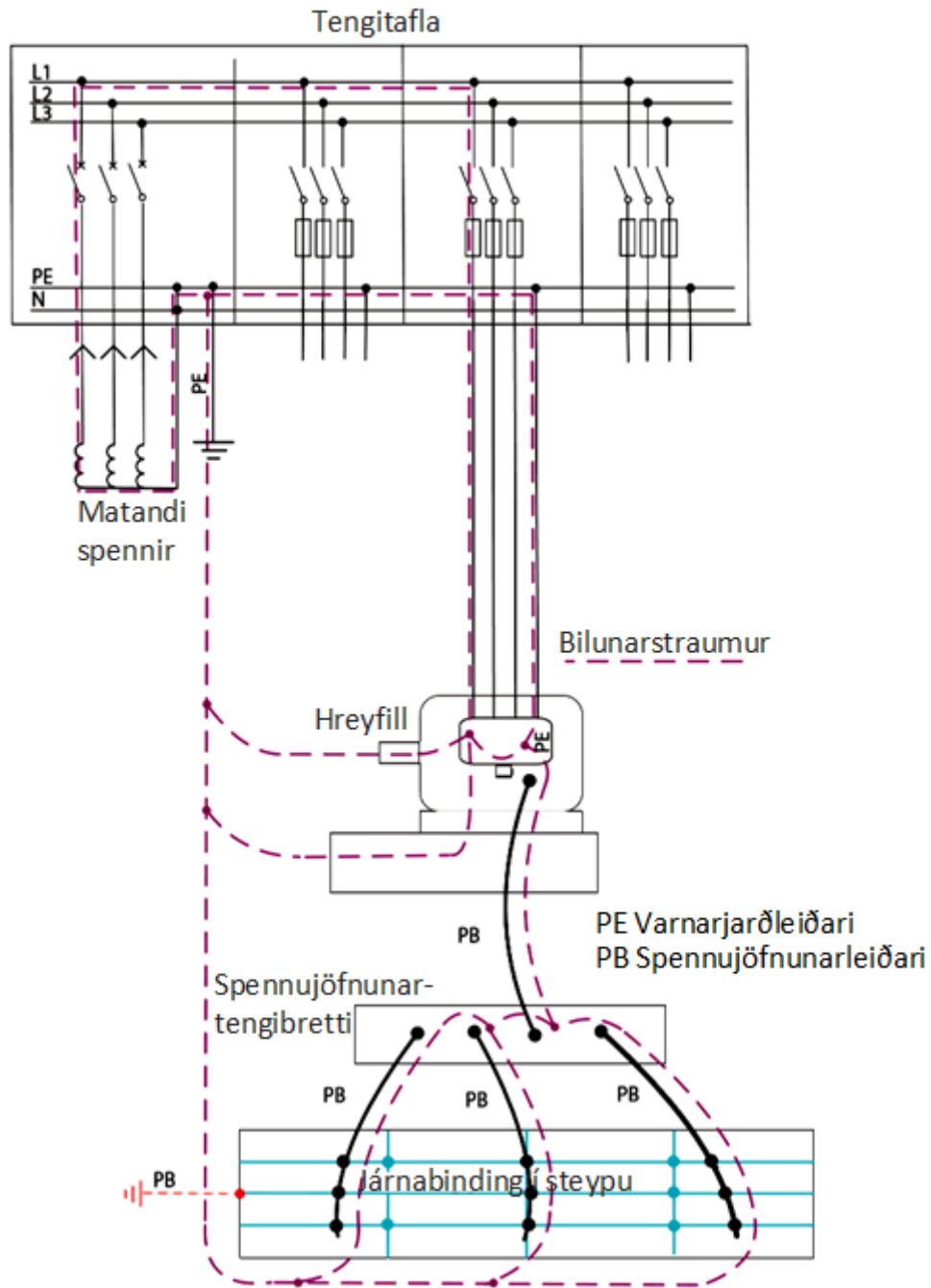
**Spennujöfnun raflagna í iðnaði**



Mynd 60 - Dæmi um jarðbindingu- og spennujöfnunarkerfi með TN-S kerfi án núllleiðara og TN-C kerfi.

Spennujöfnun raflagna í iðnaði

9.8 Spennujöfnunarleiðarar í loftum, veggjum og súlum



Mynd 61 - Spennujöfnunarleiðarar til járnabindingar í steypu.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

Spennujöfnunarleiðari sem á að steypa inn skal vera úr járni eða stáli m.a. vegna hitabensluáhrifa.

Spennujöfnunarleiðari úr járni eða stáli skal vera að gildleika a.m.k. 50 mm<sup>2</sup>, sjá kafla [2.2.2](#).

Í Svíþjóð þykir heppilegur leiðari til að steypa inn er heitgalvanhúðuð stállína<sup>21</sup> sem er a.m.k. 52 mm<sup>2</sup>. En á Íslandi tíðkast að nota koparleiðara og viðaukum C og D í staðli ÍST EN 50522 má finna viðmið um lágmarksstærðir. Miðað er við að lokahiti innsteypra víra fari ekki yfir 70°C til að koma í veg fyrir mögulegar steypuskemmdir.

Viðnám járns er u.þ.b. fimm sinnum (5x) hærra en fyrir kopar. Járnleiðari sem er 50 mm<sup>2</sup> samsvarar því u.þ.b. 10 mm<sup>2</sup> koparleiðara.

Ef tekið er tillit til þrengingaráhrifa í stállínunni við 50 Hz verður nothæfur hlutur kopargildleikans u.þ.b. 6 mm<sup>2</sup>, sjá nánar kafla [2.3.7.2](#).

Roftími stærri tækja sem eru mötuð af búnaði með aflrofa er við eðlilegar aðstæður < 0,1 s. Fyrir búnað sem mataður er með koparstreng 3//3x240/120 mm<sup>2</sup> er nægjanlegt að gera ráð fyrir viðbótarspennujöfnun með gildleika 25 mm<sup>2</sup>, sjá nánar töflu [1](#).

Tenging frá spennujöfnunarklemmu til járnabindingar þarf því að vera gerð með fjórum hliðtengdum stállínum.

Útfærsla í mynd [26](#) sýnir fimm stállínur sem tengdar eru til járnabindingar frá hverju spennujöfnunarbretti, þá er tenging við járnabindingu súlu talin með.

Sverasti strengur sem hægt er að tengja við þrjár stállínur við reiknaðan roftíma á 0,1 s. er 2//3x185/95 mm<sup>2</sup> og ef reiknað með roftíma 0,2 s. er 3x240/120 mm<sup>2</sup>.

Ekki er hægt að reikna með mögulegu beinu sambandi milli tækis og járnabindingar þar sem slíkt samband er ekki hægt að sannreyna.

Ef reiknað er með öðrum roftímum fyrir stærri tæki þarf að aðlaga fjölda stállína sem tengjast spennujöfnunartengibrettinu.

Ef tengja skal við skrúfbolta í undirstöðu þarf að aðlaga fjölda stállína til þess að samræma roftíma og stærð tækis.

---

<sup>21</sup> E-númer E0621152

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

### 9.9 Varnarspennujöfnunarleiðari til hreyfla og annarra berra leiðandi hluta

Viðbótarspennujöfnunar- og varnarleiðari þarf að vera að gildleika sem svarar til helmings varnarleiðarans sem hreyfill er varnarjarðbundinn með, miðað við að roftími sé 5 s. eða styttri og að hreyfill taki > 32 A.

Ef viðbótarspennujöfnunar- og varnarkerfi er uppsett fyrir styttri roftíma má minnka gildleika spennujöfnunar- og varnarleiðara samkvæmt því sem kemur fram í töflu hér að neðan.

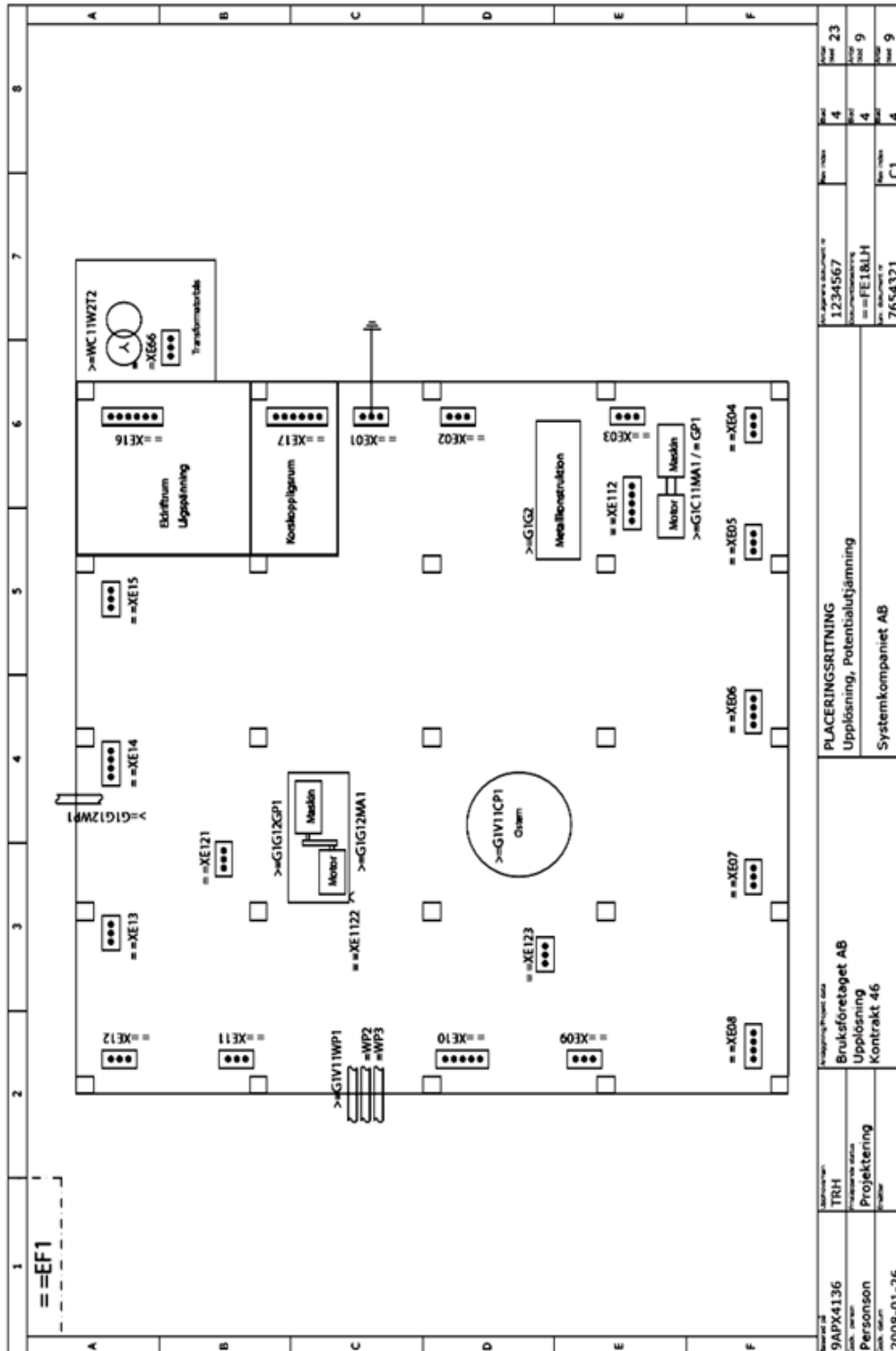
Tafla 1- *Gildleiki viðbótar spennujöfnunar- og varnarleiðara*

Gildleiki varnarleiðara matandi strengs Cu, mm <sup>2</sup>	Gildleiki spennujöfnunarleiðara, Cu, mm <sup>2</sup> og miðað við tilsettan roftíma					
	5 s	2 s	1 s	0,5 s	0,2 s	0,1 s
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
6	4	4	4	4	4	4
10	6	6	6	6	6	6
16	10	10	10	10	10	10
25	6	10	10	10	10	10
35	25	16	10	10	10	10
50	25	16	16	10	10	10
70	35	25	16	16	10	10
95	50	35	25	16	10	10
120	70	50	35	25	16	10
2x95	95	70	50	35	25	16
2x120	120	95	70	50	25	25
3x95	150	95	70	50	35	25
3x120	185	120	95	70	50	25

Taflan er grundvölluð á útreikningum fyrir varnarleiðara samkvæmt ÍST HB 200, kafla 54.

Spennujöfnun raflagna í iðnaði

9.10 Skráning gagna fyrir spennujöfnunarkerfi



Mynd 62 - Einfölduð mynd sem sýnir staðsetningu tækja.



**Spennujöfnun raflagna í iðnaði**

Tilvísun Hlutverk	Tilvísun framleiðan	Tilvísun staðsetnin	Heiti tækis - Gerðar		Tæknilegar upplýsingar, vikt o.fl.	Tækjalýsing		Tilvísun skráningar
			notkun	Gerðar skráning		Gerð	Númer	
==XE01		+B+4B	Aðaljarðtengiklemma					
==XE02		+B+4C	Jarðtengibretti í hring					
==XE03		+B+4D	Jarðtengibretti í hring					
==XE04		+B+4D	Jarðtengibretti í hring					
==XE05		+B+4D	Jarðtengibretti í hring					
==XE06		+B+3D	Jarðtengibretti í hring					
==XE08		+B+2D	Jarðtengibretti í hring					
==XE09		+B+1D	Jarðtengibretti í hring					
==XE10		+B+1C	Jarðtengibretti í hring					
==XE11		+B+1A	Jarðtengibretti í hring					
==XE12		+B+1A	Jarðtengibretti í hring					
==XE13		+B+1A	Jarðtengibretti í hring					
==XE14		+B+2A	Jarðtengibretti í hring					
==XE15		+B+3A	Jarðtengibretti í hring					
==XE16		+B+19	Jarðt.br.hring Töfluherb.					
==XE17		+B+20	Jarðt.br.hring KK herb.					
==XE66			Jarðtengibretti í spennarymi					
==XE112		+B+4D	Jarðtengibretti í hring					
==XE121		+B+2A	Jarðtengibretti í hring					
==XE123		+B+1C	Jarðtengibretti í hring					
==XE1122		+B+2B	Skrúfbolti í undirstöðu					
			Haus teikningar					
			Unnið fyrir o.fl.					

Mynd 63 - Dæmi um atriðalista.



---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### 9.11 Sænsk fyrirmæli og sænskar reglugerðir

Kaflinn var ekki þýddur

## 10 Íðorð og skilgreiningar

Eftirfarandi íðorð og skilgreiningar sem hér birtast eru mjög þýðingarmikil fyrir handbókina, til þess að tryggja sama skilning á hugtökum sem notuð eru í handbókinni og eru yfirleitt notuð. Til staðar er alltaf ákveðinn ágreiningur í fagmálinu sem samt á ekki að koma að sök á vinnustað þegar menn sjá og vita hvað er talað um. Í rituðu máli er áriðandi að skilningur orðanna sé á hreinu.

Númer sem eru tiltekin með hornklofum [ ] vísa til *IEV, International Electrotechnical Vocabulary, IEC 60050*. Þar sem engin tilvísun er tiltekin eru íðorðin sérstaklega skilgreind fyrir handbókina eða koma frá sænskum staðli. Íðorðin eru flest fengin frá ÍST HB 200.

IEV má finna á netinu [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org).

Íðorðin sem hér eru kynnt eru ekki öll notuð í handbókinni. Sum eru tekin með til að gefa gleggri mynd og til þess að auðvelda tjáskipti um efnið. Listinn á að hjálpa til við að samræma heiti hlutanna við umfjöllun og skrásetningu.

Við þýðingu handbókarinnar hafa íðorð sem skilgreind eru í ÍST HB 200 frá 2020 verið samræmd nákvæmlega.

### **aðalhringtengijarðleiðari**

*bonding ring conductor, BRC*

Leiðari sem er lokaður hringur og ætlaður til jarðbindingar.

Ath.: Þegar kerfisjörð er tengd hringnum hefur hringurinn hlutverk varnarjarðleiðara í stað spennujöfnunarleiðara, t.d. þegar leiðari og jarðtengibretti eru samtengd með aðaljarðtengiklemmu í hringtengingu þar sem kerfisjarðtengingar eru tengdar.

### **aðaljarðtengiklemma,**

#### **aðaljarðtengiteinn**

*main earthing terminal, main earthing bar*

Jarðtengd klemma eða teinn sem er hluti jarðtengikerfis raflagnar og tengir saman tiltekinn fjölda leiðara þ.m.t. varnaleiðara og spennujöfnunarleiðara. Annað nafn er aðalspennujöfnunarklemma/-teinn.

[826-13-15], [195-02-33]

### **aðalspennujöfnunarleiðari – sjá spennujöfnunar- og varnarleiðari**

#### **bein snerting**

*direct contact*

Bein snerting manna eða dýra við spennuhafa hluta.

[195-06-03]

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### **ber leiðinn hluti**

*exposed conductive part*

Leiðinn hluti rafbúnaðar sem er auðsnertanlegur og er venjulega ekki spennuhafa en getur orðið það við bilun grunneinangrunar.

Leiðinn hluti sem einungis getur orðið spennuhafa af völdum annars bers leiðins hluta telst ekki til þessa flokks.

[195-06-10], [826-12-10]

### **Bilunarvörn**

*fault protection*

Vörn gegn raflosti við eina eina bilun.

[195-06-02], [826-12-06]

### **eldingavarnarsvæði**

*lighting protection zone, LPZ*

Svæði þar sem rafsegulumhverfi eldinga er skilgreint.

ÍST EN 62305-4

### **flökkustrumur**

*stray current*

Afleiðslustrumur í jörð eða leiðnu mannvirki, sem grafið er í jörð, og stafar af viljandi eða óviljandi jarðtengingu.

[195-05-16]

### **grunnvörn**

*basic protection*

Vörn gegn raflosti í venjulegum rekstri (án bilunar).

[195-06-01], [826-12-05]

### **hlutlaus jörð**

*referance earth*

Hluti jarðar sem er álitinn leiðinn, hefur spennu sem er skilgreind núll og liggur utan áhrifasvæðis sérhvers jarðtengikerfis. Athugasemd: Sjór telst einnig vera jörð.

[195-01-01], [826-13-01]

### **IT-dreifikerfi (kerfi með einangraðan núllpunkt)**

*IT-system (isolated neutral system)*

Dreifikerfi þar sem kerfið er einangrað frá jörð eða er bundið til jarðar gegnum viðnám.

[195-04-07]

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### **jarðleiðari, jarðtengitaug**

*earthing conductor*

Leiðari sem myndar leiðið samband eða hluta leiðins sambands milli staðar í búnaði, raflögn eða rafkerfi og jarðskauts.

[826-13-12], [195-02-03]

### **jarðskaut**

*earth electrode*

Leiðinn hlutur sem getur verið innsteyptur í leiðið efni, t.d. steinsteypu, og er í leiðnu sambandi við hlutlausu jörð. Ath.: Sökkulskaut telst einnig jarðskaut.

[195-02-019], [826-13-05]

### **jarðtengibretti**

*earthing terminal*

Tengibretti eða tengipunktur á tæki eða öðrum rafbúnaði sem er ætlað til raftæknilegra tenginga við jarðleiðarakerfið.

[195-02-31]

### **jarðtenging**

*earthing*

Nauðsynleg tenging til þess að spennunur milli tiltekins staðar í búnaði, raflögn eða rafkerfi og jarðar verði eins lítill og mögulegt er.

[604-04-01]

### **jarðtengiklemma, jarðtengiskinna**

*earthing busbar*

Tengibretti sem er tengt aðaljarðtengiklemmu hússins og skapar möguleika á að tengja einhvern fjölda jarðtengileiðara.

### **kerfisjarðbinding**

*(power) system earthing*

Rekstrar- og varnarjarðbinding eins eða fleiri punkta í raforkukerfi.

[826-13-11]

### **óbein snerting**

*indirect contact*

Snerting manns eða dýrs við beran leiðinn hlut sem hefur orðið spennuhafa við bilun.

[195-06-04], [826-12-04]

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### **PE-leiðari, varnarleiðari > Sjá varnarleiðari**

#### **PELV > sjá varnarsmáspenna**

### **PEN-leiðari, varnarnúlleiðari**

*PEN conductor*

Jarðtengdur leiðari sem sameinar varnar- og núlleiðara. Heitið PEN sem samsett ú rPE sem er skammstöfun fyrir varnarleiðara og N sem táknar núlleiðara.

[826-13-25], [195-02-12]

### **raflost**

*electric shock*

Lífeðlisfræðileg áhrif rafstraums sem fer um líkama manns eða dýrs.

[195-01-04], [826-12-01]

### **raforkukerfi**

*electrical power system*

Allur búnaður sem ætlaður er til að framleiða, flytja og dreifa rafmagni.

601-01-01

### **rekstrarjarðleiðari**

*functional earthing conductor*

Jarðleiðari, notaður við rekstrarjarðtengingu.

[195-02-15], [826-13-28]

### **rekstrarjarðtenging**

*functional earthing, operational earthing*

Jarðtenging punkts rafkerfis t.d. N-punkts í dreifikerfi eða straumrás sem nauðsynleg er til þess að viðhalda eðlilegum rekstri kerfisins eða rásarinnar.

[195-01-13], [826-13-10], [604-04-12]

### **rekstrarjarðtengiklemma, rekstrarjarðtengiskinna**

*functional earthing bar*

Tengibretti eða klemma sem er tengt jarðtengikerfinu og skapar möguleika á að tengja einhvern fjölda leiðara til jarðar, af annarri ástæðu en öryggi.

### **rekstartengd spennujöfnun**

*functional equipotential bonding*

Spennujöfnun sem er gerð af öðrum ástæðum en vegna öryggis.

[826-13-21]

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### **rekstartengdur jöfnunarleiðari, rekstrarjöfnunarleiðari**

*functional bonding conductor*

Leiðari notaður við rekstartengingu sem ætluð er til spennujöfnunar.

[826-13-29]

### **sameiginleg spennujöfnunarnet**

*common bonding network CBN*

Spennujöfnunarkerfi sem veitir bæði varnarspennujöfnun og rekstrarspennujöfnun.

[195-02-25]

### **staðarjörð**

*(local) earth*

Sá hluti jarðar sem er í raftæknilegu sambandi við jarðskaut. Nálægt jarðskauti getur spenna jarðar verið hærri en 0.

[826-13-02]

### **SELV, öryggissmáspenna**

*safety extra low voltage, SELV*

Vörn gegn raflosti með notkun spennu á spennusviði I og tengingu við öryggisaflgjafa. Berir leiðnir hlutar skulu ekki jarðtengdir og ekki notaður varnarleiðar.

Ath.: spennusvið I er  $\leq 50$  V riðspenna eða  $\leq 120$  V jafnspenna.

[826-12-31]

### **snertispenna**

*effective touch voltage*

Spenna milli leiðinna hluta þegar þeir eru snertir samtímis af manni eða dýri.

Ath.: Stærð snertispennu getur verið háð samviðnámi manns eða dýrs sem snertir hina leiðnu hluta.

[195-05-11], [826-11-05]

### **spennuhafa hluti**

*live part*

Leiðari eða leiðinn hluti sem miðað er við að sé spennuhafa við venjulega notkun, þar með talinn N-leiðari en ekki PEN-leiðari samkvæmt samþykkt.

Ath.: Spennuhafa hluti þarf ekki að hafa í för með sér hættu á raflosti.

[442-01-40], [195-02-19], [826-12-08]



---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### **spennujöfnun**

*equipotential bonding*

Samtenging leiðinna hluta í þeim tilgangi að munur spennu milli þeirra verði hverfandi lítill.

[826-13-19], [195-01-10]

### **spennujöfnunar- og varnarleiðari**

*protective bonding conductor, PB*

Varnarleiðari sem gegnir einnig hlutverki spennujöfnunar.

[826-13-24], [195-02-10]

### **spennujöfnunarkerfi**

*equipotential bonding system (EBS)*

Samtenging leiðinna hluta til spennujöfnunar milli þeirra. Athugasemd: Ef spennujöfnunarkerfið er jarðtengt telst það hluti jarðtengikerfis.

[195-02-22], [826-13-30]

### **spennujöfnunarbretti**

*equipotential bonding terminal*

Tengiklemma á tæki eða öðrum rafbúnaði sem er ætlað til raftæknilegra tenginga við spennujöfnunarkerfi.

[826-13-34]

### **spennujöfnunarklemma, spennujöfnunarskinna**

*equipotential bonding busbar*

Tengibretti sem er hluti spennujöfnunarkerfis og skapar möguleika á að tengja raftæknilega einhvern fjölda leiðara sem ætlað er að þjóna til spennujöfnunar.

[826-13-35]

### **TN-dreifikerfi (beint jarðtengt kerfi)**

*TN-system (direktjordat system) - solidly earthed neutral system*

Dreifikerfi þar sem núllpunktur kerfis er beintengdur til jarðar og óvarðir leiðnir hlutir eru beintengdir með núllpunktinum.

[195-04-06]

### **TT-dreifikerfi**

*TT-system*

Dreifikerfi þar sem núllpunktur kerfis er í beinu sambandi við jörð og allir berir leiðnir hlutir eru í beinu sambandi við jörð, óháð núllpunkti.

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### **varnarflokkur**

Flokkun rafbúnaðar eftir því hvernig vörnum gegn raflosti er háttað. Grunnurinn fyrir fyrstu þrjá flokkana er að til staðar skulu vera tvær óháðar hindranir. Í flokki 0 eru hindranirnar einangrun og þurrt ekki leiðið umhverfi. Slíkur rafbúnaður er ekki lengur framleiddur og er hann útbúinn eldri gerðum tengiklóa (án jarðbindingar) og má aðeins nota í þurrum rýmum, t.d. íbúðaherbergjum. Í flokki I eru hlífðarhindranirnar einangrun og varnarjörð. Í flokki II er vörnin tvöföld eða sterkari einangrun. Í flokki III felst vörnin í svo lágri spennu að ekki er búist við að hættuástand geti myndast.

### **varnarleiðari, PE-leiðari**

*protective conductor*

Leiðari sem lagður er í öryggisskyni, t.d. til varnar gegn raflosti.

Ath.: Í raflögn er varnarleiðari venjulega varnarjarðtengileiðari.

[195-02-09], [826-13-22]

### **varnarleiðarabretti**

*protective bus bar, PE*

Tengibretti fyrir varnarleiðara, t.d. í tengitöflu.

### **varnarjarðleiðari**

*protective earthing conductor*

Varnarleiðari, notaður til tengingar við varnarjörð.

[826-13-23], [195-02-11]

### **varnarjarðtenging**

*protective earthing*

Jarðtenging punkts eða punkta í rafkerfi, raflögn eða tæki í öryggisskyni.

[195-01-11], [826-13-09]

### **varnarsmáspenna**

*protective extra low voltage, PELV*

Vörn gegn raflosti með notkun spennu á spennusviði I og tengingu við öryggisaflgjafa. Sbr. grein 411.1 í ÍST HB 200. Nota má varnarleiðara.

[826-12-32]

### **varnarspennujöfnun**

*protective equipotential bonding*

Spennujöfnun sem gerð er af öryggisástæðum.

[826-13-20], [195-01-15]

---

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

---

### **víðfeðmt jarðskautskerfi**

Víðfeðmt jarðskautskerfi kallast það þegar fleiri jarðskautskerfi eru samtengd og mynda sameiginlega vörn gegn hættulegum snertispennum.

Ath. 1: Slík kerfi leiða til þess að jarðhlaupsstraumur deilist upp og virkar þannig sem lægri spennunumur í jarðskautskerfi.

Ath. 2: Ákveða má tilvist víðfeðmra jarðskautskerfa með mælingum eða útreikningum fyrir sérstök jarðskautskerfi. Dæmi um víðfeðm jarðskautskerfi er að finna á íbúðarsvæðum og á iðnaðarsvæðum þar sem lágspennu- og háspennudreifinet eru til staðar.

### **vænti-snertispenna**

*prospective touch voltage*

Spenna milli samtímis snertanlegra leiðinna hluta þegar hlutarnir eru hvorki snertir af manni eða dýri.

[195-05-09], [826-11-03]

### **vörn gegn beinni snertingu**

Sjá grunnvörn.

### **vörn gegn óbeinni snertingu**

Sjá bilunarvörn.

### **yfirspennuvörn**

*surge protective device, SPD*

Búnaður ætlaður til að takmarka yfirspennuhögg og leiða hjá straumtoppa. (Inniheldur a.m.k. eina samsetningu sem er ekki bein)., Sjá ÍST EN 62305-4

### **ytri leiðinn hlutur**

*extraneous conductive part*

Leiðinn hlutur sem er ekki hluti raflagnar en getur orðið spennuhafa. Dæmi: Leiðið burðarvirki eða hlutar þess, leiðin gas- vatns- og miðstöðvarrör. Einnig leiðin gólf og veggir ef tengd eru jörð.

[195-06-11], [826-12-11]

---

**Spennujöfnun raflagna í iðnaði**


---

## 11 Tilvísanir

Handbókin vísar til eftirtalinna skjala:

Ath: Ef ekki var til íslensk þýðing á titli eftirfarandi staðla hjá Staðlaráði Íslands, er notast við enskt heiti staðalsins ásamt þýðingu þýðenda þessarar handbókar.

ÍST EN 50310	Telecommunications bonding networks for buildings and other structures
ÍST EN 50522	Jarðtenging háspennuvirkja
ÍST EN 60079-14	Explosive atmospheres - Part 14: Electrical installations design, selection and erection.
ÍST EN 60204-1	Öryggi véla – Rafbúnaður iðnaðarvéla – 1. hluti: Almennar kröfur
ÍST EN 61439-1	Samsettar rof- og stýribúnaðareiningar fyrir lágspennu - Hluti 1: Almennar reglur
ÍST EN 60445	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors
ÍST EN 61000-6-1	Rafsegulsviðssamhæfi - Hluti 6-1: Almennir staðlar - Ónæmi fyrir íbúðar-, verslunar- og smáiðnaðarumhverfi
ÍST EN 61000-6-2	Rafsegulsviðssamhæfi - Hluti 6-2: Almennir staðlar - Ónæmi fyrir iðnaðarumhverfi
ÍST EN 61000-6-3	Rafsegulsviðssamhæfi (EMC) - Hluti 6-3: Almennir staðlar - Útgeislunarstaðall fyrir íbúðar-, verslunar og smáiðnaðarumhverfi
ÍST EN 61000-6-4	Rafsegulsviðssamhæfi (EMC) - Hluti 6-4: Almennir staðlar - Útgeislunarstaðall fyrir iðnaðarumhverfi
ÍST EN 61082	Samning skjala sem notuð eru í raftækni
ÍST EN 61175	Industrial systems, installations and equipment and industrial products, designation of signals. <i>Þýðing: Iðnaðarkerfi, uppsetningar og búnaður og iðnaðarafurðir, auðkenning merkja.</i>
ÍST EN 61346	Ógildur, sjá ÍST EN 81346
ÍST EN 61355	Classification and designation of documents for plants, systems and equipment. <i>Þýðing: Flokkun og auðkenning gagna fyrir virki, samstæður og búnað.</i>
ÍST EN 61666	Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Identification of terminals within a system. <i>Þýðing: Iðnaðarkerfi, uppsetningar og búnaður og iðnaðarafurðir - auðkenning tengipunkta innan kerfis.</i>

---

**Spennujöfnun raflagna í iðnaði**


---

ÍST EN 61918	Industrial communication networks - Installation of communication networks in industrial premises <i>Þýðing: Samskiptakerfi í iðnaði – Uppsetning samskipta netkerfa í iðnaðarumhverfi.</i>
ÍST EN 62023	Structuring of technical information and documentation. <i>Þýðing: Uppbygging tæknilegra upplýsinga og skráning gagna.</i>
ÍST EN 62027	Preparation of object lists including parts lists. <i>Þýðing: Framsetning viðfangalista og tækjalista.</i>
ÍST EN 62305-1	Varnir gegn eldingum – Hluti 1: Almenn.
ÍST EN 62305-2	Varnir gegn eldingum – Hluti 2: Áhættumat.
ÍST EN 62305-3	Varnir gegn eldingum – Hluti 3: Varnir gegn skemmdum á byggingum og slysum á fólki.
ÍST EN 62305-4	Varnir gegn eldingum - Hluti 4: Vörn fyrir raftæknilegan búnað og rafeindabúnað í byggingum.
ÍST EN 62491	Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Labelling of cables and cores <i>Þýðing: Iðnaðarkerfi, uppsetningar og búnaður og iðnaðarafurðir - merkingar strengja og víra í strengjum.</i>
ÍST EN IEC 81346	Iðnaðarkerfi, uppsetningar og búnaður og iðnaðarafurðir - Grundvallarreglur um skipulagningu og tilvísunarkerkingar
IEC 750	Sjá ÍST EN 81346
IEC 60050-826	International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical installations (Alþjóðlegt raftækniordasafn)
ÍST IEC 60364	Sjá ÍST HD 30364
IEC 60479-1	Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects <i>Þýðing: Áhrif straums á menn og búfé - 1. hluti: Almennir þættir</i>
IEC 60617	Raftækniákni - Staðlar úr staðlaröðinni ÍST EN 60617 Graphical symbols for diagrams (part 2-11) eru fallnir úr gildi
HD 384	Electrical installations of buildings
ÍST HD 60364	Low-voltage electrical installations <i>Þýðing: Lágspennnar raflagnir (ÍST HB 200 er íslensk þýðing á þessari staðlaröð)</i>
SEK Handbok 413	Spennujöfnun í byggingum. (Íslensk þýðing er til á Rafbók)
SEK Handbok 439	Dokumentation av industriella elanläggningar

## 12 Skilgreining skjala

Grunnur að forskrift til að bera fram spurningar og gera pantanir vegna spennujöfnunarkerfa er fánlegur án endurgjalds á:

- SEK's heimasíðu [www.elstandard.se](http://www.elstandard.se)
- FIE's heimasíðu [www.fie.se](http://www.fie.se)

Gerð forskriftanna kemur fram í viðhengi 1.

**Spennujöfnun raflagna í iðnaði**
**Viðhengi 1 - Gátlistar - Skilgreining skjala**

	Gátlisti			
	Spennujöfnun			
	Dagsetning	Dags endurskoðað	Gefið út af	Samþykkt af
Raflögn	Tilvísunarskráning			Skjalakóði
Verkefni				Blaðsíða 1/11

**Inngangur:**

Skilgreining skjala byggir á ÍST HB 211, Spennujöfnun raflagna í iðnaði. Ef þörf er frekari skýringa eru tilvísanir gerðar til samsvarandi kafla í handbókinni.

**Efnisyfirlit:**

1	Ýmis rafbúnaður	blað:	2 /11
2	Aðaljarðtengiklemma	blað:	3 /11
3	Spennujöfnunarbretti	blað:	3 /11
4	Spennujöfnunarnet	blað:	4 /11
5	Innkomandi lagnir fyrir byggingar	blað:	4 /11
6	Svæðaskipting byggingar	blað:	4 /11
7	Rafbúnaðarherbergi	blað:	5/11
8	Matandi spennir	blað:	5/11
9	Stjórnubúnaður	blað:	6/11
10	Tengirými / tengiherbergi	blað:	6/11
11	Hreyfill, undirstaða	blað:	7/11
12	Vélar	blað:	8/11
13	Tækjabúnaður í iðnaðar- og framleiðslusölum	blað:	9/11
14	Skoðun fyrir gangsetningu	blað:	10/11
15	Merkingar	blað:	10/11
16	Skráning gagna	blað:	11/11

**Spennujöfnun raflagna í iðnaði**

	Gátlisti			
	Spennujöfnun			
	Dagsetning	Dags endurskoðað	Gefið út af	Samþykkt af
Raflögn	Tilvísunarskráning			Skjalakóði
Verkefni				Blaðsíða 2/11

**1. Ýmis rafbúnaður**

- Jarðskaut fyrir byggingu
  - ekki er jarðskaut
  - eitt jarðskaut
  - fleiri jarðskaut
  - .....
  
- Rafmagnsheimtaug fyrir byggingu
  - ein heimtaug
  - fleiri heimtaugar
  - ein háspennu heimtaug
  - fleiri háspennuheimtaugar
  - .....
  
- Spennir sérstaklega fyrir byggingu
  - ekki er spennir
  - einn fyrir hverja heimtaug
  - einn fyrir hverja háspennuheimtaug en ekki fyrir lágspennuheimtaug
  - .....
  
- Nafnspenna fyrir hreyfla
  - 400 V    500 V    690 V
  
- Nafnspenna, almenn notkun og lýsing
  - 400 V    500 V    690 V
  - 35 kA 1s    50 kA 1s
  
- Nafnstraumur, spennar með háspennumötun, hreyflar
  - 65 kA 1s
  - .....
  
- Nafnstraumur, spennar með háspennumötun, almenn notkun og lýsing
  - 25 kA 1s    35 kA 1s
  - 50 kA 1s
  - .....
  
- Kerfisjörð spenna, hreyfla
  - IT
  - TN án núll leiðara
  - TN-C
  - TN-C-S
  
- Kerfisjörð spenna, almenn notkun og lýsing
  - TN-C
  - TN-C-S
  - IT



## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

	Gátlisti			
	Spennujöfnun			
	Dagsetning	Dags endurskoðað	Gefið út af	Samþykkt af
Raflögn	Tilvísunarskráning			Skjalakóði
Verkefni				Blaðsíða 3/11

### 2 Aðaljarðtengiklemma

- Aðaljarðtengiklemma og aðalhringtengijarðleiðari (sjá ÍST HB 211, kafla 3.2.2)
  - aðeins ein klemma sem er staðsett þar sem rafmagnsheimtaug og aðrar lagnir koma inn í byggingu
  - aðalhringtengijarðleiðari með aðaljarðtengiklemmu og jarðtengibrettum skv. skjali  
.....
  - kerfisjörðin er tengd aðalhringtengijarðleiðara

### 3 Spennujöfnunarklemmur

- Spennujöfnunarklemmur á súlum, veggjum og stálburðarvirki (sjá ÍST HB 211, kafla 3.2.3 og 9.2.4 )
  - einni klemmu skal komið fyrir á hverri hæð byggingarinnar. Klemmur skulu auk þess vera á innveggjum. Bil milli klemma á veggjum skulu aðlöguð súlum á byggingarstað
  - Klemmum skal komið fyrir á súlum, veggjum og stálburðarvirki samkvæmt skráningu  
  
.....  
  
.....

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

	Gátlisti			
	Spennujöfnun			
	Dagsetning	Dags endurskoðað	Gefið út af	Samþykkt af
Raflögn	Tilvísunarskráning			Skjalakóði
Verkefni				Blaðsíða 4/11

### 4 Spennujöfnunarnet

- Netið samanstendur af leiðandi hlutum, aðskildum leiðurum eða sambundnum tækjum og töflu (sjá ÍST HB 211 kafli 2.3.3, 2.3.4, 3.2.4 og 9.2.4)
  - netið með járnabindingu húss sem tengileiðari (sjá ÍST HB 211, kafli 2.3.3, og 3.2.4)
  - netið með aðskilda leiðara (sjá ÍST HB 211, kafli 9.2.4)
  - netið með tækjum og töflu bundið saman með streng eða strengjastokk (sjá ÍST HB 211, kafli 2.3.4)

### 5 Innkomandi lagnir byggingar

- Rafmagnsheimtaug (sjá ÍST HB 211, kafli 3.2.5.1)
  - kemur inn í byggingu á einum stað
  - kemur inn í byggingu á fleiri stöðum samkvæmt skráningu

.....

- Aðrar lagnir, t.d. úr málmi (sjá ÍST HB 211, kafli 3.2.5.2)
  - koma inn í byggingu á einum stað (sama stað og rafmagnsheimtaug)
  - koma inn í byggingu á fleiri stöðum samkvæmt skráningu

.....

### 6 Svæðaskipting byggingar

- Svæði í byggingu, (sjá ÍST HB 211, kafli 3.2.7)
  - byggingu er ekki skipt í svæði
  - byggingu er skipt í rafsegulsvæði, samkvæmt skráningu

.....

- í byggingu er einnig önnur svæðaskipting

.....

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

	Gátlisti			
	Spennujöfnun			
	Dagsetning	Dags endurskoðað	Gefið út af	Samþykkt af
Raflögn	Tilvísunarskráning			Skjalakóði
Verkefni				Blaðsíða 5/11

### 7 Rafbúnaðarherbergi

- Jarðtengibretti í rafbúnaðarherbergi (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.3*)
  - jarðtengibretti sem hluti aðalhringtengijarðleiðara komið fyrir í rafbúnaðarherbergi eða í strengjarými/ kjallara
  - aðskilið rekstrarjarðtengibretti komið fyrir í rafbúnaðarherbergi eða í strengjarými/ kjallara og tengist jarðtengibretti
  
- Spennujöfnun í rafbúnaðarherbergi (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.3 og 3.11*)
  - jarðtengibretti, kerfisgólf úr málm og önnur stálvirki í rafbúnaðarherbergi eða strengjarými/ kjallara (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.3*)
  - hurðarkarmar og hurðir fyrir rafbúnaðarherbergi skulu tengjast jarðtengibretti í rafbúnaðarherbergi (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.11*)
  - .....
  - .....

### 8 Matandi spennir

- Jarðtengibretti í spennarými, (sjá *ÍST HB 211 kafli 3.4*)
  - skal setja upp eitt jarðtengibretti í hverju spennarými sem tengist næsta jarðtengibretti í aðalhringtengijarðleiðara
  - burðarbitar, tækjaslár og annar búnaður í spennarými skal tengdur jarðtengibretti í bás
  - .....
  - .....

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

	Gátlisti			
	Spennujöfnun			
	Dagsetning	Dags endurskoðað	Gefið út af	Samþykkt af
Raflögn	Tilvísunarskráning			Skjalakóði
Verkefni				Blaðsíða 6/11

### 9 Stjórnbúnaður

- Svæðaskipting stjórnbúnaðar (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.5*)
  - allt stjórnkerfið með matara og stjórnþækjum er eitt svæði
  - Skápur með smáspennubúnaði tilheyrandi stjórnkerfinu er sérstakt svæði (sjá *ÍST HB 211 kafli 3.5.1 og 3.5.2*)
  - .....
- Jarðbinding og spennujöfnun stjórnkerfis (sjá *ÍST HB 211 kafli 3.5*)
  - allt stjórnkerfið með matara og stjórnþækjum er jarðbundið í skáphjúp. Matari og stjórnþúnaður í verksmiðjusal tengjast næsta spennujöfnunarbretti (sjá *ÍST HB 211 kafli 3.5.3*)
  - allt stjórnkerfið með matara og stjórnþækjum er aðeins jarðbundið í einum punkti í töfluskáphjúp kerfis, aðrir hlutir í verksmiðjusal skulu vera einangraðir
  - .....
  - .....

### 10 Tengirými / tengiherbergi

- Jarðtengibretti í töfluherbergi (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.6*)
  - jarðtengibretti tilheyrandi aðalhringtengijarðleiðara skal komið fyrir tengiherbergi eða strengjarými/ kjallara
  - aðskilin rekstrarjarðbindibretti skal koma fyrir í tengiherbergi eða strengjarými/kjallara og tengjast jarðtengibretti
- Spennujöfnun í tengirými (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.6*)
  - strengjastigar, kerfisgólf, járnabinding og önnur stálvirki í töfluherbergi skulu tengjast jarðtengibretti

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

	Gátlisti			
	Spennujöfnun			
	Dagsetning	Dags endurskoðað	Gefið út af	Samþykkt af
Raflögn	Tilvísunarskráning			Skjalakóði
Verkefni				Blaðsíða 7/11

### 11 Hreyfill, undirstaða

- Spennujöfnun hreyfla (sjá ÍST HB 211, kafli 3.7)
  - allir hreyflar skulu vera útbúnir viðbótar varnarútföfnun (sjá ÍST HB 211, kafli 2.2.5 og 3.7)
  - aðeins hreyflar með < 32 A straum og > 400 V spennu skulu útbúnir viðbótar varnarútföfnun
  - öryggisrofar, mögulegt stjórnborð og nálægur vélbúnaður skulu útbúin varnarútföfnun
  - milli hreyfils og þess tækis sem hann drífur (t.d. vél eða dæla) skal leggja útföfnunarleiðara (sjá ÍST HB 211, kafli 2.3.7, 2.3.8 og 3.7)
  - útföfnunarleiðara skal aðeins leggja milli hreyfla og tækja sem þeir knýja og eru mataðir frá tíðnibreyti (sjá ÍST HB 211, kafli 2.3.8 og 3.7)
  - Útföfnunarleiðara skal leggja milli hreyfla og

.....

.....

Allar straumrásir skulu einnig útbúnar sínum eigin varnarleiðurum sem eiga að vera tengdir tengibreitti fyrir varnarleiðara (sjá ÍST HB 211, kafli 2.2).

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

	Gátlisti			
	Spennujöfnun			
	Dagsetning	Dags endurskoðað	Gefið út af	Samþykkt af
Raflögn	Tilvísunarskráning			Skjalakóði
Verkefni				Blaðsíða 8/11

### 12 Vélar

- **Spennujöfnun véla**(sjá *ÍST HB 211, kafli 3.8*)
  - allar vélar skulu vera útbúnar viðbótar varnarspennujöfnun (sjá *ÍST HB 211, kafli 2.2.5 og 3.8*)
  - aðeins vélin (vélarnar)
    - .....
    - .....
    - skulu útbúnar viðbótar varnarspennujöfnun (sjá *ÍST HB 211, kafli 2.2.5 og 3.8*)
  - málmstoðir og tækjastlár og nálægur vélbúnaður skulu tengjast viðbótarjöfnunarleiðara sem tengist spennujöfnunarbretti sem skal vera mest með 20 m millibili (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.8*)
  - málmstoðir og tækjastlár skulu tengdar með sérstökum spennujöfnunarleiðara sem tengdur er nálægu spennujöfnunarbretti sem er á mest 5 m millibili (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.8*)
  - málmstoðir og tækjastlár skulu tengdar sérstökum spennujöfnunarleiðara sem tengdur er nálægu spennujöfnunarbretti, sem er á mest ..... m millibili.
  - spennujöfnunarleiðara skal leggja milli vélanna og .....  
.....

Allar straumrásir skulu einnig útbúnar sínum eigin varnarleiðurum sem eiga að vera tengdir tengibretti fyrir varnarleiðara (sjá *ÍST HB 211, kafli 2.2*).

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

	Gátlisti			
	Spennujöfnun			
	Dagsetning	Dags endurskoðað	Gefið út af	Samþykkt af
Raflögn	Tilvísunarskráning			Skjalakóði
Verkefni				Blaðsíða 9/11

### 13 Tækjabúnaður í iðnaðar- og framleiðslusölum

- Spennujöfnun tækjabúnaðar; stjórnborða og tækjaskápa, strengjastiga og málmútbúnaðar í iðnaðar og framleiðslusölum (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.9, 3.10, 3.11 og 3.12*)
  - mötunarbúnaður, mælar og önnur tæki skulu tengjast nálægu spennujöfnunarbretti (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.9*)
  - stjórnborð og tengibox skulu tengjast nálægu spennujöfnunarbretti (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.10*)
  - \*) strengjastigar skulu tengjast hverju nálægu spennujöfnunarbretti sem stigi á leið hjá (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.11*)
  - burðarbrautir, hlífðarpípur og strengjarennur tengjast nálægu spennujöfnunarbretti (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.12*)
  - \*) málmstoðir, tækjaslár og tankar, stálstillingar, tækjaslár, kranabrautir, lyftur, tækjasamstæður í loftræstingu o.fl. skulu tengjast spennujöfnunarbrettum (sjá *ÍST HB 211, kafli 3.12*)

\*) Skal undantekningarlaust tengjast nálægu spennujöfnunarbretti, samkvæmt staðlinum ÍST EN 60204-1

## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

	Gátlisti			
	Spennujöfnun			
	Dagsetning	Dags endurskoðað	Gefið út af	Samþykkt af
Raflögn	Tilvísunarskráning			Skjalakóði
Verkefni				Blaðsíða 10/11

### 14 Skoðun fyrir gangsetningu

- Skoða skal raflögn áður en hún er tekin í notkun (sjá *ÍST HB 211, kafli 4*)
  - skoðun á spennujöfnunarkerfi (sjá *ÍST HB 211, kafli 4.2*)
  - prófa skal spennujöfnunarkerfi (sjá *ÍST HB 211, kafli 4.3*)
  - ljósmynda skal spennujöfnunarleiðara áður en steyp er í loft, vegg og súlur (sjá *ÍST HB 211, kafli 4.1*)
  - .....
  - .....

### 15 Merkingar

- Skoða skal raflögn áður en hún er tekin í notkun (sjá *ÍST HB 211, kafli 5*)
  - skilgreining búnaðar og eininga skal grundvölluð á *ÍST EN 81346* (sjá *ÍST HB 211, kafli 5.2*)
  - skilgreining búnaðar og eininga skal grundvölluð á:
    - .....
  - merking leiðara og strengja skal grundvölluð á *ÍST EN 62491* (sjá *ÍST HB 211, kafli 5.5*)
  - merking leiðara og strengja skal grundvölluð á skráningu
    - .....
  - merking svæða skulu grundvölluð á staðlinum *ÍST EN 81346* (sjá *ÍST HB 211, kafli 5.2*)
  - merking svæða skulu grundvölluð á skráningu:
    - .....



## Spennujöfnun raflagna í iðnaði

	Gátlisti			
	Spennujöfnun			
	Dagsetning	Dags endurskoðað	Gefið út af	Samþykkt af
Raflögn	Tilvísunarskráning			Skjalakóði
Verkefni				Blaðsíða 11/11

### 15 Skráning

- Skráning gagna vegna spennujöfnunar (sjá *ÍST HB 211, kafli 6*)
  - skráning skal grundvölluð á *ÍST EN 61082, IEC 60617* og *ÍST EN 81346* (sjá *ÍST HB 211, kafli 6.1*)
  - skráning skal grundvölluð á skjölunum:
    - .....
    - .....
    - .....
  - skráning skal m.a. fjalla um:
    - Skráningarlista
    - Yfirlitsteikningu
    - Staðsetningarteikningu
    - Atriðalista
    - Skiltalista
    - Strengjatöflu
    - (sjá *ÍST HB 211, kafli 6.1* og *9.10*)
  - skráning skal m.a. fjalla um:
    - .....
    - .....
    - .....
    - .....
    - .....
  - skráningargögn skal merkja samkvæmt staðlinum *ÍST EN 61355* (sjá *ÍST HB 211, kafli 6.2*)
  - skráningargögn skal merkja samkvæmt skjölunum:
    - .....
    - .....