

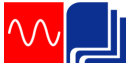


Rafbók



Raflagnir

**Raflagnir bygginga og öryggismál
Stuðningsefni fyrir kennslu í rafiðnum**



Raflagnir

Þetta hefti er án endurgjalds á rafbókinni.

www.rafbok.is

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

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

Ófeigur Sigurðsson tók saman.

Tilvísanir uppfærðar í febrúar 2014 og linkar uppfærðir í september 2016.

Umbrot í rafbók Bára Halldórsdóttir.

Vinsamlegast sendið leiðréttingar og athugasemdir til

Báru Halldórsdóttur bara@rafnam.is

Raflagnir

Efnisyfirlit

Formáli	6
1. Þróun í rafmagns öryggismálum í Evrópu og Íslandi.....	7
2. Reglugerðir, staðlar og önnur gögn	11
2.1 Reglugerð um raforkuvirki nr. 678/2009	12
2.2 Tæknilegir tengiskilmálar raforkudreifingar.....	13
2.3 Byggingarreglugerð nr. 112/2012	14
2.4 Orðsending nr. 1/84 Rekstur, eftirlit og viðhald raforkuvirkja.....	14
2.5 Öryggishandbók Samorku.....	15
2.6 ÍST 150:2009 Raf- og fjarskiptalagnir fyrir íbúðarhúsnaði	15
2.7 ÍST 200:2006 Raflagnir bygginga	16
2.8 ÍST 200:2006, hluti 1 til 8.....	20
3. Veitukerfi, varnaraðgerðir og heimtaugar	24
3.1 Jarðskaut og spennujöfnun.....	27
3.2 Tengingar á jarðskauts- og spennujöfnunartaugum.....	28
3.3 Heimtaugar	28
4. Rafföng.....	31
4.1 Rafleiðslur og efni til lagningar þeirra.....	31
4.2 Raflagna-og töflubúnaður	31
4.3 Neyslutæki.....	31
5. Fyrirkomulag raflagna	33
5.1 Ljósagreinar.....	34
5.2 Aðrar greinar en ljósagreinar	35
6. Rafleiðslur	36
6.1 Samræmd merking raftauga	38
6.2 Strengir og taugar í fastar raflagnir	39
6.2.1 Ídráttartaugar	39
6.2.2 Lagnastrengir.....	40
6.2.3 Aflstrengir	43
6.2.4 Stýristrengir.....	46

Raflagnir

6.3 Lausataugar	47
6.3.1 Flatar plastsnúrir H03VVH2-F	47
6.3.2 Lampasnúrir H03VV-F	47
6.3.3 Tækjasnúrir H05VV-F	48
6.3.4 Hitapólnar snúrir	48
6.3.5 Plastsnúra fyrir handverkfæri (NGMH11YÖ-VDE)	49
6.3.6 Gúmsnúrir með ofinni hlífðarkápu (H03RT-F)	49
6.3.7 Gúmsnúrir (H05RR-F)	49
6.3.8 Léttur gúmsstrengur með þólni hlífðarkápu (H05RN-F)	50
6.3.9 Gúmsstrengir með slitsterkri þólni hlífðarkápu (H07RN-F).....	50
6.4 Taugar í töflum og tækjum.....	51
6.4.1 Töflutaugar	51
6.4.2 Töflutaugar með tvöfaldri einangrun	51
6.4.3 Taugar lampa og tækja.....	52
7. Gerð raflagna og straumþol þeirra	53
7.1 Kröfur til raflagna og eiginleikar byggingarluta.....	55
7.2 Pípulagnir	56
7.3 Raflagnir í steinveggi	59
7.4 Raflagnir í plötuklædda vegg (holrúmsveggi)	60
7.5 Hljóðeinangraðir veggir	61
7.6 Léttir veggir með brunapól	62
7.7 Strengjalagnir	63
7.8 Gegntök um veggir og hæðarskil	64
7.9 Strengjarennur	65
7.10 Tenglarennur og gólfistarennur	66
7.11 Strengstigar og bakkar	69
7.12 Lausataugar	72
7.13 Raftaugabúnaður	73
7.13.1 Inntök fyrir strengi og taugar	73
7.13.2 Tengingar tauga.....	75
8. Töflur	77
8.1 Töfluskápar	77
8.2 Greinatöflur	79
8.3 Veggskápar.....	79

Raflagnir

8.4 Veggskápar frá Siemens, gerðir ALPA 160, 400 og 630	80
8.5 Gólfskápar	81
8.6 Einingakerfi gólfskápa	82
8.7 Uppsetning búnaðar í einingaskápa	82
8.8 Töflutaugar og straumþol þeirra	83
9. Töflubúnaður.....	85
9.1 Vör.....	85
9.2 Bræðivör.....	86
9.3 Gripvör	90
9.4 Varrofar	91
9.5 Sjálfvör (sjálfvirk vör)	91
9.6 Aflofar.....	95
9.7 Bilunarstraumsrofar.....	95
9.8 Fjarrofar.....	98
9.8.1 Segulrofar.....	98
9.8.2 Rofaklukkan.....	98
9.8.3 Veltirofar (stuðstraumrofar).....	99
9.8.4 Biðrofar	100
10. Raflagnabúnaður	102
10.1 Rofar.....	102
10.2 Ljósdeyfar (dimmar)	106
10.3 Hreyfiskynjarar	108
10.4 Ljósneymar.....	109
10.5 Búnaður til neyðarrofs og neyðarstöðvunar.....	110
10.6 Tenglar	111
11. Annar raflagnabúnaður	113
11.1 Spennar.....	113
11.2 Spennar fyrir smáspennta lýsingu.....	113
11.3 Spennar fyrir bjöllumkerfi.....	114
11.4 Lampar	115
11.5 Hreyfilrofar	117
12. Raflagnir á ýmsum stöðum	118
12.1 Raflagnir við venjuleg ytri áhrif (þurrir staðir).....	118

Raflagnir

12.2 Raflagnir á rökum stöðum.....	119
12.3 Raflagnir á blautum stöðum og stöðum með tærandi efnum.....	119
12.4 Raflagnir á stöðum þar sem bruna- eða sprengihætta er.....	120
12.5 Raflagnir utanhúss.....	122
13. Prófanir á rafmagns öryggi í veitum og tækjum	123
14. Slysavarnir við rafvirkjavinnu	128
14.1 Slysahætta á vinnustöðum.....	128
14.2 Handverkfæri og fleira	128
14.3 Rafmagnsverkfæri	131
14.4 Vinnusvæðið	134
14.5 Vinna við raforkuvirki	135
14.6 Öryggisreglurnar fimm.	136
1. Aðskilnaður eða fullrof	137
2. Trygging gegn innsetningu	137
3. Könnun á spennuleysi	138
4. Jarðtenging og skammhleyping	139
5. Loka eða girða af nálæga spennuhafa hluti.....	139
14.7 Spennusetning	140
14.8 Ábending	140
14.9 Vinna nálægt spennuhafa hlutum.....	140
VIÐAUKI I	142
Ákvæðisvinnugrundvöllur rafiðna, kafla III (lítilllega breytt)	142
Viðauki II	148
Verndarstig rafbúnaðar	148
Viðauki III.....	149
Val á skrufnipplum.....	149
Viðauki IV.....	150
Raflagnatákn	150
Viðauki V	154
Dæmi um eldvarnarveggi, hæðarskil og eldvarnarhurðir 153.BR1	154

Raflagnir

Formáli

Árið 2001 var kennsluheftið Raflagnir gefið út með stuðningsefni fyrir kennslu í rafiðnum. Á undanförunum árum hefur þetta efni tekið miklum breytingum m.a. vegna gildistöku staðalsins ÍST 200:2006 Raflagnir bygginga. Endurskoðun og endurútgáfa á þessu hefti var því orðin brýn en með henni er vonast til að heftið nýtist áfram sem stuðningsefni í áföngunum RAL102, RAL202, RAL303, RAL403, RAL503, RAL603, RAL704 og RER103.

Aftast í heftinu eru skrifleg verkefni úr efninu, en kennarar geta líka útbúið eigin verkefni í samræmi við áherslu í sinni kennslu. Engar verklegar æfingar eru í heftinu enda aðstaða til þeirra hluta mismunandi eftir skólum.

Í kafla 13 er fjallað um prófanir á rafmagnsöryggi í veitum og virkjum og er mikilvægt að nemendur sannreyni öll raflagnaverkefni með þeim aðferðum sem við eiga hverju sinni.

© Ófeigur Sigurðsson, ágúst 2010. (20.02.2014, tilvísanir uppfærðar).

Raflagnir

1. Þróun í rafmagns öryggismálum í Evrópu og Íslandi



Þegar almenn notkun raforku hófst í Evrópu á seinni hluta 19. aldar komu í ljós óæskilegri hliðar rafvæðingarinnar eða íkveikjur og slysafvöldum bruna og raflosts. Fljótlega var farið að sporna gegn þessu með því að setja ákveðnar reglur um uppsetningu og rekstur raflagna. Þessar reglur voru settar af einstökum rafveitum og ábyrgð og eftirlit í höndum þeirra. Fyrstu reglurnar voru ekki samræmdar milli einstakra orkuveitusvæða. Þetta skapaði viss vandamál við samruna minni rafveitna með vaxandi raforkunotkun á fyrri hluta 20. aldar og varð til þess að gefnar voru út samræmdar reglur og landsstaðlar um tæknilegar kröfur til raflagna í einstökum ríkjum. Markmið með þessum kröfum var að tryggja öryggi notenda og um leið að öll rafföng á innanlandsmarkaði uppfylltu tæknileg viðmið um gæði og öryggi. En verndarsjónarmið við innlenda framleiðslu hafði, í einhverjum tilvikum, líka sín áhrif á mótun krafanna.

Eftir seinni heimstyrjöldina efldust milliríkjaviðskipti mjög og um leið hófst markviss vinna við afnám tæknilegra viðskiptahindrana milli ríkja. Flestum var ljóst að til þess að ná þessu marki þyrfti vara að uppfylla tæknileg viðmið sem viðurkennd væru af alþjóðasamfélaginu. Alþjóðlegir staðlar gegndu (og gera enn) lykilhlutverki í þessari þróun.

Með stofnun Evrópubandalagsins hófst m.a. samræmingarferli um viðurkenningu á alþjóðlegum tæknistöðlum sem enn er ekki lokið. Árið 1985 var stigið mikilvægt skref er Evrópusambandið tók upp

Raflagnir

aðferð til að vinna gegn tæknilegum viðskiptahindrunum og koma á frjálsu vöruflæði á innri markaði bandalagsins. „Þessar hindranir fólust í því að mismunandi reglur og staðlar giltu í hverju Evrópulandi fyrir sig og þurftu framleiðendur að laga framleiðsluvörur sínar að mismunandi kröfum eftir því til hvaða lands varan var seld. Á ensku heitir aðferðin „The New Approach“ og hefur hún verið kölluð Nýja aðferðin á íslensku. Samkvæmt Nýju aðferðinni gefur Evrópusambandið út tilskipanir sem skylda er að lögleiða í öllum ríkjum EES.

Nú hafa verið gefnar út tilskipanir sem ná til fjölda vöruflokka og kemur þeim til með að fjölga enn frekar. Tilskipanirnar hafa að geyma ófrávíkjanlegar grunnkröfur um að varan sé örugg í notkun og valdi hvorki heilsutjóni né umhverfisspjöllum. Í mörgum tilvikum er síðan vísað í samræmda Evrópustaðla (EN) um nánari útfærslu á kröfunum“ (stadlar.is). Við þetta opnaðist gríðarstór markaður fyrir rafföng sem leiddi til hagræðingar og lækkunar á verðlagi til hagsbóta fyrir neytendur

Mjög brýnt er fyrir framleiðendur og innflytjendur að gæta að því hvort vörur sem þeir framleiða eða flytja inn heyri undir tilskipanir Evrópusambandsins. Ef sú er raunin verður að fylgja ákvæðum þeirra og sýna fram á samræmi við kröfurnar með CE- merkingu.

Þróunin hér á landi var á ýmsan hátt svipuð og í Evrópu. Hér voru rafveitur aðallega í eigu ríkis og sveitarfélaga og eftirlit með neysluveitum á þeirra vegum. Rafmagnseftirlit ríkisins (RER) var stofnað árið 1933. Það gegndi mikilvægu hlutverki í

Raflagnir

rafmagnsöryggismálum og sá meðal annars um eftirlit og viðurkenningu á rafföngum. Raffangaprófun RER var starfrækt um áratuga skeið og annaðist hún prófanir á rafföngum sem fyrirhugað var að setja á markað hér á landi.

Framleiðendum og innflytjendum var þannig skylt að sækja um viðurkenningu fyrir rafföng hjá Raffangaprófun og um leið að leggja fram sýnishorn af vöru til prófana (sjá auglýsingu úr Morgunblaðinu frá 1967).

Aðvörðun frá rafmagnseftirliti ríkisins

Að öryggisástæðum gagnvarp almennings og einnig vegna þeirrar ábyrgðar, sem hvílir á innflytjendum, framleiðendum og öðrum seljendum prófunarskylds rafmagnsvarnings vekur Rafmagnseftirlit ríkisins athygli á eftirfarandi:

Samkvæmt ákvæðum reglugerðar um raforkuvirkni dags. 14. júní 1933, kafla III, svo og tilkynningum Rafmagnseftirlitsins nr. 9, 25. maí 1950 og tilkynningu nr. 10, 20. júní 1947 er innflutningur, sala og dreifing hvers konar rafmagnstækja og rafmagnsvarnings, sem prófunarskyldur er, með öllu óheimill nema sýnishorn hafi áður verið send Rafmagnsprófun Rafmagnseftirlitsins til prófunar og hlotið tilskylda viðurkenningu.

Með mál út af brotum á reglugerðinni, skal fara sem almenn lögreglumál.

Reykjavík 30. október 1967.

Rafmagnseftirlit ríkisins.

Miklar breytingar urðu hér á land í árið 1994 er Ísland gerðist aðili að ferlinu í Evrópu sem eitt ríkja innan Evrópska efnahagssvæðisins. Á Evrópska efnahagssvæðinu er óheimilt að markaðssetja vörur án CE - merkis, heyrir þær undir svonefndar nýaðferðar-tilskipanir. Þetta gildir einnig um íslenskar vörur á íslenskum markaði. Það eru framleiðendur sjálfir sem bera ábyrgð á að vörur þeirra séu CE- merktar.

Raflagnir



*Óheimilt er að
markaðssetja vörur án
CE-merkis.*

Innflytjendur bera ábyrgð á að vörur sem þeir flytja inn beri CE- merki, ef við á. Þegar varan hefur verið CE- merkt er heimilt að markaðssetja hana án hindrana á öllu Evrópska efnahagssvæðinu. Þörfin fyrir raffangaprófun var ekki söm og áður og hún því lögð niður árið 1993 og stofnað markaðseftirlit með rafföngum. Þetta eftirlit er nú á vegum Neytendastofu.

Eins og áður hefur komið fram hefur vinna við gerð alþjóðlegra staðla á sviði raftækni staðið lengi. Fyrsta skrefið var stigið með stofnun Alþjóðaraftækniráðsins IEC (International Electrotechnical Commission) árið 1906, en megin tilgangur var að efla alþjóðlegt samstarf um gerð staðla.

Markmið með starfi IEC er meðal annars að:

- fylgja tæknilegri þróun og lýsa þannig bestu aðferðum á hverju sviði
- bjóða fjölbreytta valkosti innan raftækninnar
- gefa út óháðar leiðbeiningar á sviði raftækni
- gefa út samræmdar reglur fyrir alþjóðleg matskerfi.

IEC hefur gefið út mikinn fjölda staðla og verða hér aðeins nefndir þrjár af handahófi;

IEC 60034 Rafvélar (Rotating electrical machiner)

IEC 60617 Teiknitákn

(Graphical symbols for diagrams)

IEC 60598-1 Lampar, almennar kröfur

(Luminaires: General Requirements)

Raflagnir

Samræming staðla innan Evrópu er á vegum Evrópsku rafstaðlasamtakanna (CENELEC).

Samræmdir CENELEC staðlar eru auðkenndir með EN í staðalkóða IEC og um leið og þeir öðlast gildi hér á landi eru þeir auðkenndir með ÍST EN, dæmi; ÍST EN 60598.

2. Reglugerðir, staðlar og önnur gögn



Markmiðið með þessu riti er að kynnast efni og búnaði sem notaður er í raflagnir bygginga og þeim reglugerðum, stöðlum og öryggisreglum sem ná yfir raflagnir bygginga og raforkukerfi hér á landi.

Helstu námsgögn eru:

[Reglugerð um raforkuvirki nr. 678/2009](#) með áorðnum breytingum,

[Tæknilegir tengiskilmálar raforkudreifingar,](#)

[Byggingarreglugerð nr. 112/2012,](#)

[Orðsending nr. 1/84, Rekstur, eftirlit og viðhald raforkuvirkja,](#)

ÍST 200:2006 Raflagnir bygginga,

[Öryggishandbók Samorku,](#)

og annað fjölfaldað efni frá kennara.

Nemendur verða að hafa framangreind námsgögn og aðgang að tölvum tengdum veraldarvefnum. Í náminu er ekki stefnt að því að læra námsgögnin utanbókar heldur öðlast þá lipurð og þekkingu er þarf til að finna og skilja þau ákvæði er fjalla um hvert tilfallandi verkefni. Þjálfun í notkun reglugerða og staðla byggist fyrst og fremst á að beita ákvæðum þeirra við lausn verkefna.

Raflagnir

Árangur hvers og eins fer því aðallega eftir framlagi hans í þeirri vinnu. Gert er ráð fyrir að nemendur noti framangreind rit sem hjálpargögn við verkefnavinnu og skrifi bæði svör og tilvísanir í einstakar greinar við lausn verkefnanna. Áður en lengra er haldið er rétt að kynnast nánar helstu náms gögnunum og fara lauslega yfir meginefni þeirra.

2.1 Reglugerð um raforkuvirki nr. 678/2009

Í [Reglugerð um raforkuvirki](#) (RUR) er fyrst og fremst fjallað um verk svið og tilhögun rafmagnseftirlits, tilgang þess og gildissvið. Þar er líka gert grein fyrir kröfum um menntun og reynslu þeirra sem öðlast vilja t.d. löggildingu sem rafverktakar og hvernig markaðseftirliti með rafföngum er háttáð, svo fátt eitt sé nefnt. RUR var gefin út í A5 lausblaðaformi. Kostir þess eru augljóslega þeir að auðvelt er að endurnýja einstakar síður eftir því sem tilefni er til. Hinsvegar hefur reynslan sýnt að oft dregst að uppfæra bækur og því algengt að úreltar bækur séu í notkun.

RUR hefur tekið miklum breytingum frá upphaflegri útgáfu. Í desember 2007 tilkynnti Neytendastofa að kafla 2, Heiti og hugtök og kafla 3, Reglur um gerð, tilhögun og starfrækslu raforkuvirkja, hafi verið felldir niður. Þess í stað skulu háspennt raforkuvirki, háspenntar loftlínur, ásamt lágspenntum raforkuvirkjum (neysluveitum) og lágspenntum loftlínunum uppfylla ákveðnar grunnkröfur sem tilgreindar eru í grein 10 í reglugerðinni, ásamt sérstökum öryggiskröfum sem tilgreindar eru í greinum 11, 12 og 13. Fyrrgreind virki sem gerð eru

Raflagnir

samkvæmt íslenskum stöðlum og sérstökum öryggiskröfum, sem tilgreindar eru í greinum 11, 12 og 13 eru álitin uppfylla grunnkröfur, samanber grein 10.

Tilvísun í Reglugerð um raforkuvirki skal vera þannig, dæmi: RUR-12

Reglugerð um raforkuvirki er á vef

Mannvirkjastofnunar, sjá www.mannvirkjastofnun.is

2.2 Tæknilegir tengiskilmálar raforkudreifingar

[Tæknilegir tengiskilmálar raforkudreifingar](#) (TTR) eru settir samkvæmt 23. grein reglugerðar um framkvæmd raforkulaga. Ákvæði TTR gilda um neysluveitur með kerfisspennu allt að 1000 V sem tengd eru við lágspennudreifikerfi rafveitna. Í TTR eru almenn ákvæði um neysluveitur og hver ber ábyrgð á rekstri þeirra. Þar er einnig fjallað um heimtaugar og tengingar þeirra, frágang og uppsetningu á orkumælum og rafmagnsneyslutækjum. Í TTR er fjöldi skýringamynda og teikningar sem sýna frágang í mælatöflum í mismunandi veitukerfum.

Aftast í TTR eru þrjár greinar sem rétt er að nemendur kynni sér;

1. Upplýsingar fyrir umsækjendur heimtauga,
2. Leiðbeiningar um gerð raflagnauppdráttar fyrir heimtaugar og mælatöflur og
3. Leiðbeiningar um notkun eyðublaða.

Tilvísun í Tæknilega tengiskilmála raforkudreifingar skal vera, dæmi: TTR-1.2

Tæknilegir tengiskilmálar raforkudreifingar eru gefir út af Samorku, sjá www.samorka.is

Raflagnir

2.3 Byggingarreglugerð nr. 112/2012

Í [byggingarreglugerð](#) (BYG) er fjallað um tæknilegar kröfur til bygginga og hvernig tryggja má öryggi í meðferð byggingarmála og að gætt verði heilbrigðis-, umhverfis- og öryggissjónarmiða við byggingu og rekstur mannvirkja. Hlutverk og verksvið iðnmeistara og annarra sem starfa við byggingarframkvæmdir er skilgreint. Varðandi raflagnir í byggingum er vert að fara sérstaklega yfir brunahólfun bygginga og hvernig haga skal raflögnum með tilliti til þeirra. Fjallað er um kröfur um út- og neyðarlýsingu og uppsetningu brunaviðvörðunarkerfa í ákveðnum byggingum, svo fátt eitt sé nefnt.

Tilvísun í Byggingarreglugerð nr. 112/2012 skal vera þannig, dæmi: BYG-L1

[Byggingarreglugerð nr. 112/2012](#) er á vef

Mannvirkjastofnunar, sjá www.mannvirkjastofnun.is

2.4 Orðsending nr. 1/84 Rekstur, eftirlit og viðhald raforkuvirkja

Ákvæði [Orðsendingar nr.1/84](#) gilda um rekstur raforkuvirkja. Í þessum áfanga er lögð áhersla á öryggisreglurnar fimm og reglur um vinnu í eða nálægt raforkuvirkjum. Fjallað er um kunnáttu og þjálfun starfsmanna í raforkuvirkjum m.t.t. til öryggissjónarmiða. Farið í öryggisbúnað og fjarlægðir í háspennuvirkjum s.s. hættufjarlægð og öryggisfjarlægð.

Tilvísun í Orðsendingu RER nr. 1/84 Rekstur, eftirlit og viðhald raforkuvirkja skal vera þannig, dæmi: RER-1/84 16.2

Raflagnir

[Orðsendingar nr.1/84](#) Rekstur, eftirlit og viðhald raforkuvirkja, er á vef Mannvirkjastofnunar, sjá www.mannvirkjastofnun.is

2.5 Öryggishandbók Samorku

[Öryggishandbók Samorku](#) (ÖRS) er unnin af vinnuhópi á vegum Samorku og er hugsuð sem handbók um öryggi og vinnuvernd fyrir allar veitur innan samtakanna.



Af hálfu Samorku er bókin einungis gefin út á rafrænan hátt og vistuð á vef samtakanna. Hvert fyrirtæki getur fengið rafrænt eintak, breytt því og aðlagð að sínum þörfum eftir aðstæðum. Bókin verður þannig hluti af daglegu öryggiskerfi fyrirtækisins, sem notandi upp færir eftir sínum þörfum. Í bókinni er m.a. fróðleikur um vinnubrögð er lúta að öryggi og vellíðan starfs manna við dagleg störf, heilsueflingu, viðbrögð við slysum og neyðarviðbrögð.

Tilvísun í Öryggishandbók Samorku skal vera þannig, dæmi: ÖRS-1.2

[Öryggishandbók Samorku er](#) gefin út af Samorku, sjá www.samorka.is

2.6 ÍST 150:2009 Raf- og fjarskiptalagnir fyrir íbúðarhúsnæði

Þessi staðall er unnin af tækninefnd á vegum Rafstaðlaráðs. Í staðlinum er gert grein fyrir staðsetningu á rofum, tenglum og tengistöðum í raflögnum. Gert er grein fyrir lágmarksfjölda tengla

Raflagnir

í íbúðum og hvaða tæki eigi að vera á tengli frá sérgrein. Einnig er fjallað um fjarskiptalagnir, allt frá inntaki til úttaka.

Tilvísun í ÍST 150:2009 Raf- og fjarskiptalagnir fyrir íbúðarhúsnæði, dæmi: ÍST 150-4.7.2

ÍST 150:2009 Raf- og boðlagnir fyrir íbúðarhúsnæði er gefin út af Staðlaráði Íslands, sjá www.stadlar.is

2.7 ÍST 200:2006 Raflagnir bygginga

Árið 2006 gaf Staðlaráð Íslands út nýjan staðal um raflagnir í byggingum. Þessi staðall er nefndur ÍST 200:2006 Raflagnir bygginga og kemur hann að miklu leyti í stað tæknilegs efnis í 2. og 3. kafla reglugerðar um raforkuvirki. Þann 14. desember 2007 tilkynnti Öryggissvið Brunamálastofnunar sem er nú hluti af Mannvirkjastofnun að staðallinn taki gildi þann 1. janúar 2008 en jafnframt að gefinn verði aðlögunartími til janúar 2009 um heimild til þess að hanna raflagnir í samræmi við eldri ákvæði í RUR. Vinnu við þær raflagnir skal þó lokið eigi síðar en 1. janúar 2010.

ÍST 200:2006 er að mestu leyti þýðing á stöðlum í staðlaröðinni IEC 60364 frá Alþjóðlega raftækniráðinu IEC en margir þeirra hafa verið samþykktir af CEN/ELC sem evrópsk samræmingarskjöl í röðinni HD 384. Almennt gildir IEC 60364 um raflagnir bygginga eða hluta þeirra með riðspennu allt að 1000 V (virkt gildi) og jafnspennu allt að 1500 V. ÍST 200:2006 er í raun ekki einn staðall heldur þarf að hafa aðgang að mörgum öðrum stöðlum ef fylgja á ákvæðum hans til hlítar (sjá Viðauka A bls. 369 í ÍST 200:2006).

Raflagnir

Í nokkrum tilvikum er tekið fram að efni ÍST 200:2006 sé í athugun og því ljóst að vænta má breytinga á efninu en jafnframt er ljóst að tæknileg fyrirmæli og staðlar taka stöðugum breytingum samfara tækniþróun og öðrum breytingum á markaði. Víða í Evrópu hefur IEC 60364 verið gefinn út í mörgum hlutum í A4 broti sem auðveldar endurútgáfu. ÍST 200:2006 er hinsvegar í A4 bókarformi, alls 377 síður sem kann að valda töfum á endurútgáfu. Á móti kemur að þegar ný útgáfa af staðlinum kemur út verður framkvæmdin og gildistakan mun skýrari með þessu fyrirkomulagi.

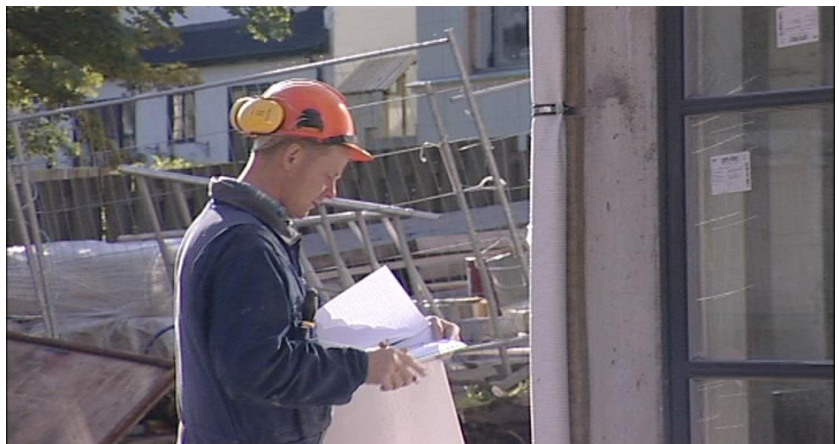


ÍST 200 er afar mikilvægur öllum þeim sem vinna við hönnun og uppsetningu rafbúnaðar og lagnakerfa í byggingum. Þó efni ÍST 200 lúti fyrst og fremst að raflögnum bygginga þá snertir hann einnig aðra sérhæfða þætti svo sem boðskiptakerfi, rafalásamstæður, öryggiskerfi o.fl. Allir sem starfa í rafiðnaði verða því að öðlast ákveðna grunnþekkingu á efni staðalsins. Staðallinn gildir ekki um farartæki eða annað sem ekki tengist beint við raflagnir bygginga s.s. rafbúnað farartækja, raflagnir skipa og flug véla og almenna götulýsingu.

ÍST 200:2006 er skipt í 8 hluta eftir efnisflokkum. Mynd 1 sýnir lauslega hvaða efni er í hverjum hluta. Hluti 1 og 2 er eiginlega inngangur með almennum kröfum og skilgreiningum og eru þeir efst á myndinni. Tilgangurinn er fyrst og fremst að auðvelda skilning á staðlinum. Í hlutum 3, 4, 5 og 6 er fjallað ítarlega um mikilvæg tæknileg atriði sem allar raflagnir, sem staðallinn nær yfir, þurfa að uppfylla. Hér má t.d. nefna; varnaraðgerðir, val á rafbúnaði og nauðsynlegar sannprófanir.

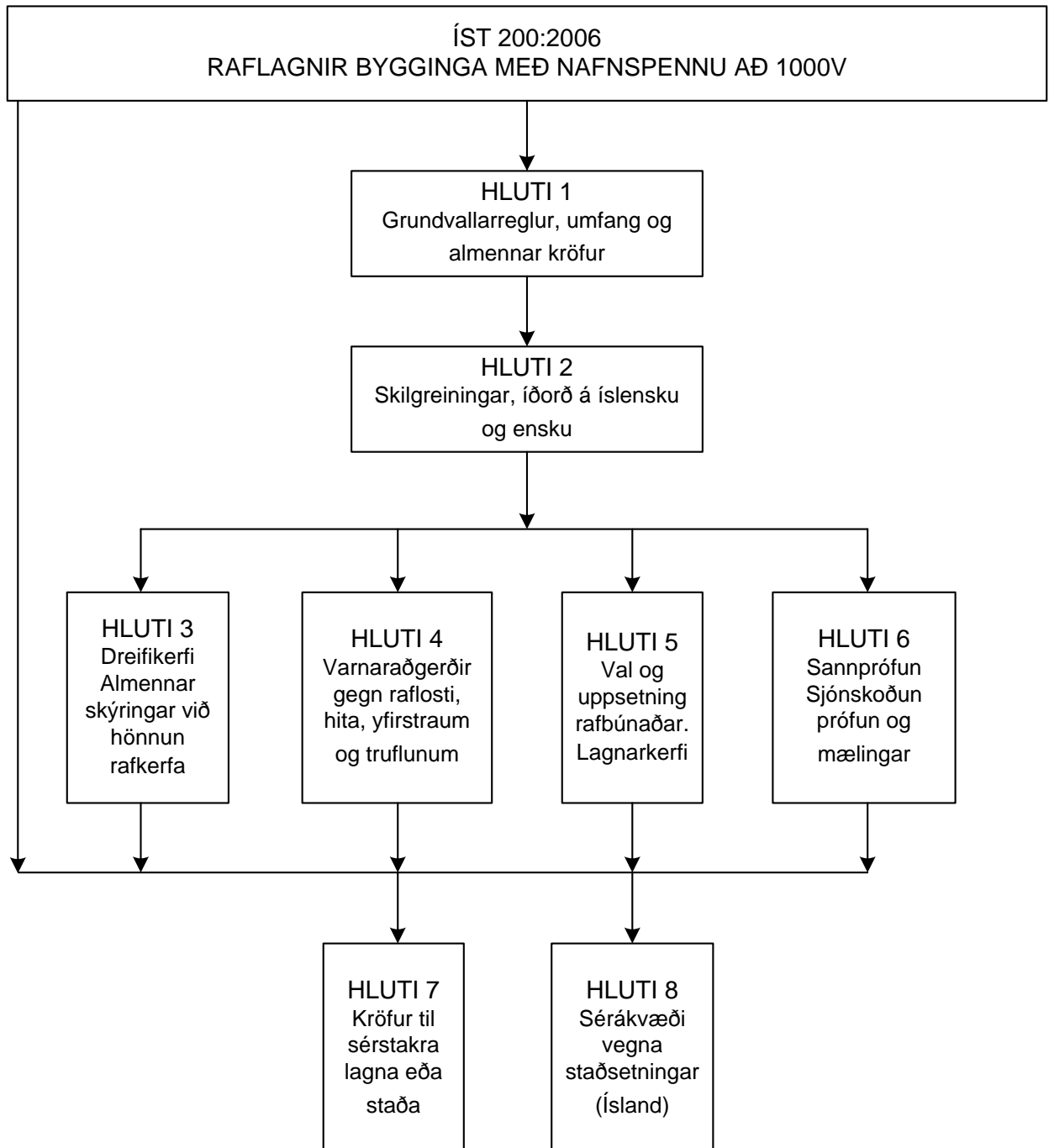
Raflagnir

Í hluta 7 og 8 eru kröfur sem gilda um sérstök raforkuvirki og raflagnir á ýmsum stöðum m.a. eftir staðháttum og starfsemi. Í hluta 8 eru sér ákvæði sem eingöngu eiga við um Ísland. Reyndir fagmenn vinna líklega mest með hluta 7 og 8 við hönnun og uppsetningu raflagna en leita helst í öðrum hlutum staðalsins þegar upp koma vafaatriði.



Númerakerfi í ÍST 200:2006		
Ritinu er skipt í hluta, kafla og greinar sem eru auðkennd eins og sýnt er að neðan.		Dæmi
Hlutar	Í hækkandi röð, einn tölustafur	4
Kaflar	Í hækkandi röð, tveir tölustafir	41
Undirkaflar	Í hækkandi röð, kaflanúmer + einn tölustafur	412
Greinar	Í hækkandi röð innan kafla + punktur + greinanúmer	413.1
Undirgreinar	Í hækkandi röð innan greinar, með öðrum punkti + númer undirgreinar	542.1.1
Ónúmeraðar greinar	Þegar inngangstexti kemur á undan tilteknum kafla eru notuð núll fyrir kaflanúmer.	400.1

Raflagnir



Mynd 1

Raflagnir

2.8 ÍST 200:2006, hluti 1 til 8

Staðallinn skiptist í átta hluta. Hér verður gerð grein fyrir helstu atriðum sem eru í hverjum hluta.

Hluti 1: Grundvallarreglur.

Þessi hluti skiptist í fjóra kafla. Í þeim er gert grein fyrir umfangi ÍST 200:2006 og settar fram almennar grundvallarreglur staðalsins.

Hluti 2: Skilgreiningar.

Hér eru talin upp 175 helstu íðorð sem notuð eru í staðlinum. Rétt er að taka fram að nauðsynlegt er að þekkja þessi íðorð svo efni staðalsins komist til skila. Á meðal þeirra eru; *núllleiðari*, *varnarleiðari*, *PEN-leiðari*, *raffang*, *spennujöfnun*, *nafngildi*, *snertispenna*, *bein og óbein snerting*, *raflost* og *seilingarsvið*. Sérstök hugtök á ákveðnu fagsviði eru hinsvegar skýrð í viðkomandi hluta.

Dæmi; TN-S kerfi er skýrt í grein 312.2.

Íðorðin eru einnig á ensku enda hafa flest þeirra þegar fengið alþjóðlega skilgreiningu.

Hluti 3: Mat almennra eiginleika.

Þessi hluti er í fjórum köflum með útskýringum á grundvallar eiginleikum TN-, TT- og IT-kerfa við mat á varnaraðgerðum. Hér er líka krafa um upplýsingar og mat á aflagjafa (t.d. almenningsveitu) varðandi tegund straums, nafnspennu, vænti skammhlaupsstraums, hámarks álags og skiptingu raflagnar á greinar. Nokkrar kröfur í þessum hluta er svo almennt orðaðar að fagmenn gætu átt erfitt með að fylgja þeim í framkvæmd.

Raflagnir

Hluti 4: Varnaraðgerðir.

Þessi hluti er í 4 köflum, sem allir eru mikilvægir varðandi öryggi raflagna, en þó sérstaklega kafla 41 (Vörn gegn raflosti) og kafla 43 (Yfirstraumsvarnir).

Í kafla 41 er fjallað um varnaraðgerðir gegn beinni og óbeinni snertingu og nákvæm lýsing á kröfum um aðalspennujöfnun og aukaspennujöfnun. Þegar vörn gegn óbeinni snertingu er fengin með sjálfvirku rofi frá veitu í TN-kerfi, skal roftími vera lægri en tilgreint er í töflu 41.1.

Í kafla 43 er lýsing á því hvernig spennuhafa leiðarar er varðir með einu eða fleiri varnartækjum sem tryggja sjálfvirkt rof við yfirálag eða skammhlaup.

Hluti 5: Val og uppsetning rafbúnaðar.

Hluti 5 skiptist í 5 kafla.

Í kafla 51 (Almennar reglur) er fjallað um val og uppbyggingu rafbúnaðar, rekstrarskilyrði og ytri áhrif.

Kafla 52 (lagnakerfi) fjallar um val og uppsetningu lagnarkerfa og lagnaraðferðir, sjá töflur 52.1, 52.2 og 52.3. Þá er gerð grein fyrir kröfum um tilfæringar vegna ytri áhrifa s.s. umhverfishita, vatni, raka og kraftrænni áraun. Hér er enn fremur að finna töflu um lágmarksgildleika leiðara (tafla 52.5) og straumþol leiðara (undirkafla 523 og viðauki 52A).

Kafla 53 (Aðskilnaður, rof og stýring) fjallar um almennar kröfur varðandi aðskilnað, rof og stýringar og um þær kröfur sem gerðar eru vegna slíks búnaðar.

Raflagnir

Kaflí 54 (Tilhögú jarðtenginga, varnarleiðarar og spennujöfnunarleiðarar) fjallar um tilhögú jarðtenginga, varnarleiðara og spennujöfnunartauga sem hafa þann tilgang að tryggja öryggi raflagna. Hér er að finna lágmarksefni í jarðskautum og lágmarksgildleika jarð- og varnarleiðara.

Í kafla 55 (Annar búnaður) eru settar fram kröfur um rafalásamstæður og sérstakar kröfur um aflgjafa fyrir öryggiskerfi. Í undirkafla 559 er fjallað um val og uppsetningu á lömpum og lýsingarkerfum.

Hluti 6: Sannprófun.

Kaflí 61 er eini kaflinn í þessum hluta og nefnist hann Upphafssannprófun. Eins og kaflaheitið bendir til á þessi hluti staðalsins aðeins við um nýjar raflagnir og í honum eru settar fram kröfur um sannprófun, með skoðun og prófun, á því að raflögn sé í samræmi við kröfur í öðrum hlutum staðalsins. Prófunarviðmið eru sett fram og prófunum lýst.

Hluti 7: Kröfur til sérstakra staða eða lagna.

Í þessum hluta eru kröfur til sérstakra staða eða lagna, sem geta verið viðbætur við eða breytingar á almennum kröfum í staðlinum. Á meðal kafla í þessum hluta má nefna:

701 Staðir þar sem annaðhvort er baðker eða sturta

703 Saunabaðklefar

704 Lagnir á byggingarstöðum

705 Raflagnir í byggingum í landbúnaði

707 Kröfur um jarðtengingu tölvubúnaðar

Raflagnir

- 708 Hjólhýsasvæði og hjólhýsi
- 713 Húsgögn og innréttingar
- 714 Útilýsingarlagirnir
- 715 Lýsingarkerfi með smáspennu.

Hluti 8: Sérákvæði vegna staðsetningar virkja.

Hér eru séríslenskar kröfur um sérstaka staði eða lagnir sem ekki hafa verið samdir alþjóðlegir eða evrópskir staðlar um. Á meðal kafla í þessum hluta má nefna:

- 801 Raflagnir á rökum stöðum eða blautum ásamt raflögnum utanhúss
- 803 Raflagnir og rafbúnaður á sprengihættustöðum
- 804 Neonljósavirki
- 805 Rafgeymarými
- 806 Rafmagnstöflur (ámóta og kafla 814 í dönsku reglunum frá árinu 2001).

Hér hefur verið gert grein fyrir efni staðalsins í mjög stuttu máli. Í framhaldinu er rétt að fjalla nánar um einstakar greinar staðalsins og útskýra almennar kröfur til raflagna. Þá verður að fara nákvæmlega yfir ýmsar kröfur til sérstakra lagna samkvæmt hluta 7 og 8. Þetta má meðal annars gera með því að leysa verkefni, framkvæma mælingar og gera skýrslur. Það er því nauðsynlegt að allir þátttakendur hafi eintak af staðlinum við lausn verkefnanna.

Tilvísun í ÍST 200:2006 Raflagnir bygginga, dæmi:
ÍST 200:2006-413.1

ÍST 200:2006 Raflagnir bygginga er gefin út af Staðlaráði Íslands, sjá www.stadlar.is

Raflagnir

3. Veitukerfi, varnaraðgerðir og heimtaugar



Tengivirkistöð við Korpu.

Hér verður fjallað um raflagnir í byggingum og búnað þeirra. Bygging sem tengd er við dreifikerfi rafveitu um heimtaug nefnist húsveita. Venjulega er aðeins ein heimtaug að hverri húsveitu ([TTR 4.1.7](#)). Í hverri húsveitu skal gera ráðstafanir til varnar gegn hættu af völdum rafmagns. Hér er um að ræða slyshættu af völdum raflosts eða bruna frá ljósboga eða miklum hita sem getur myndast í raftækjum og búnaði (t.d. við skammhlaup). Varnaraðgerðir byggjast m.a. á að raflagnir og tæki séu vönduð, með góðri einangrun og viðeigandi hlífum. Uppsetning og frágangur raflagna verður að vera fagmannlega unnin og í samræmi við reglur og fyrirmæli.

Raflagnir

Almennt er gerð krafa um sjálfvirkt rof við einangrunarbilun og skiptir þá gerð dreifikerfis rafveitu og fyrirkomulag kerfisjarðtenginga miklu máli (sjá nánar ÍST 200:2006-312).

Flest raforkudreifikerfi eru af TN-C gerð, sjá mynd 31.3 í ÍST 200:2006 eða TT gerð, sjá mynd 31.4 í sama riti.

Í byggingum sem tengjast við raforkudreifikerfi skal beita varnaraðgerðum gegn hættu af völdum raflosts. Þessum varnaraðgerðum má skipta í tvennt, annars vegar aðgerðir sem beinast gegn hættu sem stafar af veitunni þegar hún er í venjulegum rekstri (vörn gegn beinni snertingu) og hinsvegar þegar upp koma bilanir í veitunni (vörn gegn óbeinni snertingu).

Algengustu aðgerðir gegn beinni snertingu eru einangrun spennuhafa hluta og vörn með tálma eða umlykju (sjá ÍST 200:2006-412) en gegn óbeinni snertingu er vörn með sjálfvirku rofi og notkun búnaðar af flokki II (sjá ÍST 200:2006-413).

Þegar uppfylla þarf kröfu um sjálfvirkt rof frá veitu verður að tengja snertanlega leiðna hluta við varnarleiðara og sama jarðskaut, samkvæmt reglum sem gilda um kerfisjarðtengingu (ÍST 200 :2006-413 .1.1.2).

Taka þarf tillit til margra þátta m.a. gerð veitukerfis, jarðskauta, varnartækja, varnarleiðara, spennujöfnunar o.fl., sjá nánar kafla 41 í ÍST 200:2006. Varðandi lagnir og tengingar skal bent á töflutengimyndir í [TTR](#).

Raflagnir

Jarðskaut (sjá ÍST 200:2006-542.2). Velja skal efni í jarðskaut þannig að þau standist tæringu. Algeng efni og lágmarksstærðir eru tilgreind í töflu 54.1 í ÍST 200:2006. Jarðleiðari liggur frá aðaltöflu að jarðskauti (sökkukskauti).

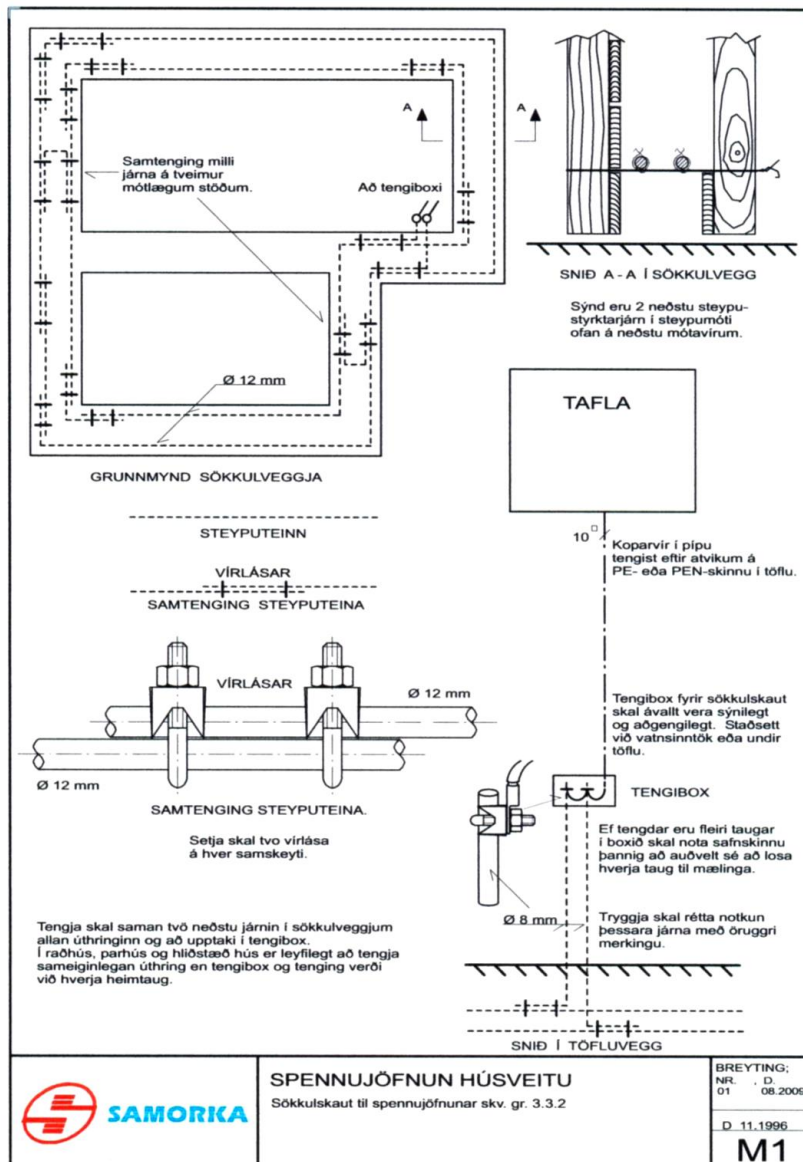
Í eldri byggingum var jarðleiðari lagður að vatnsinntaki og jarðskautið fengið um málmþípukerfi vatnsveitu. Í dag þykja þannig jarðskaut alls ófullnægjandi vegna vaxandi notkunar á plastþípum í vatnsveitum. Benda má á að þegar vatnspípukerfi var notað sem jarðskaut byggingar var jarðleiðarinn tengdur utan við ystu samskeyti á neysluvatnslögninni. Í dag verður ávallt að setja upp sérstakt jarðskaut fyrir byggingar (oftast sökkukskaut) og tengja neysluvatnlögn við aðalspennujöfnun (sjá ÍST 200:2006-413.1.2.1) Aðalspennujöfnunarleiðari liggur frá aðaltöflu að vatnsinntaki og tengist við vatnspípukerfið innan við ystu samskeyti.

Virgni varnaraðgerða er mjög háð frágangi á varnar-, spennujöfnunar- og jarðskautsleiðurum. Hér skiptir því miklu að lagnir þessara leiðara séu vandaðar og tengingar á þeim traustar svo þær geti flutt þá bilanastrauma sem kunna að myndast í veitunni. Sannreyna skal virkni varnaraðgerða áður en ný eða breytt neysluveita er tekin í notkun. Þetta skal gert með mælingum sjá ÍST 200:2006-610 og verklýsingu VL2 frá Mannvirkjastofnun.

Raflagnir

3.1 Jarðskaut og spennujöfnun

Í hverri byggingu verður að setja upp spennujöfnun sem tengir saman aðalvarnarleiðara (t.d. PEN), aðaljarðleiðara (t.d. frá sökkulskauti), málmpípur fyrir vatn og málmhluta byggingar og hitakerfa. Slík spennujöfnun er nefnd aðalspennujöfnun, sjá ÍST 200-413.1.2.1.



Sökkulskaut í nýbyggingu er gert úr tveimur neðstu steypustyrktarteinunum í sökkulnum. Teinarnir mynda þannig samfellda leiðni við ytri mörk byggingar og eru öll samskeyti teinanna gerð með víraklemmum. Frá neðstu teinunum eru síðan lagðir teinar upp í tengistað, oftast að tengikassa í vegg, en þar tengist skautið við jarðskautstauginu með tengiklemmu. (Sjá skýringamynd M1 á bls. 25 í [TTR](#)).

Raflagnir

Leiðbeiningar um val á gildleika leiðara í aðalspennujöfnun í byggingum er að finna í [TTR](#), sjá skýringamyndir T1A til T11. Rafvirkjameistari sem staðfest hefur ábyrgð sína á verki, ber m.a. ábyrgð á frágangi sökkulskauts, spennujöfnunar og að reyndaruppdrætti sé skilað til byggingarfulltrúa að verki loknu. [BYG-4.10.6](#).

3.2 Tengingar á jarðskauts- og spennujöfnunartaugum



Við tengingar á jarðskauts- og spennujöfnunartaugum við vatnspípur eru notaðar jarðtengiklemmur eða jarðtengiborðar. Allir tengistaðir á vatnspípum og steypustyrktarteinum verða að vera hreinir til þess að tryggja gott leiðið samband við jarðskauts- og spennujöfnunartaugar.

3.3 Heimtaugar

Heimtaugar tengjast við dreifikerfi rafveitnanna sem eru annaðhvort jarðstrengs- eða loftlínukerfi. Núorðið eru loftlínuheimtaugar fátíðar og verður því eingöngu fjallað um heimtaugar í jörðu hér.

Strengir og dráttarrör		
Stærð	Strengur	Ídráttarrör
50 A	4 X 10 Cu	50 mm
63 A	4 x 16 Cu	50 mm
100 A	4 x 50 Al	63 mm
200 A	4 x 150 Al	75 mm
315 A	4 x 240 Al	90 mm
400 A	3 x 300 Al + 90	110 mm
630 A	2x(4 x 240 Al)	2 x 90 mm
710 A	2x(3 x 300 Al + 90)	2 x 110 mm
1200 A	3x(3 x 300 Al + 90)	3 x 110 mm

Raflagnir

Þar sem heimtaugin er tekin inn fyrir húsvegg kallast inntak. Inntakið er að jafnaði um plastpípu sem liggur hornrétt frá húsi að lóðamörkum og skal hún vera 700 mm undir yfirborði jarðar. Að hverri húsveitu liggja a.m.k. tvær plastpípur önnur fyrir raforku en hin fyrir fjarskipti (síma).

Gildleiki pípu fyrir raforku er Ø50 mm eða meira sem ákvarðast af stærð heimtaugar en pípan fyrir fjarskipti er yfirleitt Ø50 mm.

Reglur um frágang heimtauga í húsveitur geta verið mismunandi milli rafveitna, en finna má nánari upplýsingar um þetta á heimasíðum rafveitnanna, (sjá t.d. or.is).

Raflagnir húsveitunnar liggja frá inntakinu og greinast þær í stofn, kvíslar og greinar. Í eldri dreifikerfum eru heimtaugar tengdar við kerfið í greinihólkum (múffum) sem eru í jörðu. Við enda heimtaugar frá þannig dreifikerfi er inntakskassi, svonefndur stofnvarkassi, með vörum fyrir heimtaug og stofn. Frá honum fer stofnlögn að aðaltöflu.

Í nýrri dreifikerfum tengjast heimtaugar við kerfið í götugreiniskápum en í þeim eru vör fyrir heimtaugarnar. Frá inntaki liggur heimtaug oftast beint í aðaltöflu nema þegar lagnaleið frá inntaki að töflu er lengri en 4 m. Er þá gerð krafa um stofnlögn og stofn tengikassa (sjá nánar í [TTR- 4.1.14](#)). Rafvirkjameistari ber m.a. ábyrgð á frágangi á pípum fyrir heimtaugar, sjá [BYG 4.10.6](#).

Raflagnir

Í húsveitu geta verið ein eða fleiri neysluveitur og skiptast raflagnir þá á milli þeirra. Oftast er litið á hvern eignarhluta í fjöleignarhúsi sem sérstaka neysluveitu. Samkvæmt skilgreiningu nær hugtakið neysluveita yfir raflögn innan við stofnkassa eða búnað sem gegnir hlutverki stofnkassa og í fjöleignarhúsum ætti sá búnaður að vera í sameign ([TTR 4.1.17](#)). Neysluveita greinist í þrennt: Rafleiðslur, raflagnabúnað og neyslutæki. Rafleiðslur og búnaður þeirra nefnist raflögn og allt efni til raflagna og neyslutæki nefnist einu nafni rafföng.

Raflagnir

4. Rafföng

Rafföng (raftæki og rafbúnaður) verða að uppfylla ákveðnar gæða- og öryggiskröfur til þess að komast á markað. Þessar kröfur eru samræmdar fyrir öll ríki á Evrópska efnahagssvæðinu en markaðseftirlit hér á landi er hjá Rafmagnsöryggissviði Mannvirkjastofnunar eða faggiltri skoðunarstofu sem hún felur framkvæmd þess. Til raffanga telst eftirtalið efni:

4.1 Rafleiðslur og efni til lagningar þeirra

Í þessum flokki eru einangraðir leiðarar (vírar og strengir) frá 0,75 mm² allt að 300 mm² gildleika. Raflagnapípur (rör) ásamt búnaði þeirra. Strengjastigar, strengjabakkar, strengjarennur o.þ.h. Tengiklemmur, strengskór, tengihólkar, tengi- og greindósir, tengikassar.

4.2 Raflagna-og töflubúnaður

Í þessum flokki eru: Töfluskápar og töflubúnaður s.s. töflurofar, sjálfvör, bræðivör ásamt því sem þeim tilheyrir. Rofar til raflagna, þar með taldir snarar, hnapprofar, sjálfvirkir rofar, hitastillar, liðar, tímaliðar og rofaklukkur. Tenglar af hverskonar gerð, þar með taldar klær, taugatenglar og tækjklær. Spennar fyrir smáspenntar lagnir og búnað t.d. dyrasímakerfi, stýrirásir og lampa. Peruhöldur af hverskonar gerð. Viðnám, spólur, þéttar, truflanadeyfibúnaður o.þ.h.

4.3 Neyslutæki

Lampar af hverskonar gerð. Eldunaráhöld, bökunarofnar, hitarar og ofnar til hús- og vatnshitunar.

Raflagnir

Raftæki til heimilisnotkunar af hverskonar gerð. Allskonar handáhöld með rafmagnshitun eða rafhreyflum. Ýmis rafeindatæki s.s. hljómtæki, viðtæki, tölvur o.þ.h.

Rafföng eru mismunandi að gerð hvað varðar varnir og styrk gegn ytri áraun. Ytri áraun ræðst af aðstæðum á hverjum stað og umgengni. Staði má flokka eftir áraun á rafföng t.d. eftir rakamyndun, í þurra, raka eða blauta staði. Þá er áraun að jafnaði meiri úti undir beru lofti en inni. Rafföng eru þannig flokkuð eftir því hve vel þau standast ýmsa áraun s.s. raka, ryk, hita, tæringu, veðrun o.þ.h. sjá viðauka III. Rafföng má enn fremur greina eftir því hvernig vörnum gegn beinni snertingu og vörnum við óbeina snertingu er háttað, sjá töflu hér fyrir neðan (úr ÍST 200:2006-tafla 2.1, bls. 24). Rafföng í raflagnir geta verið innfelld- eða áfelld, eftir því hvernig frá þeim er gengið.

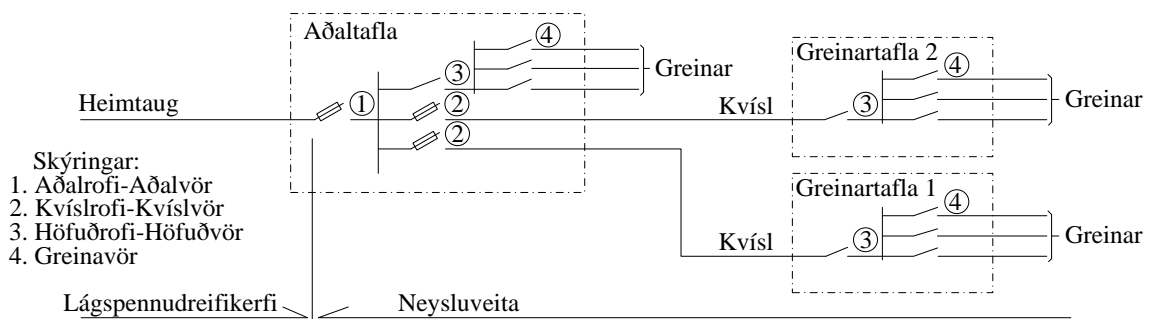
Flokkur	Jarðtenging	Vörn gegn beinni snertingu	Vörn við óbeina snertingu
Flokkur 0	Ekki möguleg	Grunneinangrun	Engin. Tækið er einungis unnt að nota þar sem er staðareinangrun
Flokkur 0I	Tæki búið jarðtengiskrúfu en varnarleiðara vantar	Grunneinangrun	Engin. Tækið er einungis unnt að nota þar sem er staðareinangrun
Flokkur I	Tæki búið jarðtengiskrúfu og skal jarðtengjast	Grunneinangrun	Berir leiðnir hlutar eru tengdir varnarleiðara og tækið á ekki að hafa hættulega spennu í lengri tíma (spennujöfnun eða -rof)
Flokkur II	Á ekki að vera gert til jarðtengingar	Grunneinangrun og tvöföld eða styrkt einangrun	Tvöföld eða styrkt einangrun ver ef rekstrar einangrun bilar
Flokkur III	Á venjulega ekki að jarðtengjast	Tækið fær straum frá öryggisspennugjafa og spenna verður þess vegna ekki hættuleg	Tækið fær straum frá öryggisspennugjafa og spenna verður þess vegna ekki hættuleg

Raflagnir

5. Fyrirkomulag raflagna

Heimtaug og stofnlögn eru aðalleiðarar veitunnar að aðaltöflu eins og áður sagði. Frá henni liggja svo kvíslar (eða kvíslagnir) að greinitöflum og þaðan eru raflagnir sem nefnast greinar að neyslutækjum. Töfluskápur sem eingöngu er með búnað fyrir greinar og kvíslar nefnist greinatafla eða í stærri veitum, dreifiskápur. Í greinatöflum skulu vera vör fyrir hverri grein og kvísl. Þegar greinar neyslutækjanna liggja frá aðaltöflu nefnist sá hluti töflunnar, sem er með búnaði þeirra, greinahólf. Öll neyslutæki verða að vera á greinum út frá greinitöflum og má aldrei taka straum til þeirra beint úr stofni eða kvíslum.

Almennt á ekki að liggja nema ein kvísl að hverri greini töflu nema sérstakar aðstæður geri kröfu um annað. Í kvíslum íbúðarhúsa og sambærilegu húsnæði (dagheimili, hótél, skólar og gististaðir) skal ætíð lögð varnarleiðari (PE), sjá [Rur 11.2](#). Þetta felur m.a. í sér að innan þessara bygginga er ekki heimilt að setja upp TN-C kerfi. Hér fyrir neðan er einfölduð mynd af neysluveitu til skýringa á heitum raflagna.



Raflagnir

Neysluveita íbúðarhúsnæðis er einkum miðuð við þarfir til lýsingar og notkunar á léttum heimilistækjum. En einnig verður að taka tillit til annarra heimilistækja svo sem; eldunartækja, kæliskápa, frystiskápa, uppþvottavélar, þvottavélar, þurrkara, örbylgjuofna o.þ.h. Almennt skal vera unnt að aðskilja (fullrjúfa) hverja grein frá öll um spennuhafa leiðurum (ÍST 200:2006-536.2.1).

Þetta felur í sér að leiðara tveggja greina má hvergi tengja saman og því tryggast að hafa aðeins leiðara einnar greinar í hverri pípu eða streng. Samkvæmt ÍST 200:2006 er þó heimilt að hafa fleiri en eina straumrás í sama raflagnaröri eða stökk (sjá 521.6) að uppfylltum ákveðnum skilyrðum, sjá 514.2 og 536.2.1.3.

5.1 Ljósagreinar

Þegar talað er um ljósagreinar er átt við greinar fyrir ljós og tengla sem ætlaðir eru fyrir létt heimilistæki. Raflögn þarf að skipta á greinar til þess að takmarka straumleysi við lítinn hluta kerfisins þegar bilun verður og halda óþægindum vegna bilana í lágmarki, sjá ÍST 200-314.1.

Þó eru ekki bein fyrirmæli um lágmarksfjölda greina t.d. í íbúðarhúsnæði, en í minnstu íbúðum (t.d. stúdíóíbúðum) ættu þær að vera tvær eða fleiri. Venjulega er íbúðarhúsnæði (neysluveitu) skipt í afmörkuð svæði fyrir hverja ljósagrein t.d. eldhús, stofa o.s.frv. Vör ljósagreina eru venjulega einpóla 10A og verður að tryggja að mesti álagsstraumur í hverri grein sé hæfilegur, mest 80% álag.

Raflagnir

Í eldri reglum var miðað við að fjöldi tengla og ljósa á hverri ljósagrein í íbúðarhúsnæði væri hámark 20. Stærri tæki en 2 kW og fasttengdur búnaður skulu að jafnaði ekki vera á ljósagrein. Sem dæmi um þannig tæki má nefna; eldavélar, helluborð, bökunarofna, upphvottavélar, þvottavélar og þurrkara.

Í íbúðarhúsum og sambærilegu húsnæði (dagheimili, hótél, skólar og gististaðir) skal setja upp bilunarstraumsrofa fyrir alla tengla og skulu þeir búnir fíktvörn, sjá [Rur 11.2](#).

5.2 Aðrar greinar en ljósagreinar

Í íbúðum skal setja upp sértengil (tengil á sérgrein) fyrir eftirtalin tæki; þvottavél, þurrkara, bakaraofn og upphvottavél og sértengil eða fasttengi fyrir eldavél og helluborð, sjá ÍST 150-4.7. Sértengill skal ávallt hæfa aflnotkun þess tækis sem hann er ætlaður fyrir.

Að sjálfsögðu skal ávallt gæta þess að samræmi sé í málstraum tenglabúnaðar, raftauga og stærð greinavars.

Fast tenging tækis getur annaðhvort verið um aðtaug (lausataug) frá tengidós hinnar föstu lagnar eða raftaugar greinanna liggja beint að viðkomandi tæki. Mælt er með að straumfrek staðbundin tæki séu fasttengd.

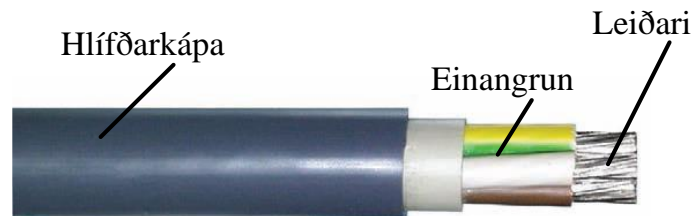


eldavélakló og tengill 25A.

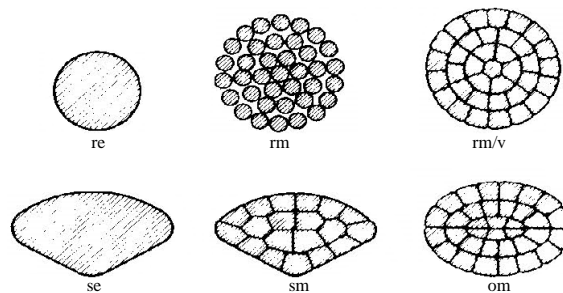
Raflagnir

6. Rafleiðslur

Rafleiðsla er samheiti fyrir leiðara og taugar með nauðsynlegum hlífum s.s. strengi, taugar í pípu og lausataugar. Í fagmáli er heitið vír mikið notað í merkingunni stakur leiðari með eða án einangrunar. Í rafleiðslur bygginga verður að nota taugar sem hafa hlífðarkápu auk einangrunar (tvöfalda einangrun) nema þegar um er að ræða ídráttartaugar í pípulögnum, þá nægir grunneinangrun.



Myndin sýnir rafstreng með 4 leiðurum



Lögun leiðara í strengjum, þversnið

Almennt má nota taugar með hlífðarkápu til fastra lagna og í lausataugar enda þoli þær þá áraun sem vænta má á viðkomandi stað, að öðrum kosti verður að setja upp hlífar gegn skaðlegum áhrifum frá umhverfinu. Leiðarnir geta verið einþáttir, fáþáttir eða fínþáttir. Í fastar lagnir eru notaðir einþáttar eða fáþáttar taugar.

Raflagnir

Í grennri föstum lögnum eru einþáttir leiðarar (gildleiki allt að 10 mm²) en í gildari fáþættir sem eru mun þjálli í meðförum. Fínþættir leiðarar eru fyrst og fremst notaðar í aðtaugar að færanlegum neyslutækjum og staðbundnum tækjum sem hreyfa þarf öðru hverju t.d. vegna þrifa. Taugar og strengir eru framleiddir samkvæmt viðurkenndum stöðlum. Í Evrópu hefur verið gert samræmt merkingakerfi (CENELEC) sem framleiðendur nota, sjá skýringar hér á eftir.

Raflagnir

6.1 Samræmd merking raftauga

	H	05	V	V	H2	-F	2	X	1,5
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Kennistafur merkingar								
	H	Samræmd merking							
	A	Ekki samræmd en leyfð með landssamþykkt							
2	Málspena U_0/U								
	03	300/300 V							
	05	300/500 V							
	07	150/750 V							
3	Einangrunarefni leiðara								
	V	PVC							
	R	Náttúrulegt- eða gervígúmmí							
	S	Silikongúmmí							
4	Efni í kápu								
	V	PVC, 70°							
	V2	PVC, 90°							
	S	Silikongúmmí, 180°							
	R	Náttúrulegt- eða gervígúmmí, 60°C							
	N	Klórópren-gúmmí (Neopren), 60°C							
	J	Flettaðar glerrefjar (glerfibervafningur)							
	T	Fléttað textílefni (tauvafningur)							
5	Uppbygging								
	H	Flatstrengur, kleyfur (klofin flöt snúra)							
	H2	Flatstrengur (óklofin flöt snúra)							
6	Gerð leiðara								
	-U	Einþáttur							
	-R	Fjölþáttur							
	-K	Fínþáttur fyrir fastar lagnir							
	-F	Fínþáttur fyrir lausar lagnir							
	-H	Mjög fínþáttur							
	-Y	Spunnir vírar (koparflétta)							
7	Fjöldi leiðara								
8	Hlífðarleiðir								
	X	Án hlífðarleiðis							
	G	Með hlífðarleiði							
9	Þverflatarmál leiðara (mm ²)								

Dæmi:

H07V-U 1G2,5. Samræmdur strengur með PVC kápu, einleiðari, 2,5mm², einþáttur með gul/grænni hlífðartaug, málspena 750V, hitaþol 70°C. (Ídráttarvír með 2,5mm² gul/grænn).

H07RN-F 5G1,5. Samræmdur strengur með gúmmíeinangruðum leiðurum og neopren kápu. 5 leiðarar fínþættir 1,5 mm² með gul/grænni hlífðartaug, málspena 750V, hitaþol 60°C. (Gúmmíkapall-neopren 5G 1,5 mm²).

Raflagnir

6.2 Strengir og taugar í fastar raflagnir

6.2.1 Ídráttartaugar

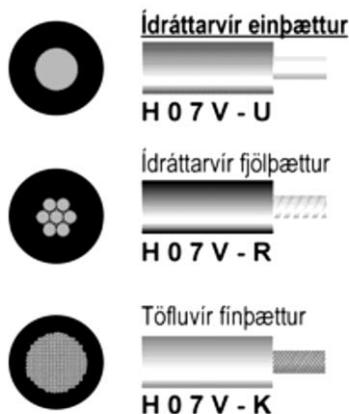


H07V-R

Ídráttarvír fjölþættur.

Eins og nafnið bendir til eru þessar taugar ætlaðar til ídráttar í pípulagnir. Taugarnar eru með einþáttum leiðara sem einangraður er með PVC-plasthulu H07V-U (IEC 60227).

PVC er sjálfslökkvandi og eldtefjandi samkvæmt IEC 60332-1. Ídráttartaugar af þessari gerð má fá í ýmsum litum m.a. gulgrænar, bláar, svartar, brúnar, rauðar, gráar, hvítar svo eitthvað sé nefnt. Gildleiki 1,5 til 2,5mm².



Gildari taugar eru marg- eða fjölþáttar (H07V-R eða H07V-K).

Litir tauga eru; gulgrænar, bláar, svartar og brúnar. Gildleiki 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240 og 300mm².

Hámarksrekstrarhitastig 70°C.

Málspenna 450/750V.

Raflagnir

6.2.2 Lagnastrengir



N05VV-R(U)

Plaststrengir af N05VV-U (NYM-gerð skv. þýskum VDE-staðli) hafa verið mikið notaðir í raflagnir hér á landi síðustu áratugi. Í þessum strengjum eru oft 3-5 eirleiðarar einangraðir með PVC-plasti og eru þeir umluktir PVC-hlífðarkápu (oftast ljósgrá að lit). Gildleiki leiðara er 1,5 til 35mm². Hámarksrekstrarhitastig 70°C. Málspenna 300/500V. Litir leiðara í streng eru í 3x; (brúnn, blár og gulgrænn) í 4x; (brúnn, svartur, blár og gulgrænn) í 5x; (brúnn, svartir, grár, blár og gulgrænn).

Eiginleikar einangrunar eru þeir sömu og áður var lýst í sambandi við ídráttartaugar. Hægt er að fá fjölleiðara strengi af þessari gerð (t.d. 7x1,5 mm²) og eru leiðarar þá auðkenndir með tölustaf (nema gulgrænn og blár). Strenginn má nota í almennar raflagnir bæði innan og utanhúss en þó ekki í jörð. Ytri kápa þolir illa geisla sólar og verður því að verja hana fyrir þeim.

Frá árinu 2006 er litamerking leiðara strengja samkvæmt SAM HD 308 og lýst er á bls. 70 í [TTR](#).

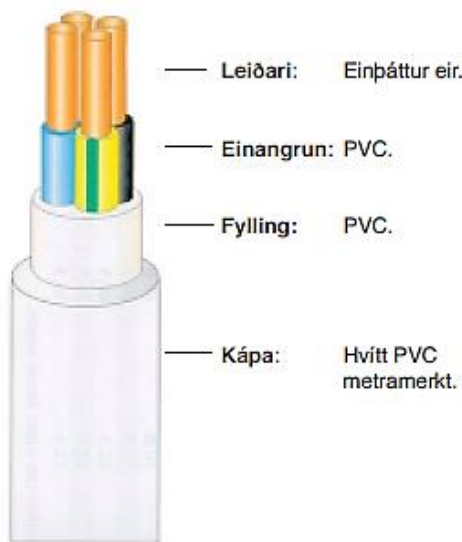
Hér verður farið lauslega yfir tæknilega eiginleika nokkra strengja.

Raflagnir

A05VV-U (skv. sænskum staðli EKK)

Lagnastrengur með einpáttum eirleiðurum og brunapól samkvæmt IEC 60332-1.

Stærðir, 2 x 1,5 - 5G2,5mm². Hámarksrekstrarhitastig 70°C. Málspena 450/750V. Kápa er hvít og má nota þennan streng í almennar raflagnir bæði innan- og utanhúss en þó ekki í jörð.



A05VV-U

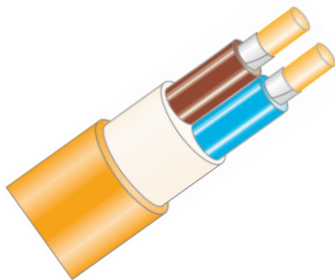
Ef rétt er staðið að uppsetningu lagnastrengja og við þá settar réttar yfirstraumsvarnir eiga þeir ekki að valda hættu fyrir umhverfið t.d. skaðlegum hita eða bruna. Þó er ekki útilokað að eldur berist að lagnastrengjum sem geti valdið íkveikju í þeim sérstaklega ef þeir næra eld og flytja hann eftir lagnaleiðum.

Um hegðun og eiginleika kapla og víra í bruna gilda mjög ítarlegar reglur t.d. með tilliti til efnis í einangrun, bruna- og hitaálags, tæringar, eiturgufa, reyks, brunapóls, einangrunargildis, virkni eftir ákveðinn tíma o.fl. Helstu ókostir hefðbundinna PVC-einangraðra víra og

strengja eru þeir, að við bruna þeirra myndast klór- og flúorsýrur sem eru mjög tærandi og einnig eitruðar ef þær myndast í miklu magni. Skaðar á fólki og verðmætum afvöldum tæringar eru því oft meiri en af eiginlegum bruna. Af þessum sökum eykst notkun á halógen fríum strengjum og öryggisköplum. Halógen frír strengir og vírar fyrir öryggissvæði verða að vera sjálfslökkvandi og eldtefjandi en ekki er þar með sagt að þeir dugi í öllum tilvikum því fátt er sagt um eldþol þeirra og reykmyndun.

Raflagnir

Eins og áður sagði hefur venjulegt PVC þann ókost að við bruna myndar það síru og tærandi lofttegund. Þetta getur valdið mikilli hættu fyrir fólk og valdið tjóni á eignum. Í vissum tilvikum getur verið nauðsynlegt að takmarka eða banna alfarið notkun á PVC einangruðum lagnastrengjum, t.d. í samkomuhúsum, flóttaleiðum eða háhýsum. Þá verður að nota strengi sem nefnast halógenfríir, samkvæmt IEC 60754 og með takmarkaðri reykymyndun við bruna, samkvæmt IEC 61034. Slíkir strengir eru án PVC t.d. með PEX eða POLYMER einangrun.



N05XZ1-U (skv. sænskum staðli EBB/FBB). Halógenfrír lagnastrengur með einþáttum og fjölþáttum leiðurum og brunapól samkvæmt IEC 60332-1. Stærðir, 3G1,5 - 5G6mm². Einangrun POLYMER og hámarksrekstrarhitastig 70°C. Málspena 300/500V. Kápa er hvít og má nota þennan streng í almennar raflagnir bæði innan- og utanhúss en þó ekki í jörð.

Í öllum stærri byggingum og á opinberum stöðum er nauðsynlegt að tryggja allar flótt- og útgönguleiðir auk þess að tryggja virkni varaafskerfa, viðvörunarkerfa, loftræstikerfa, öryggislýsingar o.fl. nægilega lengi til að björgunar- og slökkvilið geti athafnað sig. En lítið gagn er í bestu öryggisköplum, ef þeir hanga ekki á sínum stað þegar mest á reynir. Því er ekki einungis kapallinn prófaður heldur einnig allur uppfestibúnaður ásamt stigum, bökkum, spennum, múrtöppum o.þ.h. og er þá talað um að kapallögnin sé eldþolin.

Raflagnir

6.2.3 Aflstrengir

Aflstrengir er flokkur strengja sem ætlaðir eru til lagna innan- og utanhúss. Þá má einnig setja í jörð og vatn. Þessir strengir eru einnig fáanlegir með er skermleiði og eru framleiddir með eir- eða álleiðurum.

Almennt eru leiðarar í grennstu strengjunum sívalir eða í gildleika allt að 16 mm². Í gildari strengjum eru leiðarar geirlaga (sektor) en með því móti verða strengirnir grennri en ella. Strengir með álleiðurum (álstrengir) hafa í vaxandi mæli komið í stað eirstrengja sérstaklega þegar um gilda strengi er að ræða.

Við lagnavinnu verður að gæta þess að beygjur verði ekki of krappar þannig að þær skaði strenginn. Beygjuradíus fápættra strengja á aldrei að vera minni en 12x þvermál þeirra og einþátta 15x þvermál þeirra (samkvæmt þýskum landsstaðli, VDE 0298-1).

N1VV-R (NYY-J samkvæmt VDE-staðli)

Óskermaður aflstrengur með einþáttum og fápáttum leiðurum og brunapól samkvæmt IEC 60332-1.

Stærðir, 3x1,5 – 5x16mm² (re), 4x25 til 4x35 mm² (rm) og 4x35 mm² (sm).

Kápa og einangrun er úr PVC.

Hámarksrekstrarhitastig 70°C. Málsþenna 0,6/1kV.

Kápa er svört og má nota þennan streng í stígalagnir, gryfjur og aðrar raflagnir bæði innan- og utanhúss, í jörð og vatni. Hægt að plægja í jörð.



Raflagnir



NIVA5V-A-U (-R-S) og N1CV- U (-R-S)

(PFSP samkvæmt Draka)

Skermaður aflstrengur með einþáttum og fáþættum leiðurum og brunapól samkvæmt IEC 60332-1.

Stærðir, 2x1,5/1,5 til 2x10/10mm², 3x1,5/1,5 til 3x240/120 mm² og 4x1,5/1,5 til 4x50/25 mm².

Kápa og einangrun er úr PVC.

Hámarksrekstrarhitastig 70°C. Málspenna 0,6/1kV.

Kápa er grá og má nota þennan streng í stígalagnir, gryfjur og aðrar raflagnir bæði innan- og utanhúss, í jörð og vatni. Hægt að plægja í jörð.



N1VCV-A-U (-A -R, -A -S)

(PFSP samkvæmt Draka)

Skermaður aflstrengur með einþáttum og fáþættum leiðurum og brunapól samkvæmt IEC 60332-1.

Stærðir, 3x25/10mm², 3x16/10 til 3x240/70 mm² og 4x25/10 til 4x240/70 mm².

Kápa og einangrun er úr PVC.

Hámarksrekstrarhitastig 70°C. Málspenna 0,6/1kV.

Kápa er grá og má nota þennan streng í stígalagnir, gryfjur og aðrar raflagnir bæði innan- og utanhúss, í jörð og vatni. Hægt að plægja í jörð.



N1VCV-U (-R -S)

Skermaður aflstrengur með einþáttum og fáþættum leiðurum og brunapól samkvæmt IEC 60332-1.

Stærðir, 3x1,5/1,5 til 4x50/25mm².

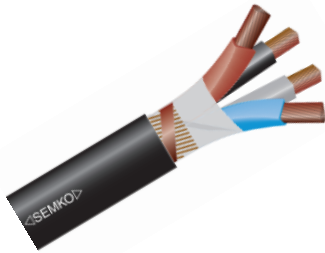
Kápa og einangrun er úr PVC.

Hámarksrekstrarhitastig 70°C. Málspenna 0,6/1kV.

Kápa er svört og má nota þennan streng í stígalagnir, gryfjur og aðrar raflagnir bæði innan- og utanhúss, í jörð og vatni. Hægt að plægja í jörð.

Raflagnir

N1VCV-A-S



Skermaður aflstrengur með einþáttum og fábættum leiðurum og brunapól samkvæmt IEC 60332-1.

Stærðir, 3x16/10 til 4x240/70mm².

Kápa og einangrun er úr PVC.

Hámarksrekstrarhitastig 70°C. Málspenna 0,6/1kV.

Kápa er svört og má nota þennan streng í stígalagnir, gryfjur og aðrar raflagnir bæði innan- og utanhúss, í jörð og vatni. Hægt að plægja í jörð.

N1XE-A-R. (-S)



Óskermaður aflstrengur með einþáttum og fábættum leiðurum og brunapól samkvæmt IEC 60332-1.

Stærðir, 4G25 til 4x240 mm².

Kápa er úr LLD -PE og einangrun er úr PEX.

Hámarksrekstrarhitastig 90°C. Málspenna 0,6/1kV.

Kápa er svört og má nota þennan streng í stígalagnir, gryfjur og aðrar raflagnir bæði innan- og utanhúss, í jörð og vatni. Hægt að plægja í jörð.

N1ZA5Z1-U, N1ZC7Z1-U (-R -S),

stærðir 2x1,5/1,5 – 4x240/120 og

N1ZC7Z1-A (-RS), stærðir 4x50/16 til 4x240/70 mm²

IFSI-EMC (Draka).



Skermaður halógenfrír aflstrengur með ein- og fábættum leiðurum og brunapól samkvæmt IEC 60332-3C og einangrun samkvæmt IEC 60502 -1.

Kápa er úr POLYMER og einangrun er úr halógenfríu PEX. Halógenfrír samkvæmt IEC 60754-1 og -2.

Reykmyndun er LS samkvæmt IEC 61034.

Hámarksrekstrarhitastig 90°C. Málspenna 0,6/1kV.

Skerming, eirband og eirþræðir. Kápa er svört og má nota þennan streng í stígalagnir, gryfjur og aðrar raflagnir bæði innan- og utanhúss, í jörð og vatni.

Raflagnir

N1ZC7Z1-R (-S)

Öryggiskapall (BFSI-EMC frá Draka).

Þessir strengir eru til notkunar á stöðum með miklar kröfur um stöðugan rekstur þrátt fyrir að bruni komi upp. Skermur er 100% þéttur. Strengurinn er fyrir notkun inni og utanhúss og í jörð. Mælt er með notkun halógenfrírra strengja á stöðum þar sem mikilvægt er að draga úr reyk og koma í veg fyrir myndun tærandi lofttegunda við bruna.



Stærðir 2x1,5/1,5 til 2x6/6 mm², 3x1,5/1,5 til 3x50/25 mm² 4x1,5/1,5 til 4x150/70mm².

Brunaþol er samkvæmt IEC 60332-3C og einangrun er samkvæmt IEC 60502.

Kápa er appelsínugul að lit (orange) og úr halógenfrí POLYMER og einangrun mica band og PEX.

Halógenfrír samkvæmt IEC 60754-1 og -2.

Reykmyndun er LS samkvæmt IEC 61034.

Hámarksrekstrarhitastig 90°C. Málspenna 0,6/1kV.

6.2.4 Stýristrengir

Stýri strengir eru fjölleiðarastrengir sem flytja boð fyrir stjórnþúnað véla, hitakerfa, kælikerfa o.þ.h.

Leiðarar í fjöllínustrengjum eru auðkenndir með númerum.

Strengirnir hafa þolna hlífðarkápu og má nota til fastra lagna, s.s. iðnaðar, vélalagnir o.fl. ÖLFLEX-110CY

Stýristrengur með skerm, fínþættur: 2x0,75 til 25x1 mm². ÖLFLEX-110 Stýristrengur, fínþættur: 3x0,75 til 41x1 mm².

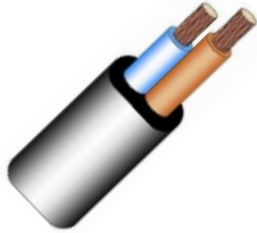


ÖLFLEX-CLASSIC 110

Raflagnir

6.3 Lausataugar

6.3.1 Flatar plastsnúrur H03VVH2-F



Í snúrum af þessari gerð eru aðeins tveir leiðarar úr fínþættum eirvír með PVC einangrun. Leiðararnir liggja samsíða og verður snúran því flöt í lögun en utan um leiðarana er plasthlífðarkápa.

Snúrur þessar má fá í mismunandi lit um t.d. hvítar, gráar, brúnar og svartar.

Gildleiki leiðara er $0,75\text{mm}^2$ og litir þeirra brúnn og blár.

Hámarksrekstrarhitastig 70°C . Málspenna 300/300V.

H03VVH2-F er notuð við létt laustengd tæki á stöðum með lítilli áraun t.d. á heimilum og skrifstofum.

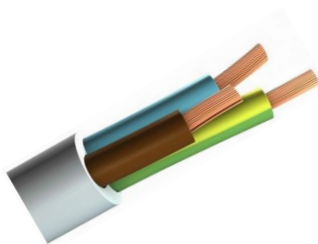
Snúrur má ekki nota utanhúss og heldur ekki við eldunar- og hitatæki.

6.3.2 Lampasnúrur H03VV-F

Leiðarar eru úr fínþættum eirvír með plasteinangrun.

Snúran er með sívalri hlífðarkápu úr PVC-plasti.

Snúrur þessar má fá í mismunandi litum t.d. hvítar, gráar, brúnar og svartar.



Fjöldi og litir leiðara í 2x; (brúnn og blár) í 3x; (brúnn, blár og gulgrænn).

Gildleiki þeirra $0,75\text{mm}^2$.

Hámarksrekstrarhitastig 70°C . Málspenna 300/300V.

H03VV-F snúra er notuð við létt laustengd tæki (útvörp, lampar o.þ.h.) á stöðum með lítilli áraun t.d. á heimilum, skrifstofum og stofnunum.

Snúrur má ekki nota utanhúss og heldur ekki við eldunar- og hitatæki.

Raflagnir

6.3.3 Tækjasnúrur H05VV-F



Í snúrum af þessari gerð eru þrjár til fimm leiðarar úr fínþættum eirvír með PVC einangrun. Utan um þá sameiginleg plasthlífðarkápa, sem fellur þétt að þeim á alla vegu, svo að snúran verður sívöl að utan.

Gildleiki leiðara er frá 1 til 4 mm² og litir þeirra:

í 3x; (brúnn, blár og gulgrænn)

í 4x; (brúnn, svartur, blár og gulgrænn)

í 5x; (brúnn, svartur, grár, blár og gulgrænn).

Hámarksrekstrarhitastig er 70°C. Málsþenna er 300/500V.

H05VV-F snúra er notuð við lampa og laustengd tæki á stöðum með meðal áraun s.s. á heimilum, við léttan iðnað, á skrifstofum, stofnunum o.þ.h. Snúruna má nota við hitatæki ef tryggt er að hún komist ekki í snertingu við heita fleti á tækinu. Snúruna má ekki nota utanhúss eða við iðnaðarvélar og verkfæri.

6.3.4 Hitapolnar snúrur

Hitapolnar snúrur eru notaðar á stöðum með háum umhverfishita eða í aðtaugar að neyslutækjum sem í myndast mikill hiti við rekstur, t.d. hitatæki og glólampa. Við þessar aðstæður verður að gera sérstakar kröfur til einangrunar varðandi hitapol.

Á markaði eru nokkrar gerðir með mismunandi einangrun og fer hámarksrekstrarhitastig eftir gerð hennar. Algeng einangrunarefni eru hitapolið PVC með rekstrarhitastig allt að 105°C og sílikongúm með rekstrarhitastig allt að 180°C. Hlífðarkápa hitapolinnar snúru getur verið úr sama efni og einangrunin eða úr plastefni t.d. polyester. Sílikongúm er viðkvæmt efni og snúrur með þannig einangrun eða hlífðarkápu henta því ekki á stöðum með mikla áraun (t.d. núning).

Raflagnir

6.3.5 Plastsnúra fyrir handverkfæri (NGMH11YÖ-VDE)



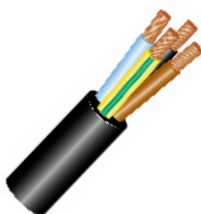
Öflug lausataug fyrir handverkfæri með mjög fínþættum tinhúðuðum leiðurum. Á markaði eru tvær gerðir, önnur með plasteinangruðum leiðurum en hin með gúmeinangruðum. Snúran hefur slit sterkra PUR-hlífðarkápu (polyurethan). Snúran heldur mýkt sinni jafnvel við mjög lágt hitastig (í frosti). Kápan er appelsínugul á lit og því áberandi í umhverfinu sem eykur öryggi. Þolir olíu og sýrur. Fjöldi leiðara 2-3 með gildleika frá 0,75 til 1,5mm² og eru litir þeirra sömu og í H03VV-F. Hámarksrekstrarhitastig er 70°C. Málspena er 300/500V. Snúran er einkum notuð sem lausataug við rafknúin handverkfæri og létt tæki á stöðum sem vænta má áraunar t.d. byggingasvæðum, verkstæðum o.þ.h. Hentar einnig til notkunar utandyra.

6.3.6 Gúmsnúrur með ofinni hlífðarkápu (H03RT-F)



Leiðarar eru úr fínþættum tinhúðuð um eirvír með gúmeinangrun, en utan um þá er ofin hlífðarkápa. Hún fellur þétt að þeim á alla vegu, svo að strengurinn er sívalur að utan. Gildleiki leiðara er frá 0,75 til 1,5 mm² og litir þeirra eins og í H03VV-F. Hámarksrekstrarhitastig er 60°C. Mál spenna er 300/300V. H03RT-F er notuð við laustengd hitatæki (t.d. straujárn) á stöðum með lítilli áraun t.d. á heimilum. Snúran er ekki ætluð til nota utanhúss.

6.3.7 Gúmsnúrur (H05RR-F)



Leiðarar eru úr fínþættum tinhúðuðum eirvír með gúmeinangrun, en utan um þá sameiginleg hlífðarkápa úr gúm. Hún fellur þétt að þeim á alla vegu, svo að strengurinn er sívalur að utan. Gildleiki leiðara er frá 0,75 til 2,5mm² og litir þeirra eins og í H03VV-F. Hámarksrekstrarhitastig er 60°C.

Raflagnir

Málspena er 300/500V. **H05RR-F** snúra er notuð við færanleg neyslutæki á stöðum með lítilli áraun t.d. á heimilum eða skrifstofum.

Snúran er ekki ætluð til nota utanhúss nema þá skamma stund í senn. Þessar snúrur mega ekki komast í snertingu við olíu eða feiti.

6.3.8 Léttur gúmstrengur með þolinni hlífðarkápu (H05RN-F)



Leiðarar eru sömu gerðar og í H05RR-F, en utan um þá er sameiginleg neopránkápa, sem fellur þétt að þeim á alla vegu, svo að strengurinn er sívalur að utan. Kápa strengsins er brunatreg. Gildleiki leiðara er frá 0,75 til 1mm² og litir þeirra eins og í H05VV-F. Hámarksrekstrarhitastig er 60°C. Málspena er 300/500V. H05RN-F strengur er notaður í aðtaug að minni neyslutækjum.

Þessi gúmstrengur hentar einnig vel til notkunar utandyra og hefur gott þol gagnvart olíu og bensíni.

6.3.9 Gúmstrengir með slitsterkri þolinni hlífðarkápu (H07RN-F)



Leiðarar og kápa eru sömu gerðar og í H05RN-F, en kápa þessa strengs er þykkri og því slitsterkari. Strengurinn er auðkenndur með merkingu á hlífðarkápu. Gildleiki leiðara er frá 1,5 til 150 mm² og litir þeirra eins og í H05VV-F. Hámarksrekstrarhitastig er 60°C. Málspena er 450/750V.

H07RN-F strengur er notaður í aðtaug að rafknúnum verkfærum, tækjum og vélum, á stöðum sem vænta má áraunar t.d. byggingasvæðum, verkstæðum o.þ.h. Gúmstrengurinn hentar einnig vel til notkunar utandyra og hefur gott þol gagnvart olíu og sýru.

Raflagnir

6.4 Taugar í töflum og tækjum

6.4.1 Töflutaugar



Taugar í töflum (töflu taugar) eru með fínþættum eirleiðurum, minnst $0,75\text{mm}^2$ að gildleika. Taugarnar eru með PVC-einangrun.

Hámarksrekstrarhitastig 70°C . Grennstu taugarnar hafa málspennu 300/500V eru merktar H05V-K (SE-RK) með gildleika frá $0,75$ til 1mm^2 .

Gildari taugar hafa sterkari einangrun og hærri málspennu eða 450/750V bera merkinguna H07V-K (SE-RK) hafa gildleika frá $1,5$ til 95mm^2 . Við töflutengingar er miðað við að taugarnar liggi í vírarennu eða frá þeim sé gengið á skipulegan hátt þannig að þær verði ekki fyrir skemmdum, t.d. klemmist á milli hlífa eða annarra töfluhluta.

6.4.2 Töflutaugar með tvöfaldri einangrun

Við vissar aðstæður er krafist töflutauga með tvöfaldri einangrun t.d. við uppsetningu á orkumælum með straumspennum eða í stuttar tengitaugar frá straumskinum. Taugarnar eru með fínþættum eirleiðurum, algengur gildleiki frá $1,5$ til 16mm^2 . Málspenna er 450/750V. Taugarnar eru með PVC-einangrun og eldtefjandi PVC-kápu og eru fánlegar í hvítum og bláum lit. Hámarksrekstrarhitastig er 105°C .

Raflagnir

6.4.3 Taugar lampa og tækja

Tengitaugar eru með einþáttum tinhúðuðum eirleiðurum og algengur gildleiki er frá 0,5 til 1mm². Málspena er 300/500V. Taugarnar eru með hitaþolinni PVC-einangrun, hámarksrekstrarhitastig er 105°C eða sílikongúm, hámarksrekstrarhitastig er 180°C. Taugar þessar eru notaðar sem tengitaugar í lampabúnaði.

Tengitaugar eru með fínþættum eirleiðurum, algengur gildleiki frá 0,75 til 1mm².

Málspena er 300/500V. Taugarnar eru með PVC-einangrun. Hámarksrekstrarhitastig er 105°C.

Notkun er fyrst og fremst í létt neyslutæki s.s. lampabúnað o.þ.h.

Dæmi um merkingu; PVT, LiYW-VDE eða H05V2-K (90°C).

Tengitaugar eru með fínþættum tinhúðuðum eirleiðurum, gildleiki frá 1 til 10 mm².

Málspena er 380V. Taugarnar eru með eldtefjandi sílikongúmi einangrun og halógensnauðar. Fáanleg í ýmsum litum. Hámarksrekstrarhitastig er 180°C.

Mest notaðar sem tengitaugar í tækjum, vélbúnaði og á stöðum sem mikill hiti getur myndast á s.s. í

hitatækjum, ofnum, lömpum, mótorum o.þ.h.

Merking SIF.

Raflagnir

7. Gerð raflagna og straumþol þeirra

Leyfilegt straumálagn á raflagnir með sama gildleika (straumþol) getur verið mismunandi eftir legu þeirra eða öllu heldur lagnaraðferð. Þannig hefur viðnámið í leiðaranum ekki aðeins áhrif á hitastigshækkunina í leiðurum, heldur einnig fyrirkomulag raflagnanna en þekkt er að spenntur lagnastrengur skilar varma betur til umhverfisins en t.d. leiðarar í plastpípu eða lokuðum stokkum. Þá geta ýmsir aðrir umhverfisþættir s.s. samsíða lagðir leiðarar (hneppi), nálægð við hitalagnir og umhverfishitastig haft afgerandi áhrif á lokahitastig leiðara.

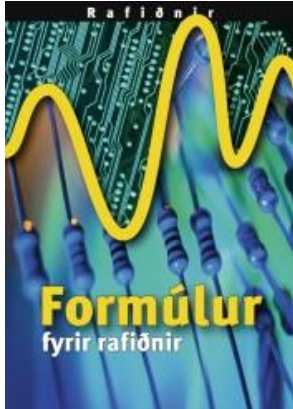
Í kafla 52 í ÍST 200:2006 eru reglur um straumþol raflagna sem eiga að tryggja öryggi í öllum algengustu gerðum raflagna í neysluveitum, sjá töflu 52.3.

Í töflunni eru alls tilgreindar 44 mismunandi lagnaraðferðir en til einföldunar er vísað til aðferðar sem nota má til viðmiðunar við ákvörðun á straumþoli.

Í töflu 52A eru tilgreindar níu mismunandi viðmiðunaraðferðir A1, A2, B1, B2, C, D, E, F og G. Í töflum 52A2 til 52A13 má finna straumþol fyrir hverja viðmiðunaraðferð. Við notkun á þessum töflum verður að taka tillit til hitaþols einangrunar (70°C eða 90°C) og hvort tveir eða þrír leiðarar flytji álags straum í viðkomandi straumrás. Straumþol í töflunum er miðað við 30°C umhverfishita.

Þegar um er að ræða frávik s.s. hærri umhverfishita, samsíða legu leiðara o.fl. verður að nota leiðréttingarstuðla, sjá töflur 52A.14 (leiðréttingarstuðlar vegna umhverfishita) og 52A.17 (lækkunarstuðlar vegna samsíða legu leiðara).

Raflagnir



Ef nota þarf tvo eða fleiri stuðla skulu þeir margfaldaðir saman til þess að fá heildar leiðréttingu á straumþoli raflagnar. Við úrlausn verkefna má nota töflu 10 á bls. 55 í bókinni „Formúlur fyrir rafiðnir“ þó með þeim fyrirvara að hún er gerð samkvæmt eldri þýskum staðli, VDE 0298.

Í einhverjum tilvikum eru straumgildi þar önnur en í töflunum. Í ÍST 200:2006 t.d. er t.d. straumþol fyrir $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ og viðmiðunaraðferð A1 15,5 A samkvæmt töflu 10 en á að vera 14,5 A í samræmi við töflu 52A.2 í ÍST 200:2006.

Þá er líka munur á straumþoli fyrir eins leiðara og gildleika eftir viðmiðunaraðferð A2 eða 15,5 A í töflu 10 en á að vera 14 A eins og fram kemur í töflu 52A.2 í ÍST 200:2006.

Almennt skal setja upp varnartæki vegna hættu af völdum yfirstrauma í raflögnum, sjá ÍST 200:2006-430. Þau varnartæki sem hér um ræðir eru bræðivör, sjálfvör og aflrofar (ÍST 200:2006-432.1). Setja má upp eitt varnartæki ef það uppfyllir bæði kröfur sem gerðar eru til yfirálagsvarnar, samkvæmt grein 433 í ÍST 200:2006 og skammhlaupsvarnar samkvæmt grein 434, sjá enn fremur grein 435.1.

Yfirálagsvörn fyrir raflögn skal uppfylla eftirfarandi skilyrði (ÍST 200:2006-433):

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

hér er: I_B hönnunarstraumur (álagsstraumur), I_N málstraumur vars og I_Z straumþol raflagnar að teknu tilliti til leiðréttingarstuðla. Í töflu 12 í bókinni „Formúlur fyrir rafiðnir“ (bls. 56) eru varstærðir fyrir mismunandi gildleika leiðara og lagnaraðferðir. Nánar er fjallað um vör í kafla 9, Töflubúnaður og í ÍST 200:2006-533.

Raflagnir

7.1 Kröfur til raflagna og eiginleikar byggingarluta

Samkvæmt byggingarreglugerð verða ákveðnir hlutar bygginga að uppfylla kröfur um sérstaka eiginleika s.s. burðar- og brunapol, hljóð- og varmaeinangrun, rakavörn o.þ.h. Við raflagnavinnu verður að taka fullt tillit til þessara eiginleika og gæta þess að þeir skerðist ekki, sjá ÍST 200:2006-527.

Bent skal á leiðbeiningar frá framleiðendum raflagnaefnis varðandi frágang á raflögnum í hverju tilviki. Velja verður lagnaleiðir og raflagnaefni sem hentar viðkomandi aðstæðum og gæta þess að efni og frágangur sé í samræmi við kröfur til byggingarlutans. Mannvirkjastofnun eða annar viðurkenndur aðili úrskurðar um brunaflokkun byggingarefna, sjá [BYG-9.6.8](#).

Efnum er skipt í þrjá flokka eftir brunaeiginleikum; A-efni sem eru óbrennanleg byggingarefni; B-efni sem eru brennanleg en ekki eru kviknar auðveldlega í, breiða eld hægt út og mynda takmarkaðan reyk; og eldnæm byggingarefni sem eru efni sem ná ekki að uppfylla kröfur til flokks A eða B og ekki má nota óvarið í byggingar. Á vef Mannvirkjastofnunar er [skjalið 153.BR1](#) með dæmum um eldvarnarveggi, hæðarskil o.fl.

Prófuð og viðurkennd brunamótstaða byggingarluta eru táknuð þannig, sjá [BYG-Viðauki 1](#).

R er burðargeta í mínútum, t.d. R 120.

E er heilleiki (þéttleiki) í mínútum, t.d. E 60.

I er einangrun í mínútum, t.d. I 30.

Raflagnir

Ef tekin eru dæmi um kröfur til byggingarhluta þá skulu berandi hlutir einbýlishúsa, svo sem útveggir, milliveggir, súlur, bitar og hæðaskil (gólf milli hæða) vera EI 30, sjá [BYG- 9.7.2](#), aðskilnaður milli íbúðarhúss og bílageymslu skal vera REI 60, BYG-9.6.20 svo og hæðaskil yfir bílskúr eða bílskýli.

Í raðhús um og öðrum sambyggðum húsum skulu veggir á milli þeirra vera REI 120-M.

Veggirnir skulu ná út að ystu vegg- og þakklæðningum, sjá [BYG-9.6.20](#).

Í fjölbýlishúsum skulu veggir á milli íbúða vera EI 90, sjá [BYG-9.6.20](#).

Í skólum á hver skólastofa eða dagvistunarherbergi að mynda sjálfstætt brunahólf, a.m.k. EI 60, sjá [BYG-9.6.19](#).

Í gistihúsum skal hvert hótélherbergi, með tilheyrandi forstofu og snyrtiherbergi, mynda sjálfstætt brunahólf EI 60, sjá [BYG-9.6.21](#).

Þá eru gerðar ákveðnar kröfur um að hljóðeinangrun byggingarhluta sé yfir ákveðnum mörkum t.d. milli íbúða og sameiginlegra rýma, sjá [BYG-173](#).

7.2 Pípulagnir

Í pípulögnum eru plasttaugar ídregnar í lokaðar stál- eða plastpípur. Pípulagnir eru ýmist áfelldar og þá látnar fylgja sem mest gólf- og loftlistum, eða huldar inni í veggjum og loftum. Er sú síðast talda miklu algengari. Í veggjum skulu pípur lagðar lárétt eða lóðrétt eftir því sem kostur er.

Raflagnir

Í pípulagnir eru notaðar stálpípur, plastpípur og á seinni árum einnig álpípur. Stálpípur eru valsaðar og soðnar saman, vel sléttar að innan, gljábrenndar eða sínkaðar. Þvermál þeirra er frá 12 til 50 mm að utanmáli, lengd 4 m.

Við stálpípulagnir verður að nota sérstakt áhald til þess að beygja pípurnar sem nefnist **beygjuklossi**. Með beygjuklossa verða beygjur jafnar (með sama radíus) en einnig má fá tilbúna beygjur í þessar lagnir. Í stálpípulögnum skal vera öruggt leiðið samband milli allra hluta lagnarinnar. Þær skal ætíð jarðtengja.



Beygjuklossi.



Beyjugormur.

Plastpípunar eru heildregnar úr plastefni. Þvermál þeirra er frá 16 til 40 mm, að utanmáli og er lengd þeirra 4 m. Pípunar (16 og 20 mm) eru framleiddar í hvítum, bláum og rauðum lit. Við plastpípulagnir er notaður beygjugormur þegar beygja þarf pípu. Nota verður beygjugorm í samræmi við gerð pípu annars er hætt við að pípan brotni eða jafnvel lokist alveg ef reynt er að nota of grannan gorm. Þá þarf að gæta þess að beygjur verði ekki of krappar, það auðveldar ídrátt síðar.

Pípunar mega hvorki liggja í né á óeinangruðum útveggjum steinhúsa, heldur fyrir innan hitaeinangrun veggjanna eða innarlega í hitaeinangrunarlagi. Hvergi mega pípurnar hafa skarpar brúnir, svo að einangrun tauganna sé eigi hætt við skemmdum og auðvelt sé að draga taugarnar úr eða í pípurnar. Pípunar skulu yfirleitt lagðar þannig, að þær séu í sem jöfnustum hita, svo að rakamettað loft geti ekki þéttst í þeim, en að öðrum kosti skulu þær varðar gegn hitabreytingum. Í steiptum plötum skulu pípur rísa nokkuð, svo að ekki myndist í þeim vatnspoki.

Raflagnir

Pípur sem lagðar eru í steypumót (plötu) verður að festa vandlega með því að binda þær við steypustyrktarstálið á u.þ.b. 1 metra bili. Við pípulagnir í trégrind og léttu veggjum skal gæta að samsetningum t.d. að pípuendar nái saman í samsetningarhólkum, þá þarf að festa pípurnar vandlega þannig að þær haggist ekki þegar taugarnar eru dregnar í þær, (sjá ÍST 200:2006-522.8).



Ídráttarfjöldur.

Við ídráttinn er notaður stál- eða plastþráður (ídráttarfjöldur), sem ýtt er fyrst gegnum pípurnar, en áður eru pípurnar hreinsaðar vandlega af óhreinindum og raka. Við erfiðan ídrátt má bera talkúm eða svipað efni (ídráttarfeiti) á taugarnar til þess að þær verði hálli.

Litir tauga, (N, PE og PEN) verða að vera í samræmi við ákvæði ÍST 200:2006-514. Æskilegt er að gera ekki ráð fyrir fleiri en 7 taugum $1,5 \text{ mm}^2$ í 16 mm pípu, enda tilheyri þær allar sömu straumrás. Allar taugar sömu greinar skulu liggja saman í pípu.



Greining og samskeyti tauga eru gerð í tengidósum (loft eða veggdósum). Samskeyti tauga eru skrúfuð eða stungin með einangruðum tengjum. Í innfelldum lögnum eru einnig rofa og tengladósir (R/T -dósir) fyrir rofa og tengla.



Raflagnir

Við uppsetningu á dósum þarf að gæta að málsetningum, (lárétt/lóðrétt) og að þær nemi (jaðri) við ytri brún á vegg, sjá ÍST 200:2006-522.8.8. Ef dós er innar en veggbrún má framlengja henni með sérstökum hring. Festa þarf dósir mjög vandlega því á þær getur komið töluverð togáraun. Þetta á sérstaklega við um tengla- og loftdósir. Pípulögn er tengd við aðra tegund lagna, s.s. strenglögn, í tengidós.

7.3 Raflagnir í steinveggi

Hér á eftir munum við skoða nánar frágang raflagna í veggjum og hæðarskilum bygginga.

Í flestum tilvikum eru steyptir innveggir hluti af burðarvirki bygginga. Ekki er leyfilegt að saga úr eða brjóta stærri göt í þessa veggj ef það hefur í för með sér skerðingu á burðareiginleikum þeirra. Þegar steinveggir eru á milli brunahólfa í byggingu mega raflagnir ekki skerða brunapól þeirra. Þetta á að sjálfsgöðu einnig við um hljóðeinangrun.

Almennt má gera ráð fyrir að setja megi innfelldar R/T-dósir (rofa- og tengladósir) í steinveggi með brunapól (t.d. A-EI90) ef heildarþykkt þeirra er meiri en 100 mm. Slíkar dósir geta verið á mótum hvor annarri (sitt hvoru megin) í veggnum ef veggurinn er meira en 140 mm þykkur og a.m.k. 30 mm steinsteypa er milli þeirra. Hægt er að setja innfellda tengi- eða greinakassa í steinveggi ef þykkt steypu yfir botn þeirra er meiri en 30 mm.

Raflagnir

Í steinveggi sem eru þynnri en 60 mm er ekki hægt að setja innfelldar R/T-dósir ef þeir eiga að uppfylla kröfur um brunapól (veggur milli brunahólfa). Í þannig tilvikum verður að setja upp áfelldar raflagnir. Þessar leiðbeiningar eiga einnig við um múraða vikurveggi.

Greina verður á milli lagna í inn- og útveggi. Ef útveggir eru einangraðir að innan þá er innfelldri raflögn komið fyrir í einangruninni og þess gætt að eiginleiki einangrunar skerðist ekki að óþörfu vegna raflagnanna. Raflagnirnar verða að liggja við innri hlið einangrunar. Ef rörin eru sett nær útveggnum er hætt við að í þeim myndist kuldaskil (rakapétting).

Þegar útveggir eru einangraðir að utan verður að koma raflögninni fyrir við innra byrði steypumóts áður en steipt er. Þá er lítil hætt á að einangrun skerðist vegna raflagna. Að jafnaði er ekki líklegt að upp komi vandamál vegna brunapóls útveggja. Liggi raflagnir gegnum útveggi (t.d. að útilýsingu) verður að ganga frá þeim þannig að ekki sé hætt á rakamyndun við kuldaskil.

7.4 Raflagnir í plötuklædda veggi (holrúmsveggi)

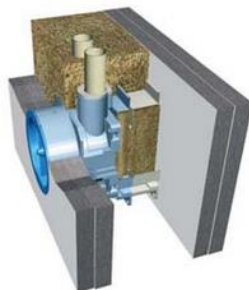
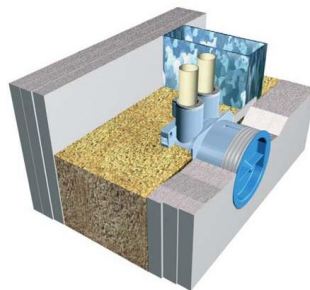
Hér má á sama hátt og við steinveggi greina milli inn- og útveggja. Algengast er að koma einangrun fyrir í burðargrind útveggjanna og síðan er sett upp rakavörn (t.d. plastdúkur). Næst kemur lagnagrind en í hana koma raflagnir með R/T -dósum. Mikilvægt er að hvorki rakavörn né varmaeinangrun skerðist t.d. þegar verið er að leggja röralagnir gegnum útvegg. Ganga verður tryggilega frá rakavörninni áður en útveggir eru klæddir.

Raflagnir

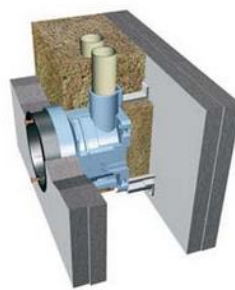
Ekki er alltaf heimilt að setja innfelldar R/T -dósir í klædda innveggi. Hér verður að taka tillit til ýmissa þátta s.s. brunapols og hljóðeinangrunar. Rétt er að kynna sér leiðbeiningar frá framleiðendum í hverju tilviki áður en framkvæmdir hefjast (sjá skýringarmyndir). Aldrei er leyfilegt að setja innfellda töflukassa í klædda veggi ef veggurinn á að uppfylla kröfur um brunapól eða hljóðeinangrun nema sérstök hönnun (brunahönnun) hafi farið fram.

7.5 Hljóðeinangraðir veggir

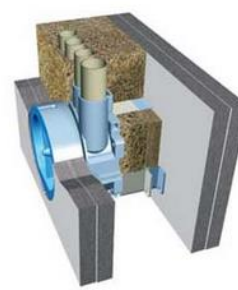
Við hljóðeinangrun er mikilvægt að setja þéttull á bakvið dósirnar (líka á milli stólanna). Betri árangur fæst með því að hafa vegginn með tvöföldum stoðum þannig að klæðning hvorrar hliðar snerti stekki. Þá verður að nota stoðfesti eins og myndin sýnir.



Apparát-dosa AU60.1



Apparát-dosa AU5.5



Kopplings-/Spisdosa AU67

Sjá: http://www.installationsprodukter.se/131/Brands%C3%A4kra%20dosor_SWE1.html

Raflagnir

7.6 Léttir veggir með brunapól

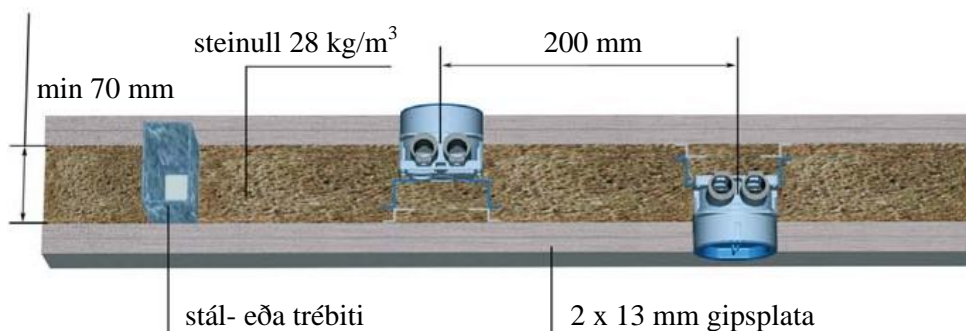
Við raflagnir í veggj með brunapól verður að nota viðurkennt lagnaefni. Plastdósir verða að standast glóðarþráðaprófun. Í Svíþjóð, Noregi og Finnlandi er gerð krafa um að innfelldar dósir verði að standast 750°C glóðarþolsprófun. Gera má ráð fyrir að í nýjum IEC staðli verði miðað við 850°C.

Samkvæmt upplýsingum frá framleiðandanum Thorsman eru dósirnar TED-2 gerðar úr halógen snauðu plastefni sem stenst glóðarþráðaprófun við 850°C hitastig. Þessar R/T dósir eru umhverfisvænar og með meiri brunamótstöðu en eldri gerðir dósar og viðurkenndar í léttu veggj með brunapólið EI30 og EI60. Ekki þarf að nota annað efni en fylgir dósunum, b.e. stóla eða stoðfesti.

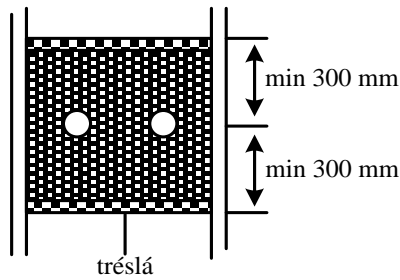


Hringskeri.

Gera þarf hringlaga gat í plötur fyrir dósir, þvermál 73 mm. Mikilvægt er að ganga rétt frá dósunum og setja þéttull á bakvið þær. Þéttleiki steinullar skal a.m.k. vera 28 kg/m³. Veggirnir eru klæddir með gifsplötum og lágmarksþykkt grindar í vegg er 70 mm. Í EI30 vegg er einföld gifsklæðning en tvöföld í EI60 vegg. Ef setja skal dósir beggja megin verður fjarlægð á milli þeirra að vera minnst 200 mm (miðja í miðju).



Raflagnir



Ef setja á dósir í holrúmsveggi (óeinangraða vegg), með brunapoli, verður að setja þéttull umhverfis þær eins og myndin hér til hliðar sýnir. Setja þarf upp tréslá sem heldur við ullina, bæði 300 mm neðan við og 300 mm ofan við dósirnar. Einangrun umhverfis dósirnar skal útfærð á sama hátt og í einangruðum veggjum.

Til pípulagna má telja barkalagnir, en það eru sveigjanlegar plastpípur, sem notaðar eru í utanálíggjandi lögnum. Varast ber að nota barka í huldum lögnum nema við vissar aðstæður og þá aðeins þegar um stuttar lagnir er að ræða. Algengt er að nota áfelldar plast eða málmþípur (úr áli eða stáli) sem vörn og lagnaleið fyrir strengi.

Innfelld pípulögn með ídráttartaugum, í einangruðum léttum vegg, flokkast sem viðmiðunaraðferð A1 við ákvörðun á straumþoli en ef sama lögn liggur í steiptum vegg flokkast hún sem viðmiðunaraðferð B1 samkvæmt töflu 52.3 í ÍST 200:2006.

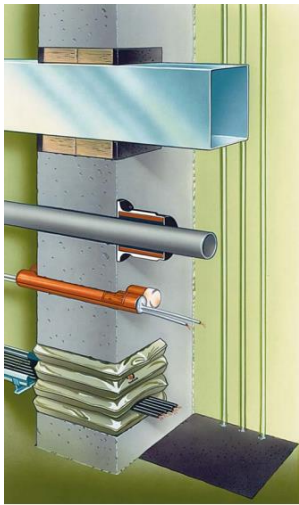
7.7 Strengjalagnir

Strengir eru mjög algengir í raflögnum og geta verið áfelldir, í strengrennum, strengstigum, ídregnir í pípur eða lagðir í jörð, sjá ÍST 200:2006-521.

Áfelldar strengjalagnir á trévegg flokkast sem viðmiðunaraðferð C við ákvörðun á straumþoli en ef sami strengur er dreginn í pípu sem er áfelld á trévegg flokkast lögnin sem B1.

Í strengjalagnir eru notaðir plaststrengir með CENELEC merkinguna N05VV-U eða aðrir viðurkenndir strengir.

Raflagnir



Brunaþétting með pípum og strengjum.



Þegar gerðar eru sérstakar kröfur varðandi brunavarnir eru notaðir strengir með eldtefjandi kápu. Í stofna og kvíslar má nota aflstrengi t.d. N1VV-R.

Óvarinn streng má ekki leggja í steypu. Í áfelldum strengjalögnum er hæfilegt bil á milli spennu 15-25 cm, fer eftir gildleika og aðstæðum. Samskeyti og greining strengja eru gerð í sérstökum tengidósum, eða tengikössum. Samskeytin (tengingin) eru í einangruðum tengjum.

Tengidósir verða að hæfa aðstæðum og þola þá áraun sem vænta má á viðkomandi stað. Tengidósir hafa tvo, þrjá eða fleiri stúta. Nota verður viðeigandi þéttistúta sem geta verið troðnipplar eða skrúfnipplar. Öllum tengidósum skal lokað með viðeigandi loki. Verja skal strengi þar sem sérstaklega er hætt við áverkum t.d. með því að setja þá í sterkar pípur þegar farið er í gegnum vegg eða gólf (gegntök).

7.8 Gegntök um vegg og hæðarskil

Ganga verður frá raflögnum gegnum brunahólfandi vegg og hæðarskil með viðurkenndum hætti. Nota þarf sérstakan búnað fyrir gegntök og haga uppsetningu og frágangi í samræmi við fyrirmæli frá framleiðendum og nota viðeigandi brunapéttingar, sjá ÍST 200:2006-527 og [BYG 9.6.11](#). Við áfelldar strengjalagnir reynir á handbragð og vinnubrögð fagmannsins t.d. varðandi lagnaleið, bil á milli festinga, lagnalínu o.þ.h.

Góður frágangur lagna ber vott um fagmennsku viðkomandi og verður öðrum til eftirbreytni í framtíðinni.

Raflagnir

7.9 Strengjarennur

Strengjarennur er lagnaleið fyrir strengi. Hún er gerð úr plasti eða málm og getur verið opin eða lokað, sjá ÍST 200:2006-521. Strengjarennu má leggja beint á loft og veggi eða við gólf. Við gegntök um veggi verður að loka opinu með því að setja í þau hljóðeinangrun.



Algengustu strengjarennur eru úr PVC-plasti og þola þær hitastig allt að 65°C. Neðri hluti (bolur) strengjarennu nefnist botn og efri hluti lok. Af öryggis ástæðum verða rásir á spennusviði I (smáspenna er allt að 50V AC) og II (lágspenna er allt að 1000V AC) að vera aðskildar og ekki hlutar sama raflagnakerfis, sjá ÍST 200:2006-528.1. Þetta felur í sér að ef nota á strengjarennu fyrir smá- og lágspenna strengi verða þær að vera tvískiptar eða með lausu skilrími á milli strengja þessara spennukerfa.

Ekki þarf að festa strengi í strengjarennu en með þar til gerðum smellum festingum má koma í veg fyrir að strengirnir falli út úr rennu þegar hún er opnuð. Fjölleiddastrengir sem liggja í lokaðri rennu flokkast sem viðmiðunaraðferð B2 (sjá lagnaraðferð nr. 8 í töflu 52.3 í ÍST 200:2006).

Strengjarennu úr málm verður að jarðbinda og spennujafna alla málmhluta hennar, sjá ÍST 200:2006-413.1.1.2.

Raflagnir

7.10 Tenglarennur og gólflistarennur

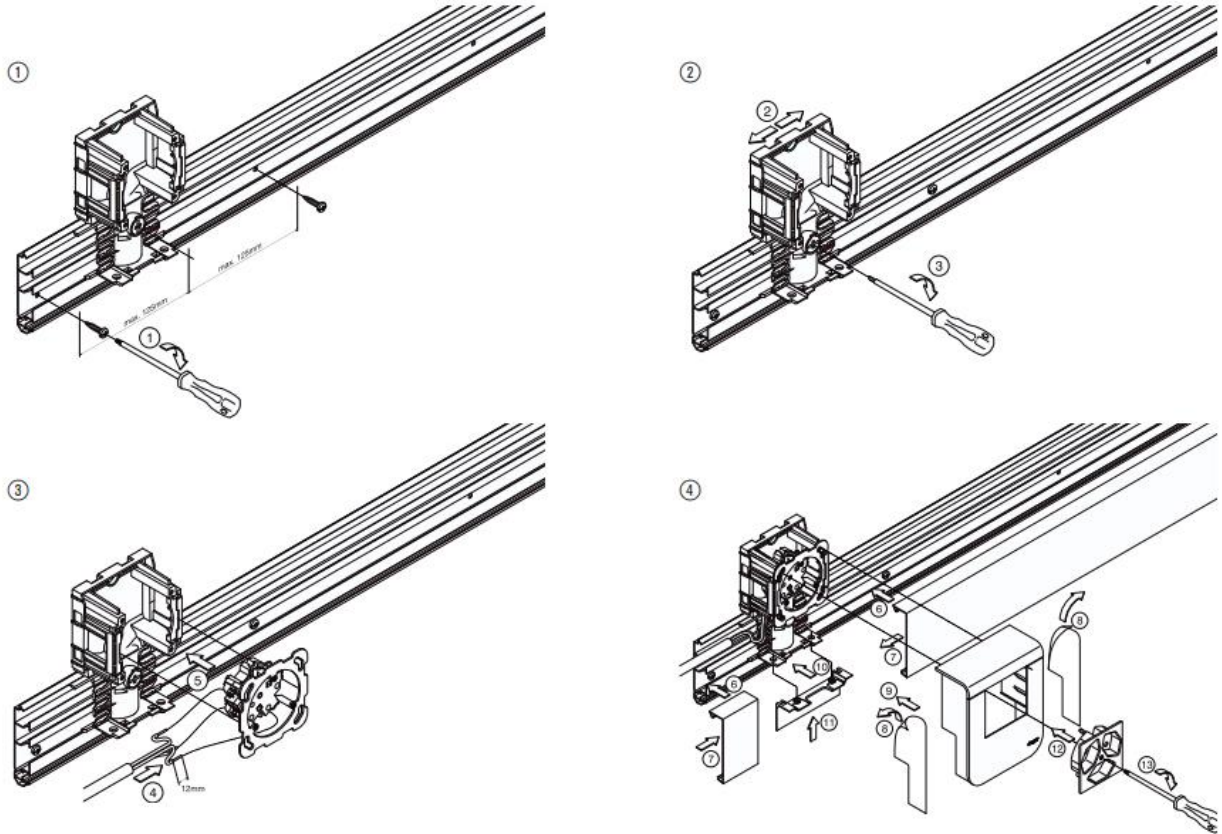


Tenglarennur og gólflistarennur gegna svipuðu hlutverki og strengjarennur nema í þær má setja raflagnabúnað. Skýringar hér að framan við strengjarennur eiga því alveg eins við um tenglarennur en til viðbótar verður að tryggja að allur búnaður sé fastur og óeinangraðir spennuhafa hlutir búnaðar eða hlutir sem aðeins hafa rekstrareinagrun skulu varðir gegn snertingu með hlífum eða loki.



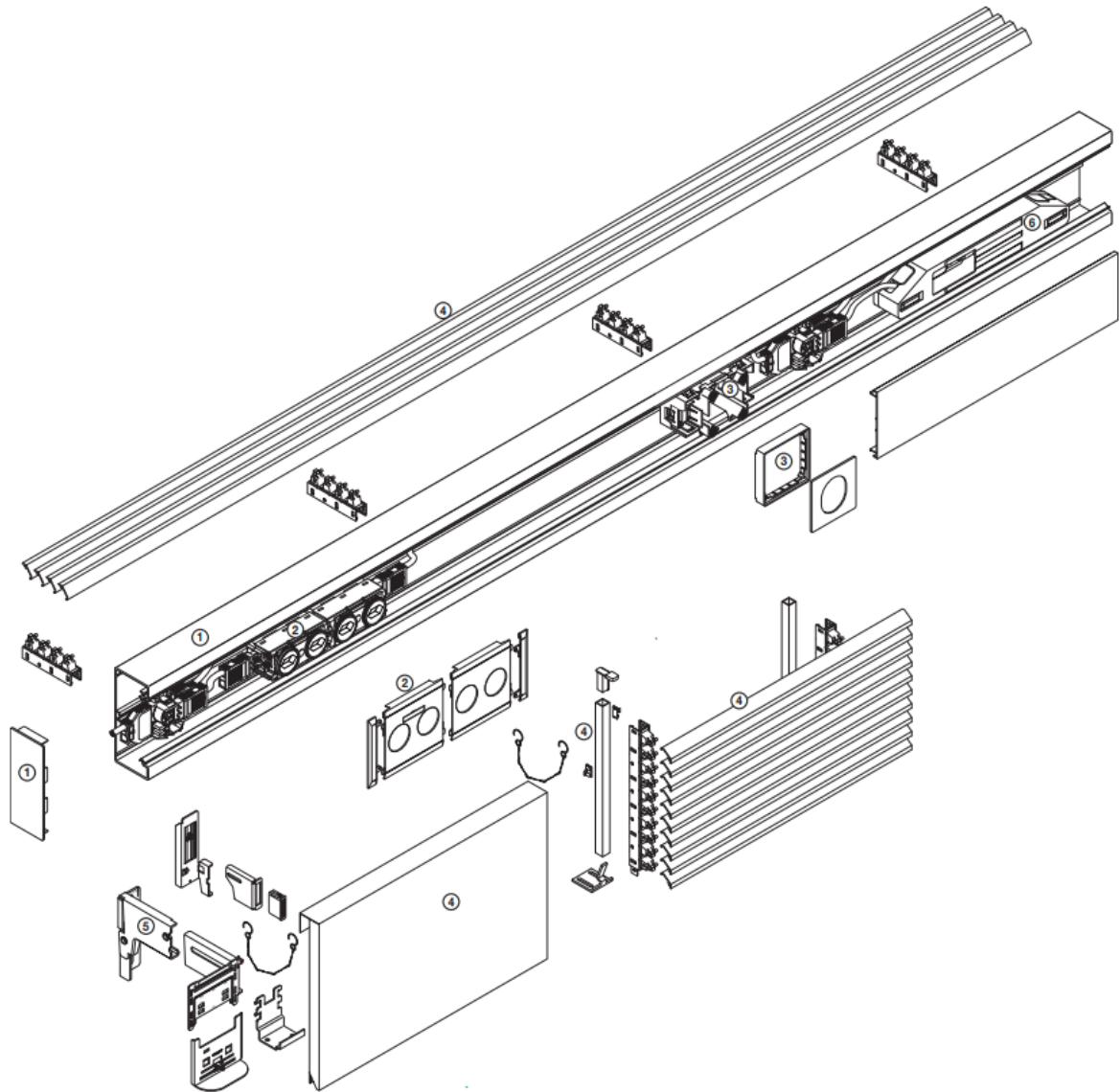
Hlífur sem gegna þessu hlutverki má ekki vera hægt að fjarlægja án þess að beita þurfi verkfærum. Ennfremur eiga þessar hlífur að vera aðgreindar frá lokum yfir strengjarýmum þannig að þær þurfi ekki að fjarlægja við breytingar á lögnum, t.d. ef verið er að fjölga strengjum. Allur raflagnabúnaður skal vera í dósnum sem fest er í botn rennunnar. Setja verður togfestu við alla innfærslustaði strengja. Tenglarennur eru fánlegar úr plasti eða áli. Við uppsetningu á tenglarennum úr áli verður að jarðbinda rennurnar og spennujafna alla málmhluti þeirra. Einn helsti kostur við tenglarennur er hve auðvelt að setja þær upp við endurnýjun og breytingar á eldra húsnæði. Einnig er mikilvægt að allar breytingar (t.d. viðbætur) á tengla- og gólflistarennulögnunum eru auðveldar í samanburði við hefðbundnar innfelldar raflagnir.

Raflagnir



Uppsetning á TEHALIT SL gólflistarenum.

Raflagnir



TEHALIT BR tenglarennur.

Skýringar:

1. Tenglarennu og fylgihlutir	4. Loftrásarlistar
2. Tenglar	5. Veggfestingar
3. Dósir fyrir CEE tengla til iðnaðarnota að 32A	6. Greinavör

Raflagnir

7.11 Strengstigar og bakkar



Strengjastigar og bakkar eru mikið notaðir í raflagnir í stærri byggingum, sjá töflu 52.3 í ÍST 200. Hér verður fjallað lítillega um strengjastiga en textinn á alveg eins við um strengjabakka. Algengustu strengjastigar eru úr galvanhúðuðu stáli, annaðhvort heit- eða rafgalvaniserað. Í strengjastiga eru lagðir afl- og lagnastrengir en einnig má setja í þá strengi fyrir smáspennulagnir. Strenglagnir á spennusviði I (smáspenna er allt að 50V AC) og II (lágspenna er allt að 1000V AC) skulu aðgreindar t.d. með skiptilista eða strenglagnir á spennusviði I hafðir í sér strengstiga sjá ÍST 200:2006-528.1.

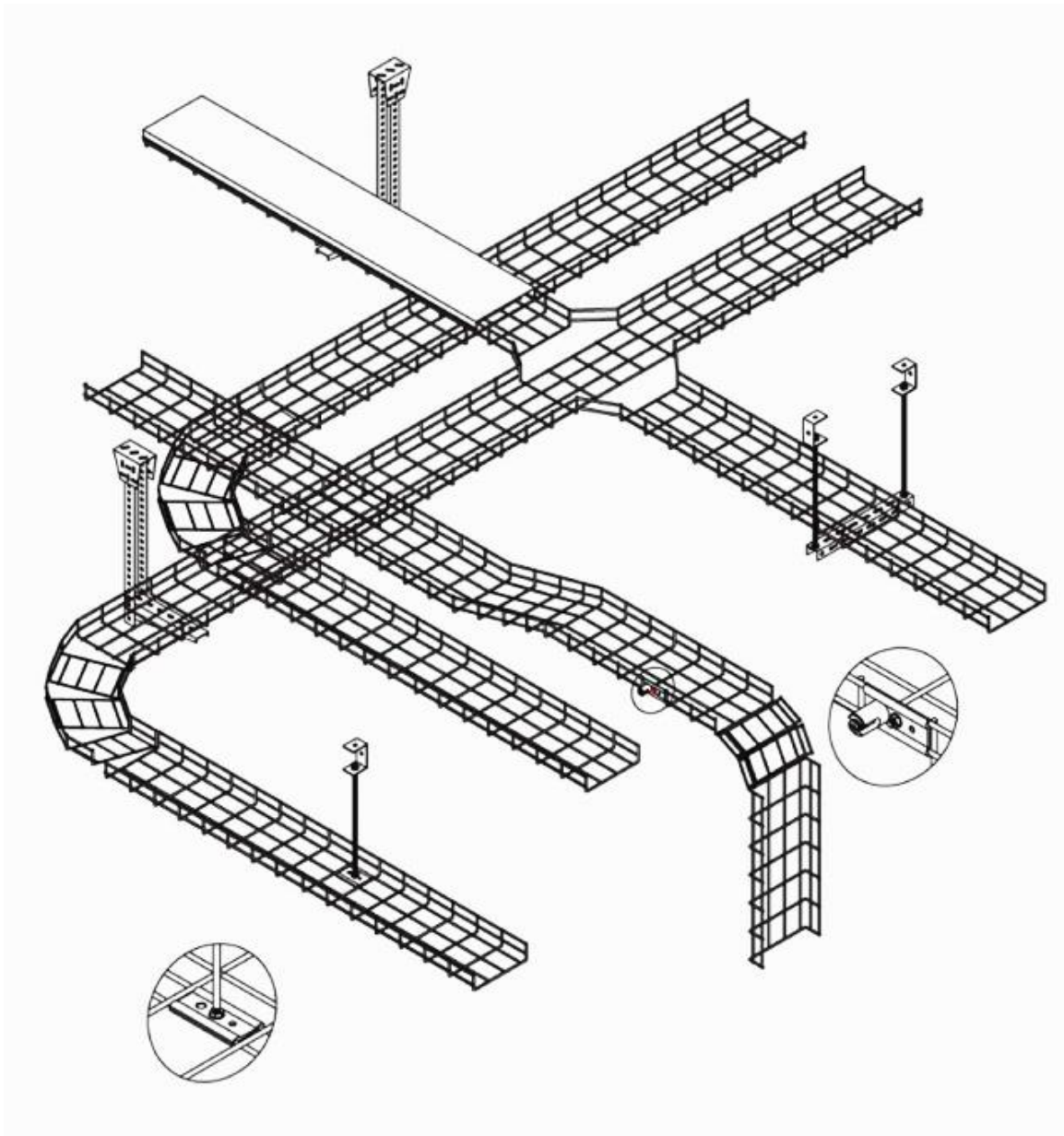
Strengstigar eru fáanlegir í nokkrum stærðum og er breidd þeirra er frá 100 mm upp í 600 mm. Þeim fylgir mikið úrval af samsetninga- og festiefni (sjá skýringarmynd frá WIBE á næstu síðu). Strengjastiga má t.d. festa beint við vegg eða hafa niðurhangandi frá lofti.

Álag á strengjastiga getur verið mikið vegna þunga strengjanna, því verða allar festingar að vera traustar og ekki of langt á milli þeirra. Strengi í strengjastiga verður að festa tryggilega t.d. með dragbindi eða sérstökum festingum. Setja má upp raflagnabúnað í strengjastiga og eru þá notaðar sérstakar festiplötur (tækjaplötur) fyrir dósir o.þ.h.

Strengjastigar verða að vera jarðtengdir og tryggt að allir málmhlutar þeirra séu tengdir saman með spennujöfnunarleiðara á öruggan hátt, sjá ÍST 200:2006-413.1.1.2.

Raflagnir

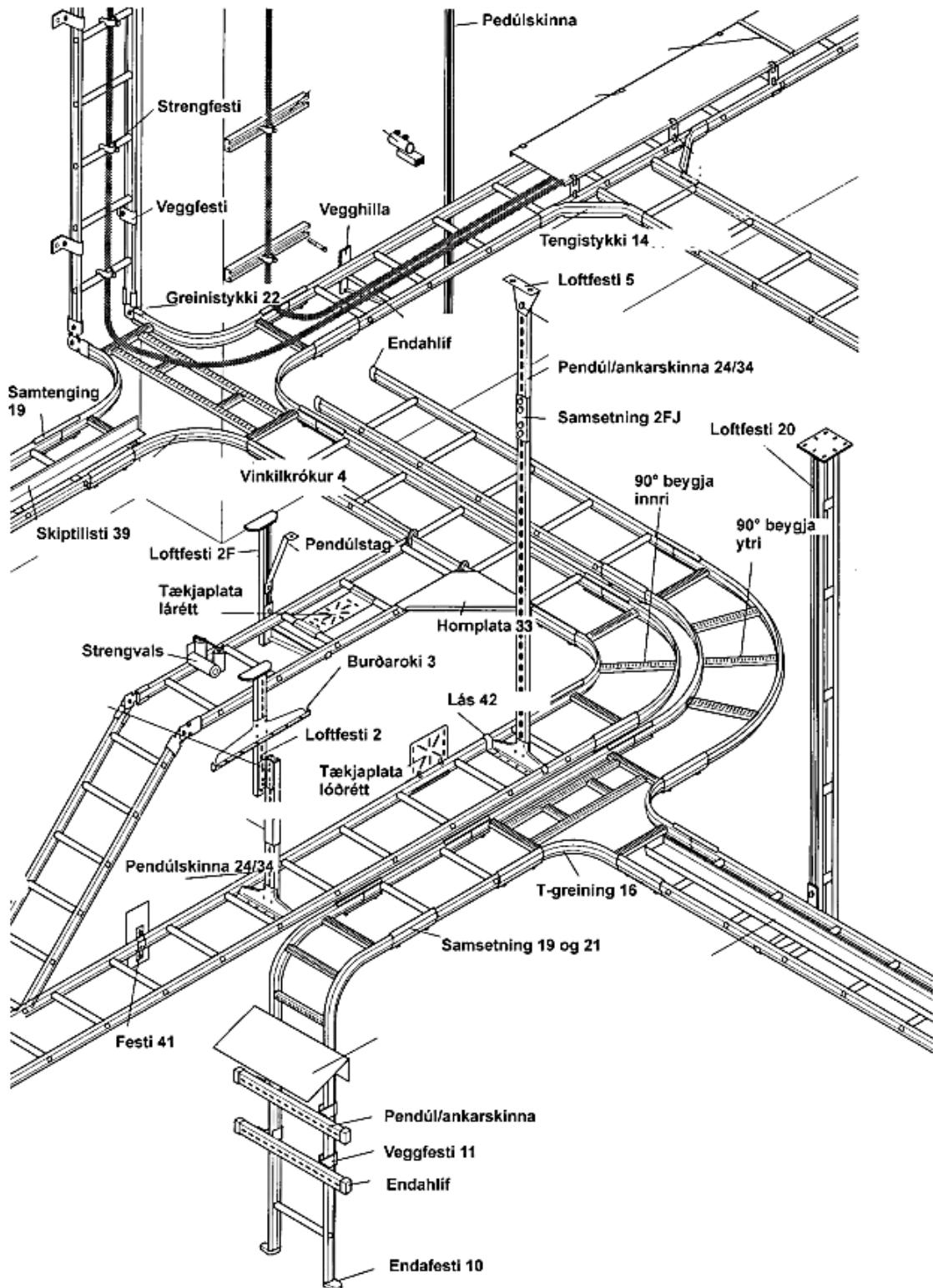
Fjölleiðarastrengir sem liggja í ógötuðum bakka flokkast sem viðmiðunaraðferð C (sjá atriði nr. 30 í töflu 52.3 í ÍST 200:2006) en ef sami strengur er í strengstiga þá flokkast lögnin sem viðmiðunaraðferð E (sjá lagnaraðferð nr. 34 í töflu 52.3).



Netrennukerfi frá MEPSAN
Bogar, beygjur, upphengi og krossar.

Raflagnir

WIBE strengjastigar – yfirlitsmynd.



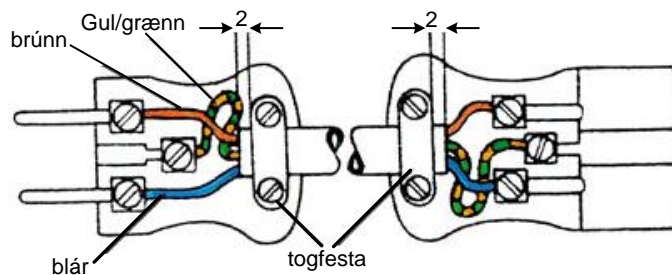
Raflagnir

7.12 Lausataugar

Lausataugar eru milliliðir milli fastra lagna og laustengdra tækja. eru þær tengdar við föstu lagnirnar með tengli. Þannig skal gengið frá endum lausatauga, að þær hafi togfestu svo ekki geti stríkkað á tengingum sjálfra raftauganna. Við tengingu á lausataug skal varnarleiðari (PE-taug) höfð lengri en rekstrartaugar en með því móti er komið í veg fyrir að PE-leiðarinn slitni á undan rekstrartaugunum ef lausataugin verður fyrir of mikilli togáraun.

Lausataug, sem ekki er tengd við tæki, skal hafa kló á öðrum enda, en tækjatengil á hinum. Ekki má setja lausataugar þannig, að þeim sé hætt við áverka og ekki hengja þær á eða vefja þeim um króka o.þ.h. sjá ÍST 200:2006-559.

Í lausataugum mega engin samskeyti vera utan tengibúnaðar. Þurfi að lengja lausataug er það gert með sérstakri framlengingasnúru sem útbúin er með kló og taugatengli. Varast skal eftir því sem unnt er að nota langar lausataugar við venjulegar aðstæður m.a. vegna áverkahættu, sjá ÍST 200:2006-522.8.1. Ávallt skal setja togfestur við endabúnað lausatauga, sjá ÍST 200:2006-522.8.9.



Schuko kló og taugatengill.

Raflagnir

Við færanleg tæki á heimilum s.s. létt eldhúsáhöld, borðlampa, útvarp og sjónvarp má nota léttu plasticsnúru af gerðinni [H03VVH2-H](#) eða [H03VV-F](#). Við önnur stærri heimilistæki s.s. eldavél, helluborð, bökunarofn, þvottavél, þurrkara, ryksugu má annaðhvort nota [H05VV-F](#) tækjasnúrur eða [H05RN-F](#) gúmstrengi. Við straujárn er notuð gúmsnúra með ofinni kápu [H03RT-F](#) (A03RT-F) en við önnur létt tæki nægir venjuleg gúmsnúra [H05RR-F](#).

Í lausataugar við vélar og tæki á rökum og blautum stöðum skal nota tækjasnúrur eða gúmstrengi. Við handverkfæri og létt tæki sem notuð eru að jafnaði utandyra er mælt með léttum gúmstreng eða [NGMH11UÖ](#) (orange) plasticsnúru. Fyrir vélar og verkfæri á verkstæðum, byggingasvæðum o.þ.h. skal nota þolna gúmstrengi ([H07RN-F](#)).

7.13 Raftaugabúnaður

7.13.1 Inntök fyrir strengi og taugar



Nipplar fyrir strengi.

Taugar í raflögnum má ekki skeyta saman nema í tengidósum eða tengikössum eða í þar til gerðum tengibúnaði. Þar sem raftaugar liggja að töflum, tengidósum, raftúnaði eða neyslutækjum verður að setja upp viðeigandi innfærslustúta ef þeir eru ekki fyrir hendi. Gerð innfærslustúta verður að vera í samræmi við kröfu um verndarstig (IP) viðkomandi búnaðar eða tækis.

Raflagnir

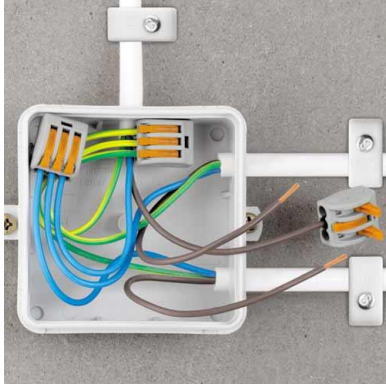


*Hlífðarhólkur fyrir
aðtaug.*

Vanda verður val og tengingu á lausataugum við færanleg neyslutæki. Við innfærsluop fyrir taugar mega ekki vera hvassar brúnir sem skaðað geta taugina við hliðaráttak. Til að koma í veg fyrir þetta má nota sérstaka innfærslustúta með ávölum brúnum í opi eða hlífðarhólki úr mjúku efni. Við innfærslustað í færanlegum tækjum og á búnaði lausatauga verður að vera togfestubúnaður sem kemur í veg fyrir að togátak myndist á tengistaði. Skrófnippill með þéttingu telst ekki togfestubúnaður í þessu sambandi.

Raflagnir

7.13.2 Tengingar tauga



Í tækjum tengjast raftaugar á þar til gerðum tengistöðum með skrúfuðum eða stungnum tengjum. Í tengidósum eru samskeyti raftauga í sérstöku tengjum. Í tengikössum og töflum tengjast raftaugar í raðtengi eða tengilista. Raðtengi geta verið með málmfjöður (stungin) eða skrúftengingum. Í dag er algengt að tengiklemmur í rafbúnaði, fyrir leiðara að 4 mm² henti bæði fyrir einþátta og fínþátta leiðara, án þess að nota þurfi vírendahólka.



Sérhæfð áhöld eru t.d. strengskæri, strenghníf, afeinangrunartöng, skábít og kjörntöng (skótöng). Eftir að strengur hefur verið skorinn í rétta lengd verður að fjarlægja kápu hans. Hve mikið af kápunni er fjarlægt fer eftir gildleika strengs og aðstæðum við tengingar. Kápan er fjarlægð með hníf eða strenghníf. Skurðdýpt verður að vera hæfileg, alls ekki of djúp því þá er hætt við að einangrun tauganna skemmist.

Til afeinangrunar á endum tauga notum við afeinangrunartöng. Lengd afeinangrunar fer eftir tengiefninu.










Við tengingar á endum tauga við rafbúnað eru notaðir; tengiskór (strengskór), vírendahólkar, tengihólkar, tengiklemmur o.þ.h. Þegar notað er pressað (kjörnað) tengiefni t.d. strengskór verður að fjarlægja einangrun eins og dýpt hólksins segir til um að viðbættum 1 mm. Þannig á að vera tryggt að endinn sé fullkomlega í réttri stöðu þegar skórinn er pressaður (kjörnaður) með viðeigandi kjörntöng (skótöng).

Raflagnir

Þegar lausataug liggur að færanlegum rafbúnaði skal þó ávallt vera örugg togfesta fyrir aðtaugina. Við tengingar á fá- og fínþættum endum eru notaðir tengiskór eða tengiklemmur og við skrúftengingu á fínþættum endum eru notaðir vírendahólkar. Þá verður líka að nota sérstaka pressutöng til þess að festa hólkinn á vírendann.



Pressutöng fyrir vírendahólka.

DIN 46228	Gildleiki leiðara
	0,50 mm ²
	0,75 mm ²
	1,00 mm ²
	1,50 mm ²
	2,50 mm ²
	4,00 mm ²
	6,00 mm ²

Vírendahólkar.



Stungið tengi.



6 víra tengi.

Við tengingar á fá- og fínþættum leiðurum verður að nota viðeigandi tengiklemmur. Ávallt verður að koma í veg fyrir að einstakir þættir fínþættra leiðara skemmist eða greinist frá við tenginguna. Ekki skal lóða (tina) enda á leiðurum sem flytja raforku. Ef það er gert er hætt við að með tímanum fari tinið að fljóta vegna þrýstings á tengistaðnum. Við það losnar endinn og tengiviðnámið eykst, sem aftur veldur mikilli hitamyndun. Allar skrúftengingar verður að herða hæfilega þannig að þær séu traustar og tengiviðnám í lágmarki. Almennu skulu tengingar vera aðgengilegar til eftirlits og prófana, sjá ÍST 200:2006-526.3.

Raflagnir

8. Töflur

8.1 Töfluskápar



Frá töfluskápum liggja greinar raflagnarinnar og í þeim er komið fyrir vörum, rofum, raforkumælum og öðrum töflubúnaði. Töfluskápar eru fjöldaframleiddir úr plasti eða málm, gerðir fyrir staðlaðan töflubúnað þar sem hver eining er 18 mm að breidd. Vanda þarf val á töfluskápum. Gott rými þarf að vera fyrir tengingar þannig að öll vinna verði auðveld og þægileg. Gera þarf ráð fyrir a.m.k. 30-100 % aukarými vegna tenginga og hugsanlegra viðbóta síðar. Allir plasthlutar í töflum eiga að vera úr eldtefjandi efni. Til varnar gegn snertispennum eru töfluskápar annaðhvort fyrir jarðtengingu (flokkur I) eða með tvöfalda einangrun (flokkur II).

Töfluskápa verður að festa tryggilega og gæta þess að þeir standi rétt (lóðrétt og lárétt). Í pípulögnum festast pípurnar við töfluskápinn með þar til gerðum stútum (töflustútum).

Raflagnir

Gæta skal þess að láréttur hluti töfluskáps skal a.m.k. hafa verndarstigið IP 4X eða IP XXD, sjá ÍST 200:2006-412.2.2.

Taugar í töfluskápum skulu lagðar skipulega t.d. í vírarennum og festar svo þær haggist ekki. Gæta verður sérstaklega að öllum tengingum, hvort þær séu réttar og traustar (vel hertar). Ekki er leyfilegt að hafa nema eina taug undir hverri tengiskrúfu á N -, PE- og PEN- skinum. Í töfluskápum skulu merkingar vera skýrar a.m.k. skal auðkenna spennukerfi ([Rur 1.11.2](#)), málstraum vara, allar greinar og annan töflubúnað (ÍST 200:2006-514), svo að unnt sé að sjá hvaða hluta lagnarinnar þær tilheyra.

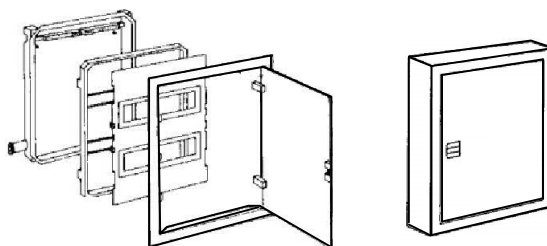
Töfluskápa fyrir mælitæki rafveitu (mælaskápar) er óheimilt að setja í eldhús, bað- og snyrtiherbergi, þvottahús fjölbýlishúsa, íbúðir fjölbýlishúsa, innréttingar, hlöður og gripahús, rannsóknarstofur, vinnslusali, á mjög heita stað i (>40°C), í eldsneytisgeymslur og á bruna- og spreng i hættustaði, sjá [TTR 5.2.2](#).

Aðrir töfluskápar skulu að jafnaði ekki settir upp í eldhús, salerni eða á svipuðum stöðum og ekki heldur nálægt eldstæðum (t.d. olíukyndiklefa, sjá ÍST 200:2006-802.53) eða á flóttaleiðum í byggingum með umhverfisskilyrði sem lýst er í ÍST 200:3006-422.2. Þeir skulu að jafnaði settir upp á þurrum og vel aðgengilegum stöðum. Töfluskápa má flokka eftir stærð og uppsetningu í greinatöflur, veggskápa og gólfskápa.

Raflagnir

8.2 Greinatöflur

Í greinatöflur eru notaðir minnstu töfluskáparnir. Þeir eru ýmist til innfellingar í vegg, varnarflokkur IP 21 eða áfelldir í varnarflokkum frá IP 31 til 65. Algengar stærðir eru frá 12 einingum (12 greina) til 48 eininga (48 greina).



Myndin sýnir 24 eininga innfellda og áfellda greinatöflur.

8.3 Veggskápar

Veggskápar eru úr stáli eða settir saman úr hitaþolnum plastprófílum. Hurðir eru úr stáli. Ef töfluskápar úr stáli eru með tvöfaldri einangrun eru þeir klæddir að innan úr þunnu plasti. Eigi má skerða hina tvöföldu einangrun skápanna við uppsetningu en ef það er óhjákvæmilegt verður að jarðbinda alla málmhluta þeirra utan straumrásu og afmá merki um hlífðareinangrun. Algengt verndarstig töfluskápa eru IP 31, IP 54 og IP65, sjá viðauka II.

Fylgihlutir skáp anna eru; núll- og jarðskinnur, hlífar, grindur og mælaeiningar (mælaspjöld). Á rúðumyndinni eru dæmi um skápastærðir frá Siemens en tekið skal fram að fá má sambærilegar stærðir af skápum frá öðrum framleiðendum.

Raflagnir

8.4 Veggskápar frá Siemens, gerðir ALPA 160, 400 og 630

Alpha skáparnir frá Siemens bæði til áfelldir og innfelldir. Þessir skápar eru í mismunandi breiddum (innanmál B2), frá 250 mm til 1250 mm. Hver breiddareining er 250 mm að innanmáli og skápar af þessari gerð geta því verið allt að fimm breiddareiningar. Velja má á milli sjö mismunandi flokka varðandi hæð (innanmál H2), frá 450 mm til 1350 mm. Hver hæð er margfeldi af hæðareiningu sem er 150 mm, t.d. H6 er $6 \times 150 \text{ mm} = 900 \text{ mm}$ (innanmál skáps). Dýpt skápa er 140 mm og 210 mm með verndarstigið er frá IP31 eða IP43.



[ALPHA](#) veggskápur.

Raflagnir

8.5 Gólfskápar

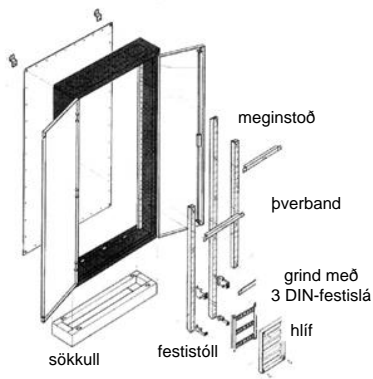
Gólfskápar eru framleiddir eftir einingakerfi sem auðveldar leit að hentugri skápstærð fyrir hvert verk. Töfluskápar í þessu m flokki henta vel fyrir stærri neysluveitur s.s. skrifstofubyggingar, iðnaðarhúsnæði, fjölbýlishús, skóla, sjúkrahús og fleiri slíkar byggingar.

Gólfskápar eru gerðir fyrir safnskinnukerfi allt að 1250 A. Þýskir og margir aðrir evrópskir framleiðendur fylgja staðlinum ÍST EN60349-1. Við uppsetningu hér á landi skal auk þess fylgja ákvæðum í ÍST 200:2006-806. Skáparnir verða að vera traustir t.d. gerðir úr 1,5 mm þykkum stálplötum (hliðar-, botn-, þak- og bakplötur) sem lakkaðar eru að utan og innan. Verndarstig eru IP 43 eða IP 55. Hurðir verða að vera sterkar t.d. úr 2 mm þykku stáli, hafa góða læsingu og opnast vel svo auðvelt sé að komast að búnaði vegna reksturs og viðhalds.



Raflagnir

8.6 Einingakerfi gólfskápa



Gólfskápur Siemens Sikus

Einingakerfi gólfskápa er mismunandi eftir framleiðanda skápanna. Algengast er að hver breiddareining sé 250 mm og hæðareining 375 mm en einnig getur verið um að ræða sama kerfi og fyrir veggskápa. Ef við miðum við fyrra kerfið þá getur skápur verið 5 einingar á breidd (1250 mm) en hæð hans er venjulega 5 einingar (1875 mm).

Dýpt skápanna er mismunandi, oft er hægt að velja á milli tveggja eða fleiri útfærslna t.d. með dýptina; 250 mm og 400 mm. Gólfskápar koma annað hvort ósamsettir frá framleiðanda eða tilbúnir (þó án innri stoða, grind a, hlíf a o.þ.h.).

Í skápana þarf að setja lóðréttar stoðir með snittuðum M8 götum fyrir sérstaka festistöla. Grindur og plötur skrúfast síðan á festistölanana. Með endastoðum, millistöðum og þverböndum má mynda þær stærðir af innbyggingarhólfum sem þörf er fyrir hverju sinni. Skáparnir geta staðið á 100 mm háum sökkli. Þannig verða þeir um tveggja metra háir. Ef skáparnir eiga að festast beint við vegg skal nota þar til gerðar veggfestingar.

8.7 Uppsetning búnaðar í einingaskápa

Almennt er að rafbúnaður sé festur á burðargrindur eða plötur og hlífar síðan settar þar yfir. Sjálfvör, töflurofar, bilunarstraumsrofar og annan slíkur búnaður er festur á sérstakar grindur með 3, 4 eða 6 DIN-skinnum. Hver skinna tekur 12 greinaeiningar (17,5 mm). Annar rofabúnaður er settur upp með því að setja hann á sérstakar festiplötur eða grindur. Grindur og plötur eru einfaldar í uppsetningu aðeins

Raflagnir

þarf einföld handverkfæri. DIN – skinnugrindurnar festast á sérstaka festistóla sem eru skrúfaðir á lóðréttar stoðir skápsins.

Einfaldir stólar eru settir efst og neðst á stoðirnar en í öðrum tilvikum eru notaðir tvöfaldir festistólar. Við ákvörðun á skápastærð verður að finna út þann einingafjölda sem skápurinn á að rýma. T.d. rúmast 360 einingar (greinar) í H5/B2-skáp.

8.8 Töflutaugar og straumþol þeirra

Engar beinar reglur eru um straumþol töflutauga í ÍST 200:2006 en vísað er til ÍST EN 60439 í þessu sambandi en í þeim staðli eru engin gildi um straumþol töflutauga en gert ráð fyrir að hitastig þeirra fari ekki yfir þolmörk í rekstri (70°C fyrir leiðara með PVC einangrun). Þetta er þó háð ýmsum þáttum m.a. hitaþoli einangrunar, varmamyndun innan skáps, tilhögun lagna innan skáps, umhverfishita o.fl. Ekki er því auðvelt að setja einfaldar reglur um þetta og oft miðað við straumgildi frá framleiðendum töfluskápa.

Í minni veitum s.s. íbúðarhúsnæði með almennri notkun er álag lítið og dreift á einstakar greinar og þessi vandi því yfirleitt ekki þar ef umhverfishiti er eðlilegur (minni en 25°C).

Í stærri veitu m t.d. atvinnufyrirtækjum getur verið mikið álag í lengri tíma með tilheyrandi hitamyndun. Á sama hátt myndast varmi í rafbúnaði (s.s. vörum, rofum, spennum, raðtengjum o.þ.h.) í töfluskápum sem hækkar hitastig innan þeirra.

Raflagnir

Þetta kann að skapa vandamál í sambandi við hitastig á einangruðum töflutaugum.

Framleiðandinn Hensel mælir með þessum gildleika á einangruðum töflutaugum m.v. málstraum yfirstraumsvarna (yfirálagsvarna).

Hér er gert ráð fyrir að hitastig innan skáps er 35°C og að töflutaugar séu fínþættir einleiðarar með PVC einangrun ([H07V-K](#)).

Varnarbúnaður	PVC H07V-K max. 70°C	XLPE og EPR max. 90°C	Straum- skinnur max. 105°C
20 A	2,5 mm ²	2,5 mm ²	
25 A	4 mm ²	4 mm ²	
32/35 A	6 mm ²	6 mm ²	
40/50 A	10 mm ²	10 mm ²	
63 A	16 mm ²	16 mm ²	
80 A	25 mm ²	25 mm ²	
100 A	35 mm ²	25 mm ²	Mi VS 100
125 A	50 mm ²	35 mm ²	Mi VS 160
160 A	70 mm ²	70 mm ²	Mi VS 160
200 A	95 mm ²	95 mm ²	Mi VS 250
250 A	120 mm ²	120 mm ²	Mi VS 250
315 A		150 mm ²	Mi VS 400
400 A			Mi VS 400
630 A			Mi VS 630

Raflagnir

9. Töflubúnaður

9.1 Vör

Hlutverk vara er fyrst og fremst að verja raflagnir gegn skaðlegum áhrifum yfirstrauma.

Yfirstraumar geta stórskaðað raftaugar og búnað þeirra vegna hinnar öru hitamyndunar sem þeir valda á leið sinni um raflögnina. Auk þessa veldur hitamyndunin mikilli brunahættu. Hér veltur því mikið á að vörin séu traust, af réttri stærð og rétt frá þeim gengið, þannig að þau gegni hlutverki sínu.

Rétt er benda á að vörin ein og sér geta ekki komið í veg fyrir brunahættu t.d. þegar einangrunarbilun veldur bilanastraum sem er lægri en málstraumur viðkomandi vars. Slíkur bilanastraumur getur auðveldlega valdið það mikilli hitamyndun að íkveikja hljótist af.

Almennt skulu vör vera fyrir hverja taug, nema varnarleiðara (PE-leiðara), varnarnúllleiðara (PEN-leiðara) og núllleiðara (N-leiðara). Raflagnir neysluveitu skiptast í stofn, kvíslar og greinar. Vörin eru oft kennd við þann hluta er þau eiga að verja.

1. Fyrir heimtaug og stofn, eru stofnvör (í stofnvarkassa) eða vör í götugreiniskáp og aðalvör (í aðaltöflu).
2. Fyrir kvísl, eru kvíslvör sem verja lögn að greinatöflu.
3. Fyrir grein, eru greinavör sem verja lögn og búnað að neyslutækjum.
4. Fyrir nokkrum greinum saman eru, höfuðvör.

Raflagnir

Þau eru sett upp þegar;

- a. næstu kvísl- eða að alvör eru of stór sem vör fyrir t.d. taugar, bilunarstraumsrofa eða annan búnað fyrir framan greinarnar,
- b. ef skipta þarf greinum í töflu á fleiri vör t.d. þegar greinar fyrir tvær eða fleiri neysluveitir eru í viðkomandi töflu eða vegna kröfu um aukið rekstraröryggi fyrir hluta neysluveitunnar.

Með greinavörum má skipta raflögnum í greinar þannig að skammhlaup í einni grein á ekki að hafa áhrif á rekstur hinna. Þá verður að hafa í huga að misstór vör eru í húsveitum, svo sem aðalvör, kvíslvör og greinavör.

Þessi vör eru tengd hvert á eftir öðru og veltur talsvert á því að vörin rjúfi (bráðni) í réttri röð, verði skammhlaup í lögninni. Talað er um að veitan sé valvís (selective), þegar einungis það var sem er næst bilunarstað rýfur. Þannig hafa vör líka þann tilgang að koma í veg fyrir að rekstrartruflanir verði umfangsmeiri en bilun gefur tilefni til. Fyrir greinum eru oftast tappavör eða sjálfvör en í kvíslum og stofnum geta einnig verið varrofar (með bræðivörum) eða aflrofar.

9.2 Bræðivör

Vörn bræðivara byggist einfaldlega á því að grannur þráður (bræðivír) bráðni í sundur þegar straumáraun fer yfir ákveðin mörk og rjúfi þar með straumrásina.

Raflagnir

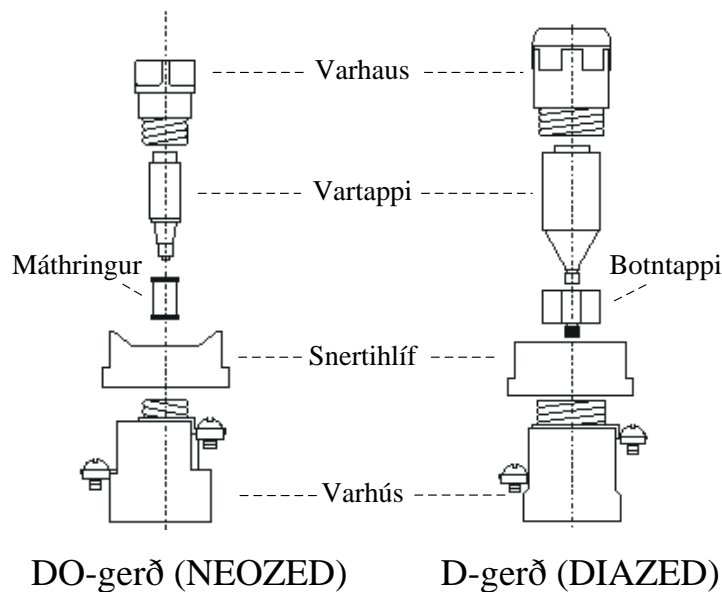


DIAZED var tappar.

Af þessu er ljóst að sá tími sem yfirstraumurinn varir getur verið afar mismunandi, allt eftir styrk hans. Almenn getum við sagt að með vaxandi yfirstraum styttest roftíminn. Í bræðivörum er varþræðinum komið fyrir í lokuðu postulínshylki sem fyllt er með kvarssalla. Kvarssallinn er til að draga úr ljósbogamyndun þegar varið rýfur. Hugtakið rofgeta segir til um hve mikla yfirstrauma var getur rofið, oftast er þetta straumgildi gefið upp í kA við ákveðna spennu.

Á bræðivörum eru merkjagjafar sem gefa til kynna að var hafi rofið. Ekki er leyfilegt að gera við var sem er brunnið (hefur rofið), það verður að endurnýja með vari af sömu gerð. Bræðivör eru framleidd samkvæmt staðlinum ÍST EN 60269 og má skipta í tvo flokka; tappavör og gripvör.

Hér á landi eru einkum tvær gerðir af tappavörum og eru þau oft auðkennd með skrásettur vörumerki Siemens; NEOZED (DO-gerð) og DIAZED (D-gerð).



Raflagnir

Raftaugar að tappavörum eru tengdar við tengiskrúfur á varhöldu. Aðtaugar tappavars skulu ávallt tengjast við botn þess, svo að skrúfgengja þess verði síður spennuhafa, þegar vartappi er tekinn úr því (ÍST 200:2006-533.1.1).

Rofgeta þessara vara er 50 kA m.v. 500 V AC.

Vartappar eru auðkenndir með lita merki þannig: 2 A ljósrautt, 4 A brúnt, 6 A grænt, 10 A rautt, 16 A grátt, 20 A blátt, 25 A gult, 35 A svart, 50 A hvítt og 63 A koparlitt.

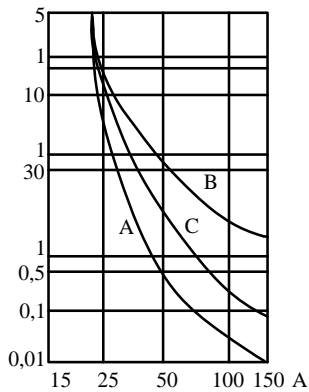
Bræðivörum má skipta í nokkra flokka, eftir útleysi eiginleikum.

Fyrst ber að nefna vör af gG (gL) en þau vör eru ætluð fyrir almenna notkun í raflögnum.

Önnur gerð vara eru auðkennd aM en þau eru ætluð fyrir mótorá enda þola þau betur ræsistraum þeirra en gG vör. Vegna þessa henta vörin ekki til varnar gegn yfirálagi og eru því eingöngu til varnar gegn skammhlaupi.

DIAZED:	Skrúfgengjur:	Málstraumur:
DII	E27	2-25A
DIII	E33	35-63A
NEOZED	Skrúfgengjur:	Málmstraumur:
DO1	E14	2-16A
DO2	E18	16-63
DO3	M30x2	80-100A

Raflagnir



Kennilínur bræðivara.

Til skýringa skulum við líta á straumtímalínurit með ólíkum kennilínum vara og bera saman við straumþol þeirra raflagnar sem varið er fyrir.

Á myndinni má sjá þrjár línur;

A kennilínu fyrir 16 A var af almennri gerð,

B sem sýnir straumþol 3x2,5 mm² plaststrengs og

C kennilínu fyrir 16 A mótörvar.

Myndin sýnir að strengurinn (lína B) þolir m.v.

umhverfishitastig 30°C og stöðugt álag u.þ.b. 22 A en 25 A í u.þ.b. 50 mín, 50 A í u.þ.b. 1 mín og 150 A í u.þ.b. 1 sek.

Kennilínur varanna sýna að þau munu rjúfa við;

Yfirstraumur:	Roftími A:	Roftími C:
25A	8 mín.	10 mín.
50A	0,5 sek.	10 sek.
150A	0,01 sek.	0,1 sek.

Af þessu er greinilegt að mótörvör geta staðist yfirstrauma nokkru lengur er venjuleg vör.

Raflagnir

9.3 Gripvör



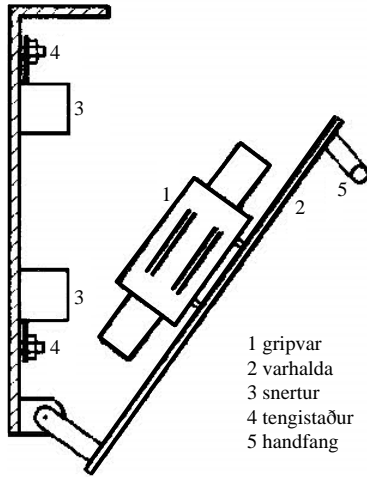
Gripvör eru algeng bræðivör í stærri húsveitum og raforkudreifikerfum. Gripvörum er komið fyrir í sérstökum rofum, gripvarrofum. Gripvarrofar eru ávallt þriggja póla. Þessi vör eru öflug og hafa mikla rofgetu eða allt að 120 kA 500 V AC. Gripvör eru í sex stærðarflokkum með málstraum frá 6 til 1250 A. Minnstu gripvör eru af sömu stærð og vartappar en þar fyrir ofan eru; 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 710, 800, 900, 1000 og 1250 A.

Gripvör (gerð):	Málstraumur:
00	6-160A
0	6-160A
1	80-250A
2	125-400A
3	315-630A
4	500-1250A

Ekki er gert ráð fyrir að leikmenn skipti um gripvör. Þetta er vegna þess að nokkur snertihætta fylgir þessu verki og eins að ekkert í varbúnaðinum kemur í veg fyrir að hægt sé að setja of stór vör í rekstur. Því er gert ráð fyrir að aðeins sérþjálfaðir menn (BA4 samkvæmt töflu 51.1 í ÍST 200:2006) eða sérfróðir menn (BA5) annist þessi verk, sjá ÍST 200:2006- 533.1.3.

Raflagnir

9.4 Varrofar



Einföld mynd af gripvarrofa.

Varrofar (varskil- og álagsvarskilrofar) eru með tappa- eða gripvörum. Þessir rofar eru mikið notaðir í töflur sem aðalrofar, kvíslrofar og höfuðrofar. Rofarnir eru þannig gerðir að ekki er unnt að skipta um vör í þeim nema opna þá fyrst (rjúfa straumrásina).

Gæta verður varúðar þegar varskilrofar eru opnaðir vegna hættu á ljósboga við rof. Þá getur myndast snertihætta við spennuhafa hluti rofans ef hann er skilinn eftir opinn (snertur nr. 3 á mynd).

9.5 Sjálfvör (sjálfvirk vör)



Ein-, tveggja- og þriggja póla sjálfvör.

Með aukinni notkun raforku og meiri fjölbreytni í atvinnurekstri hafa kröfur um rekstraröryggi farið vaxandi. Í dag skiptir miklu máli að veita komist fljótt í rekstur að nýju komi upp bilun í henni. Jafnframt verður að vera fljótlegt og auðvelt að breyta raflögnum t.d. bæta við greinum o.fl. Þessar kröfur hafa leitt til þess að fyrir greinar eru nánast eingöngu notuð sjálfvör.

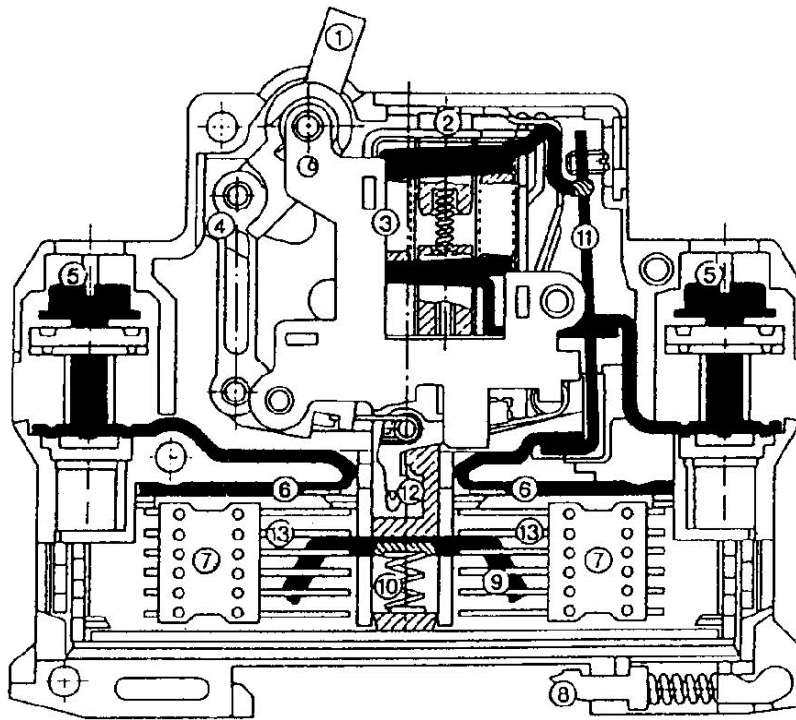
Notkun þeirra hefur mikla kosti í samanburði við bræðivör m.a. þarf notandinn ekki að eiga vartappa til vara, notandinn sér á augabragði hvaða sjálfvar hefur leyst út, engin hætta er á að notuð verði of stór vör og umgengni um neysluveituna verður þægilegri og öruggari fyrir notandann.

Raflagnir

Fyrir framan sjálfvör þarf að setja forvör (skammhlaupsvörn) er verja þau fyrir öflugum skammhlaupsstraumum.

Forvör geta verið aðalvör, kvíslvör eða höfuðvör. Í útliti eru öll sjálfvör svipuð, einpóla sjálfvör eru 17,5 mm á breidd (staðlað mál) og smellast á 35 mm burðarslá (DIN).

Í sjálfvörum verður að vera búnaður sem veldur sjálfrofi (útleysingu) með fríútleysingu. Virkni sjálf vara byggir á tvíþættri vörn, eða með öðrum orðum að í þeim er útleysibúnaður sem verður virkur vegna átaks frá tvímálmsfjöður og rafsegli.



- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1 handfang | 8 festismella |
| 2 kjarni-kólfur | 9 hreyfanlegi hluti sertu |
| 3 rafsegul-útleysing | 10 snertugormur |
| 4 armur | 11 tvímálms útleysing |
| 5 tengiskrúfur | 12 útleysiarmur |
| 6 fasti hluti snertu | 13 slökkvihólf |
| 7 ljósbogahólf | |

sjálfvar, sniðmynd.

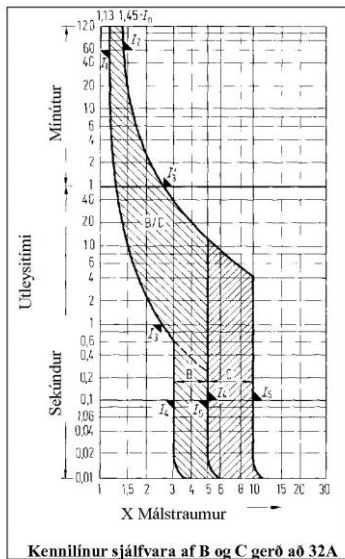
Raflagnir

Í stuttu máli vinnur sjálfvar þannig að straumur sem fer um það myndar varma í tvímálmsfjöðrinni (nr. 11 á myndinni) en við það svignar fjöðrin. Verði álagsstraumur stærri en málstraumur sjálfvarsins (yfirstraumur) í nokkurn tíma mun tvímálmsfjöðrin svigna það mikið að útleysing verður.

Augljóst er að þessi virkni mun ávallt taka nokkurn tíma jafnvel þó straumur verði margfaldur málstraumur. Við mikla yfirstrauma t.d. af völdum skammhlaups er nauðsynlegt að fá útleysingu eins fljótt og kostur er. Þetta er gert með rafsegulspólu (nr. 3 á myndinni) sem er í varinu. Hún vinnur þannig að þegar spólustraumurinn nær ákveðnu gildi myndast segulkraftur sem hreyfir kjarna hennar þannig að útleysing verður. Þetta gerist við 5-10 faldan málstraum eftir gerð vars og mun valda tafarlausri útleysingu. Sjálfvörin veita þannig bæði vörn gegn yfirálagi og skammhlaupi. Rofgeta sjálfvara (með viðeigandi forvör) er allt að 16 kA m.v. 500V AC.

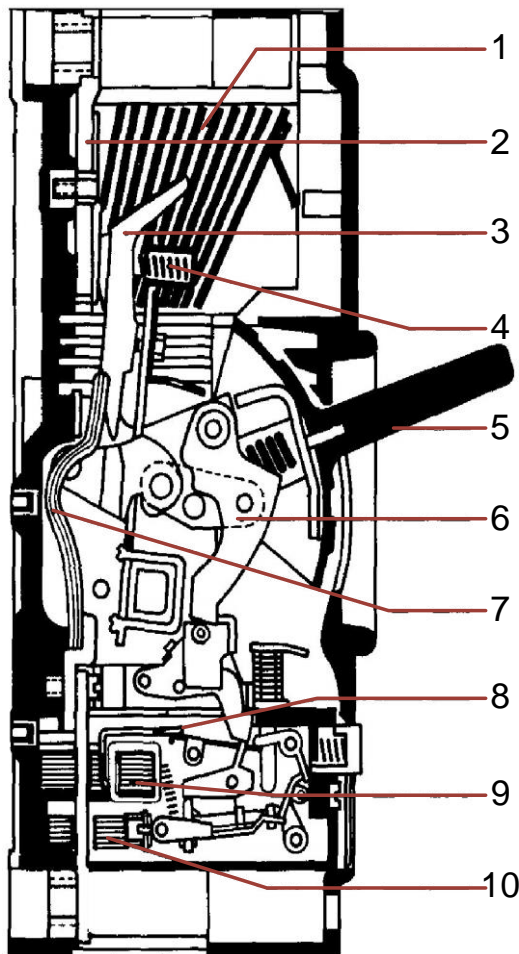
Í dag eru sjálfvör afgerðinni B og C notuð til raflagna, samkvæmt staðlinum ÍST EN 60898. Þessi vör eru komin í stað eldri gerða sem auðkennd eru með L og G. Einnig hafa eldri gerðir verið á markaði sem auðkenndar eru með H, U, K o.fl. H-gerð var felld úr staðli fyrir allmörgum árum. Almennt má segja að B-gerðin komi í stað H og L-sjálfvara og C-gerðin í stað G-sjálfvara. Sjálfvör af B-gerð eru ætluð fyrir almennar raflagnir en sjálfvör af C-gerð leyfa mun meiri yfirstrauma í skamma stund eða allt að tíu sinnum málstrauminn í 0,1 sek.

Raflagnir



Á straumtímalínuritinu má sjá kennilínur (útleysi línur) sjálfvara af gerðinni B og C.

Á myndinni má sjá að í versta tilviki getur sjálfvarið staðist 45% yfirálag í 2 klukkustundir en ef straumur B-vara fimmfaldast (skammhlaup) þá mun það leysa út tafarlaust en C-vör eru tregari enda ætluð fyrir tæki sem taka nokkurn yfirstraum í ræsingu t.d. hreyfla.



1. Ljósbogahólf - slökkvihólf
2. Fasti hluti snertu
3. Hreyfanlegi hluti snertu
4. Snertugormur
5. Handfang
6. Stjórnbúnaður
7. Sveigjanlegur eirborði
8. Tvímálmur - hitaútleysingu
9. Straumspennir fyrir hitaútleysingu (yfirálag)
10. Rafsegulbúnaður fyrir skammhlaupsútleysingu

Myndin sýnir uppbyggingu aflrofa.

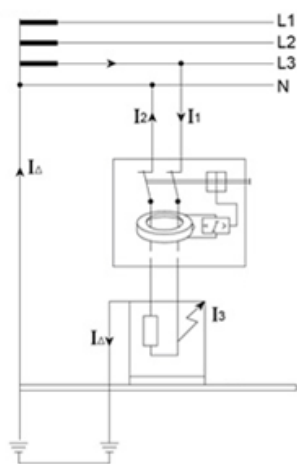
Raflagnir

9.6 Aflofar

Aflofar hafa í vaxandi mæli komið í stað aðal, höfuð- og kvíslvara og verða því að vera sérstaklega öflugir. Helstu kennigildi þessara rofa eru; málspena, málstraumur, einangrunarstig, rofgeta skammhlaupsstrauma, o.fl.

Aflofar eru sjálfvirkir og oft með stillanlegum varnarbúnaði, bæði hvað varðar útleysisstraum- og tímagildi. Mikil rofgeta byggist einkum á að halda ljósboganum sem myndast við rof í lágmarki. Þetta er gert með því að lengja og kæla ljósbogann, skipta honum upp í hluta (í slökkvihólfi) og með núllpunktsrofi (rofinn rýfur þegar augnabliksgildi straumsins er í núllgildi). Aflofar eru fáanlegir í stærðum frá 35 A til 2000 A.

9.7 Bilunarstraumsrofar



Bilunarstraumsrofi.

Bilunarstraumsrofi (RCD- Residual Current protective Device) er mikilvægt varnartæki sem leysir út við einangrunarbilun í veitu eða neyslutæki. Bilunarstraumsrofar geta bæði veitt vörn gegn óbeinni snertingu og brunahættu sérstaklega á þetta við um næma bilunarstraumsrofa. Næmir bilunarstraumsrofar eru líka viðurkenndir sem viðbótarvörn, sjá ÍST 200:2006-412.5. Algengt er að krafist sé bilunarstraumsrofa þegar um er að ræða lagnir á sérstökum stöðum, sjá ÍST 200:2006, hluta 7 og 8. Almenn skilyrði fyrir uppsetningu er að finna í ÍST 200:2006-531.2.

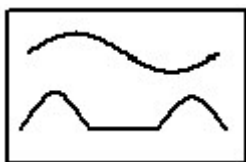
Í bilunarstraumsrofa er summustraumspennir sem rekstrarstraumur veitunnar fer um og útleysispóla (sjá mynd).

Raflagnir

Ef einangrun veitunnar er þétt (enginn bilunarstraumur) er summa rekstrarstrauma núll og útleysispólan straumlaus. Verði hinsvegar einangrunarbilun (útleiðsla) sem nær málútleysisstraum rofans myndast mismunastraumur í rekstrartaugum veitunnar, útleysispólan verður virk. Þetta veldur samstundis útleysingu bilunarstraumsrofans (sjálfvirku rofi).



Innríhlutar bilunarstraumsrofa.



RCD gerð A púlsnæmur.



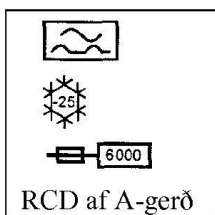
*RCD gerð B
alstraumnæmur.*

Fyrstu bilunarstraumsrofarnir námu eingöngu AC bilunarstrauma en með vaxandi notkun rafeindabúnaðar í aflgjafa, aflstýringar, hraðabreyta o.s.frv. reyndust þeir alls ófullnægjandi því þá geta myndast púlsar eða jafnvel DC bilunarstraumar. Þess vegna hefur AC gerð bilunarstraumsrofa víða verið bönnuð en í stað hennar eru komnar tvær gerðir A og B.

Gerð A er næmur fyrir AC bilunarstraumum og púlsum (púlsnæmur) en gerð B er næmur fyrir AC, púlsum og DC (alstraumnæmur), samkvæmt IEC 60755. Bilunarstraumsrofar af gerð A eru notaðir við allan venjulegan rekstur t.d. við ljósa- og tenglagreinar á heimilum en gerð B fyrir aflstýringar í iðnaði og tíðnbreyta við mótorá.

Raflagnir

Rétt er að undirstrika að hefðbundnir bilunarstraumsrofar (RCCB), samkvæmt ÍST EN 61008, leysa ekki út við yfirálag og er því nauðsynlegt að setja við þá yfirálagsvörn. Þó eru á markaði sambyggðir bilunarstraumsrofar með yfirálagsvörn (RCBO), samkvæmt ÍST EN 61009. Þessir rofar eru með málstraum frá 10 A og því aðallega notaðir fyrir greinar.



Rofgeta bilunarstraumsrofa er takmörkuð og verður því að setja við þá viðeigandi forvör til þess að verja þá fyrir kröftugu skammhlaupi.

Skýringar við mynd, efst merki um gerð A bilunarstraumsrofa, í miðju lágmarksumhverfishiti er -25°C og neðst að rofgeta er mest 6 kA með viðeigandi forvar. Bilunarstraumsrofar rjúfa og tengja allar rekstrartaugar samtímis eða 4ra póla rofi þrjá fasaleiðara og N-leiðara.



Tveggja- og fjögurra póla bilunarstraumsrofar.

Bilunarstraumsrofar eru fáanlegir með mismunandi málstraum (I_N) og málútleysistraum ($I_{\Delta N}$). Rofarnir geta verið 2ja, 3ja og 4ra póla. Málstraumar rofanna (stöðluð gildi) eru, I_N : 25 A, 40 A og 63 A og málútleysistraumur $I_{\Delta N}$: 10 mA, 30 mA, en þeir teljast næmir rofar, 100 mA, 300 mA og 500 mA. Ef tveir bilunarstraumsrofar eru settir í röð verður sá fyrri (sem nær er heimtauginni) að vera með a. m. k. þrisvar sinnum hærri útleysistraum og útbúinn tímatöf (rofinn merktur S) annars er hætt við að neysluveitan verði ekki valvís, sjá ÍST 200:2006- 535.3.

Á bilunarstraumsrofa er prufuhnappur sem ætlaður er til þess að prófa virkni rofans. Mælt er með að þetta sé gert nokkrum sinnum á ári. Nýja bilunarstraumsrofa skal mæla við uppsetningu.

Raflagnir

Þegar rafvirkjar eru að vinna í eldri neysluveitum ættu þeir ávallt að mæla virkni þeirra bilunarstraumsrofa sem fyrir eru í veitunni.

9.8 Fjarrofar

Fjarrofar er samheiti yfir fjarstýrða töflurofa sem fest er á DIN-burðarskinnur. Stýrirás fjarrofa er annaðhvort 230V eða smáspenn t.d. 24V. Fjarrofar geta verið með 1, 2 eða 3 aflsnertum. Algengustu töflurofar í þessum flokki eru segulrofar, veltirofar og stigabiðrofar.

9.8.1 Segulrofar



Segulrofar í töflur eru með eina til þrjár aflsnertur með mál straum frá 10A til 40A. Stærð þeirra er mismunandi eða frá einni til þrjár staðal einingar. Snertur segulrofa þola mismikla straumáraun t.d. eftir því hvort álagið er hreint raun afl ($\cos\phi = 1$) eða með launafli. Til þess að meta þetta hefur álag verið flokkað (AC1, AC2 o.s.frv.) og verður ávallt að taka tillit til þessa við val á segulrofa.

9.8.2 Rofaklukkur



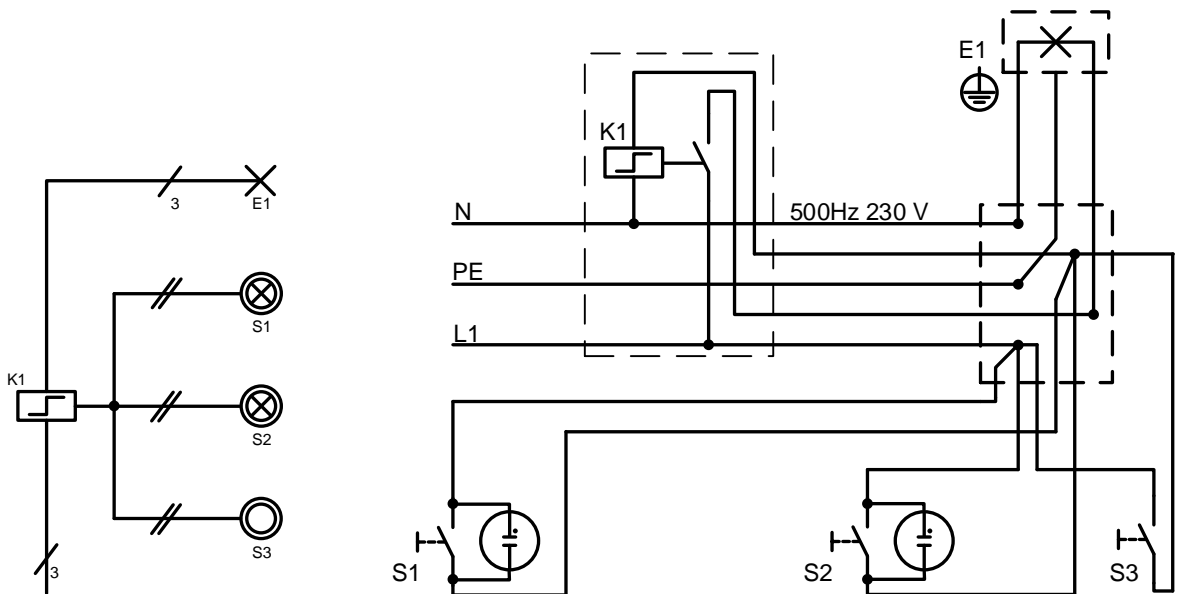
Rofaklukkur eru rofar, sem stýrt er af úrverki eða rafeindabúnaði og tengja eða rjúfa straumrásir á ákveðnum tímum. Þær er fánlegar með eða án varagangsverks. Rofaklukkur eru notaðir í lögnum fyrir t.d. útilýsingu, verslunargluggalýsingu, hita- og loftræstikerfi, frysti- og kælikerfi o.fl.

Raflagnir

9.8.3 Veltirofar (stuðstraumrofar)



Veltirofar eru með eina til þrjár aflsnertur með málstraum frá 10A til 16A. Þeir eru 1 til 2 staðal einingar á breidd. Á framhlið þeirra má stjórna virkni þeirra með sérstökum hnapp. Rofarnir eru tvístöðu þ.e. hafa tvær stöður og vinna þannig að í hvert sinn sem púls frá þrýstirofa þá skiptir útgangsnerta um stöðu (ON verður OFF eða öfugt).



Yfirlitsmynd.

Straumrásamynd.

Lýsingu stjórnað með veltirofa og þremur þrýstirofum.

Raflagnir

9.8.4 Biðrofar



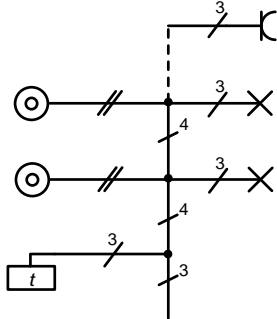
Stigabiðrofar eru fjarstýrðir rofar einkum fyrir lýsingu í stigagöngum. Stigabiðrofum er stjórnað með þrýstirofum. Stigabiðrofinn vinnur þannig að þegar hann fær boð frá þrýstirofa verður hann virkur þ.e. a.s. kveikir á lýsingunni. Lýsingin helst síðan kveikt í tiltekin tíma (átíma) eftir að þrýst var á rofa. Átímann má framlengja með því að þrýsta aftur á rofa um leið hann er liðinn. Áður fyrr byggðu þessir rofar á rafsegulvirkni eða loftstrokk en í dag eru rafeindastiga biðrofar algengastir.

Notaðar hafa verið tvær mismunandi tengingar á stigabiðrofum svonefndar 3ja og 4ra víra (sjá mynd á næstu síðu).

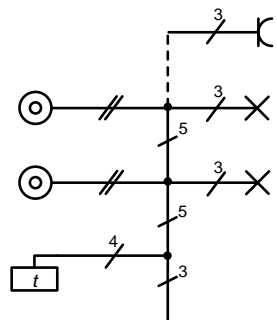
Raflagnir

Stigabiðrofar – ýmsar tengingar.

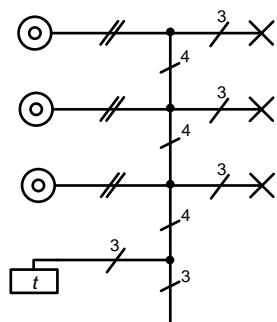
Yfirlitsmynd.



3ja víra tenging biðrofa í virkni er ekki hægt að endursetja.

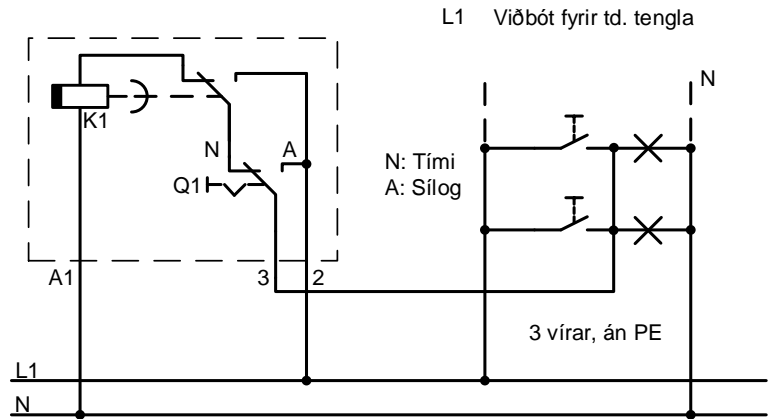


4ra víra tenging biðrofa í virkni má endursetja.

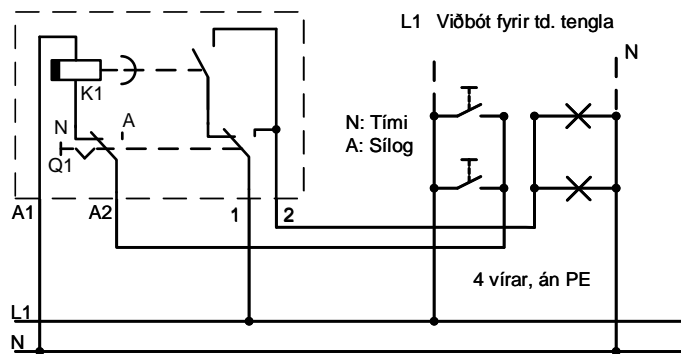


3ja víra tenging, rofastýring frá N-leiðara. Biðrofa í virkni er ekki hægt að endursetja.

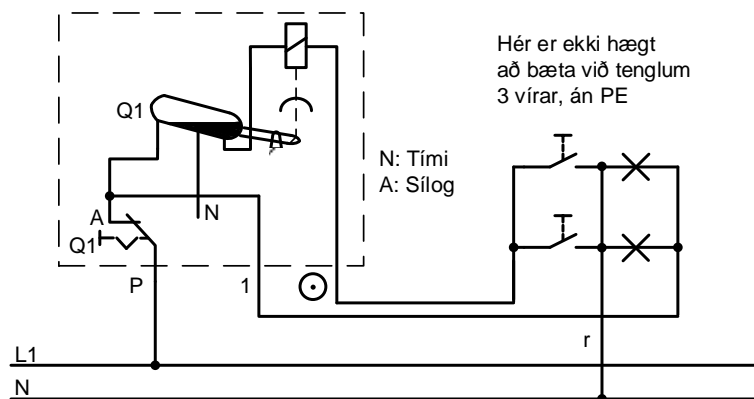
Tengimynd.



PE-leiðari er ekki sýndur á myndinni.



PE-leiðari er ekki sýndur á myndinni.



PE-leiðari er ekki sýndur á myndinni, athuga tengingu rofa.

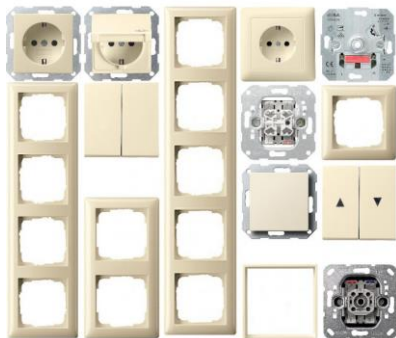
Raflagnir

10. Raflagnabúnaður

Við val á búnaði til raflagna verður að hafa í huga að ytri umgerð raflagnabúnaðar verður að vera traust og þola þá áraun sem hann verður fyrir þegar hann er í rekstri, sjá ÍST 200:2006-512.2. Rafbúnaður skal valinn og settur upp þannig að hann standist ytri áhrif í samræmi við töflu 51.1. í ÍST 200:2006.

10.1 Rofar

Í neysluveitum eru settir upp rofar fyrir lýsingakerfi og önnur neyslutæki, sjá ÍST 200:2006-536. Rofi hefur tvær stöður, er annaðhvort opinn eða lokaður. Rofi er sagður opinn þegar hann rýfur straumrás en lokaður þegar hann tengir hana. Hefð er fyrir því hér á landi að einfaldir og tvöfaldir rofar kveiki þegar rofahnapp er þrýst niður.

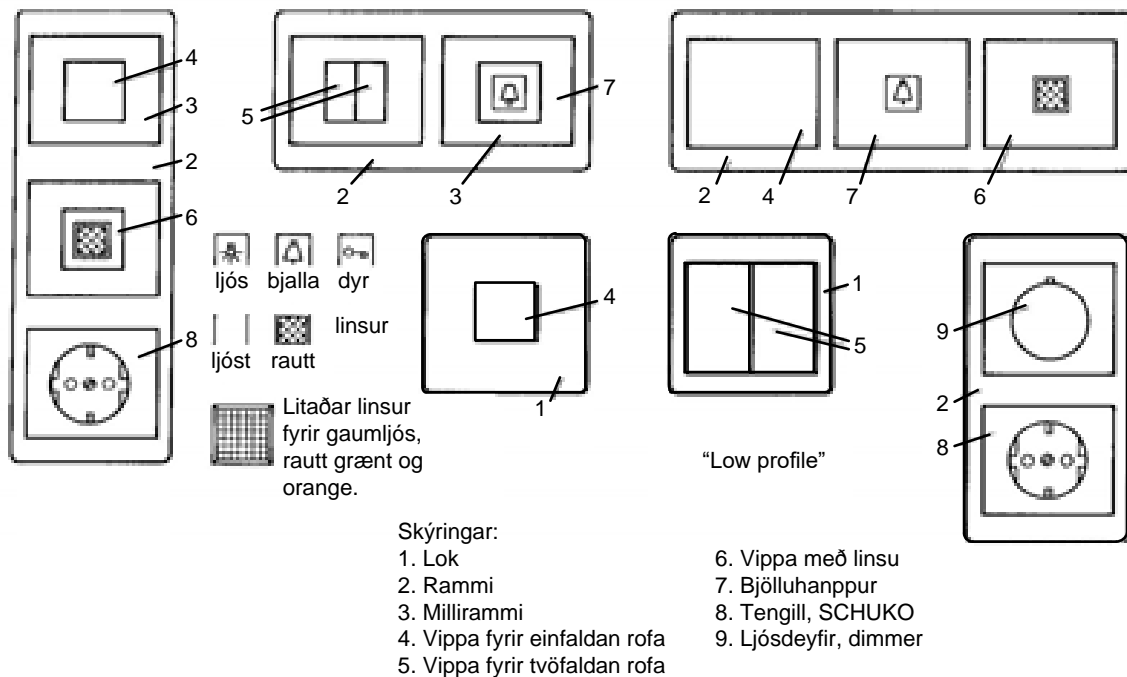


*Dæmi um raflagnaefni,
Gira system 55.*

Rofar til aðskilnaðar og rofs vegna viðhalds skulu hafa stöðuvísun ef staða þeirra er ekki sýnileg, sjá ÍST 200:2006-536. Leyfilegt er að nota einpólarofa fyrir rekstrarrof (starfsrof) í ljósagreinum og í greinum fyrir einfasa tæki, sjá ÍST 200:2006-536. Í kerfum með jarðtengdum leiðara (N-leiðara) skulu einpóla rofar tengdir við ójarðtengda leiðarann (fasataugina L), sjá ÍST 200:2006-530.3.2. Í baðherbergi skal rofi svo fjarri baðkeri eða sturtu, að ekki verði til hans seilst úr því (staðsettur á svæði 3), sjá ÍST 200:2006-701.53.

Almennir rofar í nýrri neysluveitum eru oftast í svonefndu raðefni. Í raðefni má setja saman tvo eða fleiri rofa (eða tengla) í einum sameiginlegum ramma. Raðefni má fá frá öllum helstu framleiðendum raflagnaefnis.

Raflagnir



Dæmi um rafefni, hér frá Busch-Jaeger Electro GmbH.

Hér verða nefndar nokkrar tegundir rofa, sem notaðir eru í raflögnum og neyslutækjum.

- 1) Einpóla rofar. Rjúfa eða tengja einn pól.
- 2) Tvíþóla rofar. Rjúfa eða tengja tvo póla.
- 3) Þríþóla rofar. Rjúfa eða tengja þrjá póla.
- 4) Krónurofar. Rjúfa eða tengja tvær straumrásir. Ýmist aðra hvora eða báðar í einu.
- 5) Samrofar. Rjúfa eða tengja sömu straumrás frá tveimur mismunandi stöðum. Eru þá jafnan tveir samrofar tengdir saman.
- 6) Krossrofar. Notaðir með samrofum, svo að unnt sé að rjúfa eða tengja sömu straumrás frá mörgum stöðum. Eru þeir tengdir á milli tveggja samrofa. Samrofar og krossrofar eru mikið notaðir í raflögnum fyrir stígalýsing, ganga o. fl.
- 7) Þrýstirofar (hnapprofar). Notaðir til þess að stjórna fjarrofum, ljósdeyfum o.þ.h.

Raflagnir

Í þennan flokk má ennfremur taka ljósdeyfa, hreyfiskynjara, ljósnema, tímarofa, start/stopp rofa, hitastilla, o.fl. Í raflögnum hafa rofar mismunandi hlutverki að gegna og eru því tengingar þeirra nokkuð ólíkar. Hér eru nokkur dæmi um tengingar þeirra.

Rofar eru venjulega hafðir í 1-1,10 m hæð frá gólfi. Við dyr eru rofar settir þannig, að þeir verði ekki bak við hurðina, þegar opnað er. Mikilvægt er að staðsetja rofa þannig að þeir verði ávallt í sömu fjarlægð frá gólfi og t.d. dyrastaf. Oft er miðað við fjarlægðina 120 mm, lárétt frá hurðagati að miðju rofadósar.

Raflagnir
Rofatengingar

	Straumleiða mynd	Tengimynd	Lagnamynd
Einfaldur rofi			
Krónurofi			
Samrofar			
Kross- og samrofar			

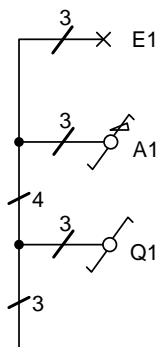
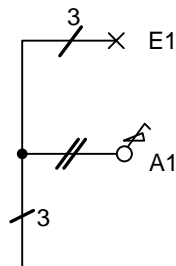
Raflagnir

10.2 Ljósdeyfar (dimmar)

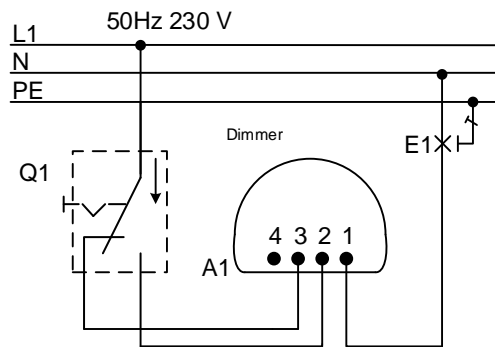
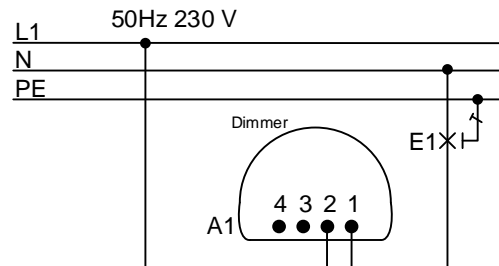
Ljósdeyfar eru notaðir við stýringu á ljósstreymi frá ljósgjöfum og eru því eingöngu fyrir rekstrarrof. Í flestum ljósdeyfum er rafeindabúnaður, svonefndur TRIAC sem stjórnar aflflæði um straumrásina. Í sumum ljósdeyfum eru einnig rofar þannig að hægt sé að slökkva á lýsingunni. Roфинn er nauðsynlegur því ekki er hægt að fá algjört rof í straumrásina með rafeindabúnaðinum eingöngu.

Tengingar á dimmerum.

Yfirlitsmynd.



Tengimynd.

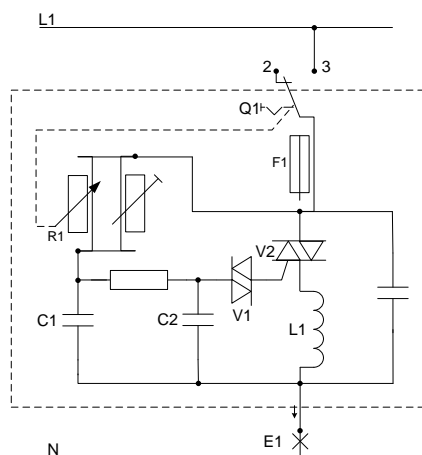


Málafli ljósdeyfa er lægra en þeirra greina (greinavara) sem þeir eru tengdir við (oft 300 W til 600 W) og verður því að verja þá sérstaklega. Vegna þessa eru í þeim bræðivör (tækjavör) sem verja þá fyrir yfirálagi og straumhöggi. Algengt er að straumhögg myndist t.d. þegar glólampi bilar.

Raflagnir

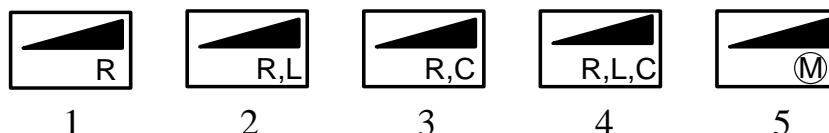
Vör í ljósdeyfum eiga að vera af viðeigandi gerð, stærð og sallafyllt en aðeins þau vör hafa næga rofgetu fyrir búnað sem er tengdur beint við raflagnir (230 V) í neysluveitu. Algeng stærð af vörum fyrir innfellda ljósdeyfa er 1,6 A.

Innri virkni ljósdeyfa byggist á TRIAC afl stýringu. Afli um TRIAC rásina V1 er stjórnað með stilliviðnáminu R1 og þéttinum C1. Ef við lækkum viðnámið í R1 þá tekur skemmri tíma að byggja upp spennu yfir þéttirinn C1 en sú spenna ræsir TRIAC rásina (sjá mynd). Stilliviðnáminu R1 er stjórnað frá núningshnapp sem og rofanum Q1, en ef þrýst er á hnappinn skiptir rofinn um stöðu. Í mörgum ljósdeyfum hefur rofinn Q1 samrofavirkni.



Dimmer fyrir glóperur, innri búnaður.

Tákn fyrir ljósdeyfum (dimmum) fyrir mismunandi álag.



- 1 Fasahornsdimmer fyrir glóperur og raunálag.
- 2 Fasahornsdimmer fyrir spanálag undnar spólur og fl.
- 3 Fasahornsdimmer fyrir rýmdarálag, rafeindaspólur.
- 4 Alhliðadimmer fyrir glóperur og 12 V lýsingu.
- 5 Snúningshraðabreytar við rafmótora.

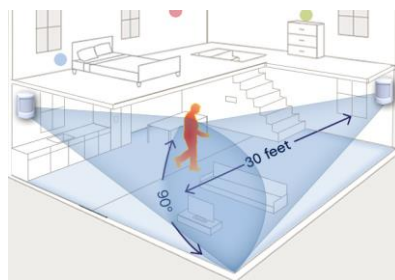
Raflagnir

Ávallt verður að velja viðeigandi ljósdeyfi fyrir þann lýsingabúnað sem hann á að stjórna. Ljósdeyfar eru gerðir fyrir mismunandi álag t.d. getur ákveðin gerð verið eingöngu fyrir glóperur, önnur fyrir undna spenna (við 12V halógenperur), þriðja fyrir rafeindaspenna.

Í dag er farið að auðkenna þessa eiginleika ljósdeyfanna (sjá mynd á fyrri síðu). Þetta auðveldar rafvirkjum að sjá hvaða gerð skal nota hverju sinni og dregur úr hættu á mistökum við uppsetningu þeirra. Ekki er ráðlegt að setja rafeindaspenna og undna spenna í 12V lýsingakerfi við sama dimmer.

10.3 Hreyfiskynjarar

Hreyfiskynjarar eru notaðir við stýringu á lýsingakerfum og sem hluti af vaktkerfi t.d. á útisvæði við byggingar. Í hreyfiskynjurum eru geislanemar sem skynja innrauða hitageisla frá umhverfinu. Skynjarnir eru það næmir að útgeislun frá mannlíkama nægir til að gera þá virka.

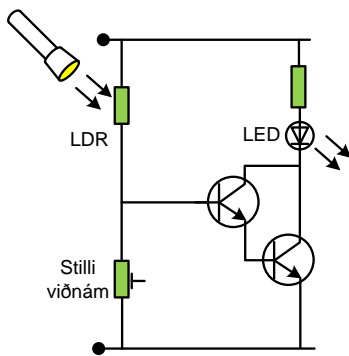


Hreyfiskynjarar hafa mismunandi skynjunarsvið eða drægni frá nokkrum metrum til u.þ.b. 15 m einnig er inngeislunarhorn breytilegt eða frá 70° til 270° til hliðar. Inngeislunarhorn lóðrétt er frá 10° til 40°.

Raflagnir

Á nokkrum gerðum hreyfiskynjara er hægt að stilla skynjunarsviðið og aðlaga það að tilteknum aðstæðum. Einföldustu tengingar á skynjurum eru með 2ja víra tengingu (á svipaðan hátt og þrýstirofar) eða 3ja víra. Aðrar gerðir af hreyfiskynjurum verða að tengjast við sérstaka stýriliða. Hægt er að fá bæði áfella og innfella hreyfiskynjara frá öllum helstu framleiðendum raflagnabúnaðar.

10.4 Ljósneamar



Ljósneamar eru til stjórnunar á útilýsingu og byggir virkni þeirra á dagsbirtu. Þá er í vaxandi mæli farið að nota ljósneama sem gefa út merki sem breytist í hlutfalli við dagsbirtu til stjórnunar á lýsingu innandyra. Þetta á einkum við um stærri byggingar eins og atvinnuhúsnæði o.þ.h. Ljósastýringin deyfir þá þann hluta ljósgjafanna sem næstir eru gluggum byggingarinnar þegar dagsbirta er í hámarki. Með þessu móti fæst umtalsverður sparnaður á raforku. Í ljósnefum er tímatöf sem kemur í veg fyrir að svipul birta (t.d. frá bílljósum) trufla virkni þeirra. Á ljósnefum eru stillanlegar lokur fyrir ljósop þeirra þannig að stilla má það birtustig sem vekur nemann. Ljósneama verður að staðsetja þannig að hvorki birta frá þeim ljósum sem þeir stjórna né öðrum ljósgjöfum geti truflað virkni þeirra.



Raflagnir

10.5 Búnaður til neyðarrofs og neyðarstöðvunar

Neyðarrofa skal setja upp þegar hættu getur skapast af rekstri rafknúinna véla og tækja, sjá

ÍST 200:2006-536.4. Neyðarrofa skal t.d. setja upp við eldsneytisdælur, loftræstikerfi og kyndiklefa, en þegar um er að ræða hættu sem rekja má til hreyfingar af rafrænum toga er talað um neyðarstöðvun.



Neyðarstöðvun skal t.d. setja upp við rúllustiga, lyftur, færibönd, vélknúinn verkfæri o.fl. Neyðarstöðvun má framkvæma með rofa sem rýfur aflrásina eða með þrýstihnapp í stýrirás. Rofar til neyðarrofs og neyðarstöðvunar skulu þannig staðsettir að þeir séu auðfundnir og hlutverk þeirra sé augljóst.

Búnaður til neyðarrofs skal vera greinilega merktur og hnappur með rauðum lit en bakgrunnur í lit sem skapar andstæðu t.d. gulur. Innsetning neyðarrofa skal ekki hafa í för með sér spennusetningu á viðkomandi hluta raflagnar.



Rofar sem eiga að uppfylla kröfur um aðskilnað vegna vinnu við rafbúnað nefnast öryggisvinnurofar og verða þeir að rjúfa alla spennuhafa leiðara í viðkomandi straumrás (þó ekki N-leiðara í TN-S kerfi).

Öryggisvinnurofar verða þeir að hafa stöðuvísun (AF/Á eða OFF/ON) og skal vera unnt að læsa í stöðunni AF (OFF). Þeir hafa takmarkaðan afleiðslustrauð (hámark 0,5 mA/pól) og standast höggspennuprófun þegar rofinn er í opinni stöðu, sjá ÍST 200:2006-536.2.

Öryggisvinnurofar sem notaðir eru fyrir rof vegna vélræns viðhalds skulu helst vera í aðalaflrás og geta rofið fullan álagsstraum viðkomandi straumrásar. Ekki er nauðsynlegt að þeir rjúfi alla spennuhafa leiðara, sjá ÍST 200:2006-536.3.

Raflagnir

10.6 Tenglar

Tengill tengir saman fasta lögn og laustengt neyslutæki. Tenglar í almennum neysluveitum geta ýmist verið með eða án varnarsnertu en það fer eftir þeirri varnaraðgerð sem beitt er í viðkomandi húsnæði. Í eldri neysluveitum er nokkuð um tengla án varnarsnertu í herbergjum og stofu en í eldhúsi og þvottahúsi eru tenglar með varnarsnertum. Ekki er leyfilegt að hafa tengla með og án varnarsnertu í sama rými, ÍST 200:2006-410.3.1.5. Við endurnýjun raflagna skal ætíð setja upp nýja tengla með varnarsnertu og að sjálfsögðu draga varnarleiðara í allar greinar.

















Í íbúðaveitum eru tenglar venjulega settir við gólf þ.e. í 0,20 m hæð frá gólfi en þeir geta einnig verið í sömu hæð og rofar, sem oftast eru 1,05 - 1,10 m hæð frá gólfi. Í nýjum neysluveitum skal eingöngu setja upp tengla með varnarsnertu nema um sé að ræða SELV-rásir, sjá ÍST 200:2006-411.1.3.3. Algengar stærðir tengla eru 10 A, 16 A og 25 A (fyrir eldavélar) og eru tveir hinir síðartöldu ávallt með varnarsnertu fyrir jarðbindingu tækjanna.

Í íbúðum og sambærilegu húsnæði skulu tenglar, til og með 16 A stærð, búnir fiktvörn (Rur 1.11.2). Stærri gerðir tengla frá 32 til 125 A, eru 3-5 póla og notaðir fyrir stærri neyslutæki, vélar og tæki. Tenglar með varnarsnertu skulu vera þannig gerðir að sá póll snertist fyrr en hinir pólar tengilsins, þegar klónni er stungið í hann. Við slíka tengla skal ekki vera unnt að nota klær án varnarsnertu. Í baðherbergi má ekki setja tengil, nema við hann sé bilunarstraumsrofavörn og hann staðsettur utan við svæði 0,1 og 2, sjá ÍST 200:2006-701.53.

Raflagnir

Af öryggisástæðum skal komið í veg fyrir að kló tækis fyrir ákveðna spennu komist í tengil fyrir aðra spennu (sjá ÍST 200:2006-411.1.3.3 og 411.3.4).

CEE-iðnaðartenglar eru gerðir samkvæmt staðlinum ÍST EN 60309. Þeir fylgja ákveðnu kerfi þar sem munur er á tenglum eftir hvernig veitukerfi og vélar þeir eru fyrir. Þannig er tekið tillit til mismunandi málstraums, málspennu, pólafjölda, tíðni o.fl.

Klukkan	4h	9h	6h	11h	7h	5h
Tíðni, Hz	50-60	50-60	50-60	60	50-60	50-60
Spenna, V	110-130	127 / 220 138 / 240	220 / 380 240 / 415	250 / 440	500	600-750
5 - póla						
Litur	gulur	blár	rauður	rauður	grár	grár
Spenna, V	110-130	220-240	380-415	440	500	600-750
4 - póla						
Litur	gulur	blár	rauður	rauður	grár	grár
Spenna, V	110-130	380-415	220-240		500	600-750
3 - póla						
Litur	gulur	rauður	blár		grár	grár

Raflagnir

11. Annar raflagnabúnaður

11.1 Spennar

Spennar í neysluveitum eru fyrir ýmsan smáspenntan búnað s.s. bjöllukerfi, dyrasíma, 12V lýsingu, stýrirásir o.fl. Spennar eiga að vera á aðgengilegum stöðum og þess gætt að þeir hafi næga kælingu. Spennar fyrir smáspenntan búnað eiga að hafa aðskilin vöf og uppfylla kröfur til öryggisaðskilnaðarspenna samkvæmt staðlinum ÍST EN 60558 og rafeindaspennar fyrir smáspennta lýsingu skulu vera samkvæmt staðlinum ÍST EN 61347-2-2. Að öðru leyti geta rekstrareiginleikar þeirra verið mismunandi svo og varnir gegn skaðlegum áhrifum yfirstrauma. Almennt skulu spennar útbúnir viðeigandi yfirstraumsvörnum og/eða yfirhitavörn en ef þær eru ekki fyrir hendi þá verður að setja þær upp.

11.2 Spennar fyrir smáspennta lýsingu

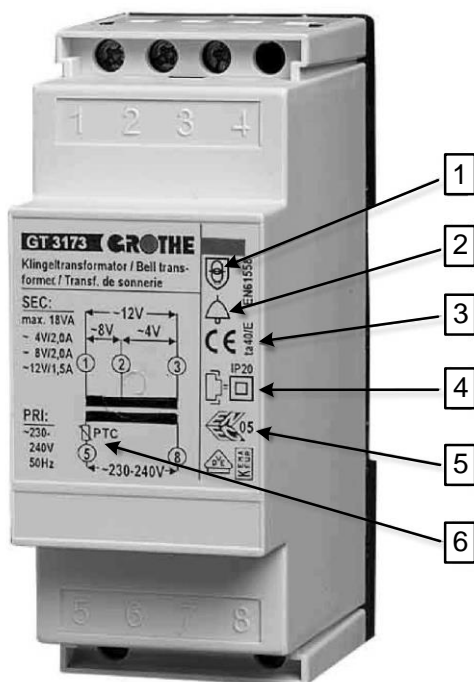


Skýringar við mynd af rafeindaspenni fyrir LED lampabúnað:

1. Spennirinn hentar til uppsetningar á brennanlegan flöt.
2. Spenninn má setja upp í húsgögn og innréttingar úr tré.
3. Hámarkshiti á umlykju spennisins er 110°C.
4. Straumfesta spennisins ofhitnar ekki í bilunartilvikum.
5. Spennirinn er með einangrun í flokki II (tvöföld einangrun).
6. Spennirinn uppfyllir skilyrði fyrir aflgjafa öryggissmáspennu.
7. Spennirinn er skammhlaupsheldur (með innri búnaði) öryggisaðskilnaðarspennir.

11.3 Spennar fyrir bjöllumkerfi

Spennar við bjöllumkerfi (bjöllumspennar) mega mest hafa 24 V málspennu, en venjulega eru útgangsspennumar nokkru lægri og oft tvær 8V og 12V. Bjöllumspennar eiga að hafa hátt innra viðnám (og þar með háa skammhlauspennu) svo þeir geti staðist áraun frá skammhlaupi á útgangi. Þess vegna eru þeir nefndir skammhlaupsþolnir. Í þannig spennum vex straumur spennisins óverulega við skammhlaup eða aðeins lítið eitt stærri en málstraumurinn. Því þarf ekki að setja upp sérstaka yfirstraumsvarnir við þessa spenna.



Skýringar við mynd af bjöllumspenni:

1. Spennirinn er skammhlaupsheldur (með innri búnaði) öryggisaðskilnaðarspennir.
2. Spennirinn er fyrir bjöllumkerfi.
3. Hámarkshiti umhverfihiti er 40°C.
4. Spennirinn er með einangrun í flokki II (tvöföld einangrun) ef hann er í viðeigandi umlykju.
5. ENEC er stytting á „European Norms Electrical Certification“ og táknað að spennirinn hefur staðist prófun á rafmagnsöryggi af viðurkenndri prófunarstofu. 05 er einkennistala fyrir það land sem gerði prófunina.
6. Hitaskynjari rýfur forvafsrás við yfirhita.

Spennir fyrir bjöllumkerfi.

Raflagnir

Ókostur við þessa spenna er að útgangsspennan er mjög háð álaginu en málspena er sú spenna sem er á útgangi við fullt álag. Við tómgang verður spenna á útgangi mun hærri en skal þó ekki vera hærri en 33 V. Oftast eru bjölluspennar festir beint á festislá (DIN-burðarskinnu) í töflum.

11.4 Lampar

Lampar eru meðal algengustu neyslutækja. Við val og uppsetning á lampa þarf að ganga úr skugga um að hann standist þau ytri áhrif sem vænta má á staðnum, sjá töflu 51.1 og hluta 7 og 8 í ÍST 200:2006.

Lampar gefa frá sér varma til umhverfisins, bæði frá ljósgjafanum og tengibúnaði (t.d. spennu eða straumfestu). Við uppsetningu er mikilvægt að huga að rafmagnsöryggi, sérstaklega að brunahættu. Ef lampinn er í snertingu eða námunda við brennanleg efni verður hitastig frá umlykju hans að vera takmarkað. Þegar um er að ræða innfellda lampa verður að gæta þess að fjarlægðir frá ytri byggingarhlutum séu í samræmi við fyrirmæli framleiðanda, sjá ÍST 200:2006-421.

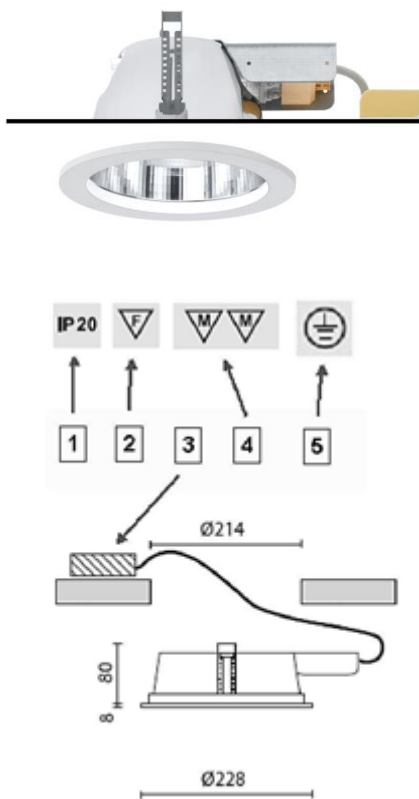
Algennt er að opið rými fyrir ofan innfellda lampa skuli a.m.k. vera 25 mm og skiptir þá ekki máli hvort nærliggjandi byggingarefni er brennanlegt eða ekki. Annars er hætt við að kæling lampans verði ófullnægjandi þannig að brunahætta getur myndast. Hætta getur líka skapast ef áfelldur lampi er festur beint yfir tengidós vegna þess að hitastig á ytri umlykju lampans hitnar þegar hann er í rekstri. Þá er mikilvægt að gæta þess að ljósgjafi sé af réttri gerð og stærð (ekki of aflmikill).

Raflagnir

Hitastig innan lampa getur auðveldlega orðið hærra en 70°C, sem er hámark fyrir PVC einangrað a leiðara. Tenging aðtaugar við lampa skal gerð um tengilista í lampanum en ekki beint við búnaðinn í honum. Þegar strengur eða einangraðir leiðarar eru lagðir í gegnum lampa við uppsetningu skulu þeir valdir í samræmi við innra hitastig lampanna, sjá grein 559.6.

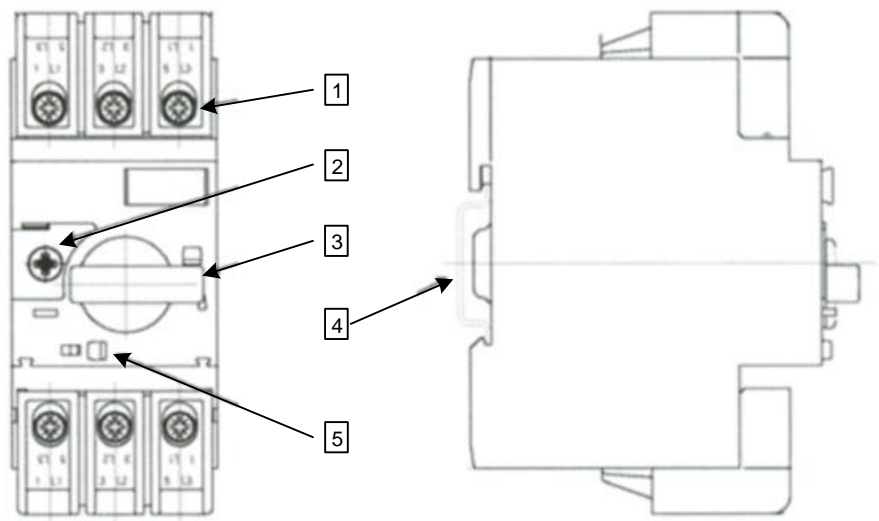
Í undirkafla 559 í ÍST 200:2006 eru nánari fyrirmæli fyrir lampa og lýsingarkerfi.

12 V lampar eiga að tengjast við SELV rásir og aflgjafa sem uppfylla kröfur um aflgjafa fyrir þær, sjá ÍST 200:2006-411.1.2 og -715.



Skýringar við mynd af innfelldum lampa frá Hoffmeister (sjá www.hoffmeister.de og www.erco.de)

1. Lampinn hefur verndarstigið IP 20.
2. Lampann má festa beint við brennanlegt byggingarefni.
3. Straumfesta lampans er í sérstökum kassa og tengist við lampann með snúru.
4. Lampann má setja upp í húsgögn og innréttingar úr tré.
5. Lampinn telst til neyslutækja í flokki I og skal þess vegna tengjast við varnarleiðara

11.5 Hreyfilrofar


Hreyfirofi (mótorrofi).

1. Tengiklemmur fyrir mótorrás.
2. Stilling á útleysistraum mótorrofans.
3. Snerill fyrir mótorrofann.
4. DIN - burðarskinna.
5. Prófun á útleysibúnaði.



Rofar fyrir rafhreyfla eru sjálfvirkir. Rofarnir hafa vörn fyrir rafhreyfla til þess að vernda þá gegn yfirstraumi, sem orsakað gætu skemmdir á hreyflunum, svonefnd hreyfilvernd. Þessi vörn byggir á yfirstraumslíðum, sem opna rofann, fari straumurinn fram úr vissum styrk (% yfir málstraum hreyfils). Veita þessir rofar hreyflinum öruggari vernd en vör, því að við fasaslit (fasarof) getur þrífasa hreyfill tekið nær tvöfaldan straum í þeim tveimur fösum, sem heilir eru, án þess að vörin rjúfi og skemmist stórlega.

Raflagnir



Segulrofi með yfirálagsvörn.

Önnur útfærsla af hreyfilvernd byggist á notkun segulrofa og yfirstraumslíða (yfirálagsvörn). Yfirstraumslíði, sem eru oftast hitaliði (tvímálmvörn) sem stýrir snertu er rýfur straum til segulspólu rofans, sem þar með rýfur straumrásina snögglega.

Við mjög mikinn yfirstraum af völdum skammhlaups eru yfirálagsvarnir of hægvirkir og þess vegna verður að setja upp skammhlaupsvarnir með þeim. Nánar er fjallað um hreyfilvarnir í kennslubókinni Sjálfvirkni.

12. Raflagnir á ýmsum stöðum

12.1 Raflagnir við venjuleg ytri áhrif (þurrir staðir)

Til venjulegra staða teljast öll rými innanhúss sem eru upphituð eða vel loftræst þannig að hitastig er nokkuð stöðugt og eru án raka með tiltölulega hreinu lofti, sjá ÍST 200:2006-512.2.4.

Í töflu 51.1 eru þannig staðir flokkaðir sem AA4 (lofthiti) og AB4 (loftraki). Dæmi um slíka staði eru íbúðaherbergi, skrifstofur, verslanir, eldhús íbúða, þurrar geymslur og verkstæði. Varðandi baðherbergi íbúða, sjá ÍST 200:2006-701.

Í raflagnir á þessum stöðum má nota hvers konar viðurkennt raflagnaefni.

Raflagnir

12.2 Raflagnir á rökum stöðum

Rakir staðir eru rými með lofti sem í lengri eða skemmri tíma er það rakt að öryggi raflagna, búnaðar þeirra og neyslutækjum verði rýrt vegna þéttivatns eða móðu (þó án þess að dropar myndist).

Rakir staðir teljast t.d.: Kæligeymslur, kjallrar, þvottarými í fjölbýlishúsum, eldhús á veitingastöðum, óupphituð rými sem eru illa loftræst o.s. frv. sjá ÍST 200:2006-801.

Raflagnir, í áfelldar lagnir skal nota plaststreng en pípur í innfelldar lagnir. Allar festingar eiga að vera tæringaþolnar.

Tengidósir, rofar og tenglar skulu vera af dropavarinni gerð, verndarstig IPX2.

12.3 Raflagnir á blautum stöðum og stöðum með tærandi efnum

Rými teljast til blautra staða ef loft er það rakt að dropar myndast á lofti og veggjum, sprautað er á gólf og veggi eða raflögnin verður fyrir áhrifum tærandi efna.

Blautir staðir teljast: Almenningsþvottahús, öl- og gosdrykkjagerðir, sláturhús, fiskverkunarhús, kjötvinnslur o.s.frv. sjá ÍST 200:2006-801.

Í rýmum með tærandi lofttegundum skal aðeins setja upp raflagnir, búnað og neyslutæki sem ekki verður komist hjá að hafa þar.

Raflagnir og búnaður þeirra verður að þola áhrif frá umhverfinu hvort sem um er að ræða bleytu eða tærandi efni eða hvoru tveggja. Þau skulu vera áfelldar

Raflagnir

plaststrengjalagnir en á stöðum sem eru án tærandi lofttegunda er heimilt að setja upp huldur þéttar plastpípur með viðeigandi þéttum búnaði og þannig frá þeim gengið að raki geti ekki þéttst í þeim. Tengidósir og rofa skulu vera með a.m.k. verndarstig IPX4 en tenglar og búnaður sem geta orðið fyrir vatnsbunu skulu vera vatnsþéttir (IPX6). Töfluskápar, neyslutæki og lampar skulu a.m.k. vera skvettuvardir, verndarstig IPX4.

12.4 Raflagnir á stöðum þar sem bruna- eða sprengihætta er

Bruna- og sprengihættusvæði geta verið einstök rými innanhúss eða ákveðin svæði utandyra þar sem eldfim eða sprengifim efni safnast saman svo nálægt raftækjum og búnaði að hætta geti stafað af. Rafknúnar vélar, raftaugar og raftæki má ekki, að nauðsynjalausu, setja þar sem vænta má að eldfim efni safnist saman.

Brunahættusvæði eru flokkuð sem BE2 í töflu 51.1 í ÍST 200:2006. Dæmi um slíka staði eru vinnslu-, þurrk- og geymslurými og tilsvarandi staðir utanhúss þar sem unnið er úr timbri eða öðrum efnum úr jurta eða dýraríki s.s. bómull eða hampi, líni, ull og geymslurými fyrir hey, hálm, mjöl, kom og trefjaefni.

Raflagnir á þessum stöðum skulu vera í samræmi við ÍST 200:2006-422.3. Raflagnir geta verið áfelldar plaststrengjalagnir eða huldur plastpípur með búnaði með a.m.k. verndarstigið IP4X. Takmarka skal raflagnir eins og hægt er við það sem nauðsynlegt er vegna notkunar svæðisins. Þegar takmarka þarf hættu af bilunarstraumum skal nota bilunarstraumsrofa með

Raflagnir

málútleysisstraum sem er ekki hærri en 500 mA. Töfluskápar skulu ekki vera á brunahættusvæði (ÍST 200:2006-422.3.11). Lausataugar skulu vera eins stuttar og mögulegt er. Vélar og tæki skulu varin gegn mikilli hitastigshækkun og sett upp á þann hátt að venjuleg hitun og fyrirsjáanleg hitastigshækkun geti ekki valdið bruna. Lampar skulu vera lokaðir og a.m.k. með verndarstigið IPX4.

Sprengihættusvæði eru: Rými eða svæði utanhúss þar sem sprengifimt andrúmsloft er til staðar eða getur safnast saman í svo miklu magni að gera þurfi sérstakar kröfur til raflagna, búnaðar og neyslutækja. Sprengihætta getur myndast af gasi, uppgufun frá eldfimum vökva eða rykmekki. Dæmi um þannig staði eru olíu- og bensínbirgðastöðvar, gasstöðvar, málningarverksmiðjur o.þ.h. Sjá ÍST 200:2006-803.

Raflagnir

12.5 Raflagnir utanhúss

Hér verður fjallað um þann hluta af raflögnum neysluveitu og búnaði þeirra sem staðsettur er utanhúss, sjá ÍST 200:2006-801. Ekki er átt við dreifikerfi raforkufyrirtækja s.s. loftlínur, jarðstrengjakerfi o.þ.h.

Raflagnir skulu lagðar úr plaststrengjum og lausataugar af veðurþolinni gerð.

Rafbúnaður og tæki skulu vera úr vönduðu efni með a.m.k. verndarstigið IPX4, ef ekkert skýlir fyrir regni og snjó annars a.m.k. IPX3. Tenglar skulu ekki vera í minni hæð frá jörðu en 1,5 m nema þeir séu settir í sérstakan læstan skáp.

Þegar koma þarf lögnum í jörð (t.d. vegna garð lýsingar) verður að grafa skurð fyrir jarðstreng og þarf hann að vera 0,7 m að dýpt, skurðurinn má vera heldur grynnri ef strengurinn er varinn með t.d. sterku plastefni eða öðru samsvarandi þó aldrei grynnri en 0,5 m. Botn skurðarins skal vera sléttur og er gott að hylja hann 5-10 cm þykku lagi af sandi eða finni möl.

Algengast er að leggja fyrst plastpípur og draga síðan jarðstrenginn í þær. Með þessu móti fæst nokkur áverkavörn fyrir strenginn og auðveldara verður að gera breytingar á lögninni síðar, sjá [Rur 11.2](#). Lampar sem eru minni en 2,5 m hæð yfir jörð skulu þannig gerðir að ekki sé unnt að komast að rafbúnaði þeirra (þ.m.t. ljósgjafa) nema með því að fjarlægja tálma eða umlykju með verkfæri, sjá ÍST 200:2006-714.412.

Raflagnir

13. Prófanir á rafmagns öryggi í veitum og tækjum

Rafverktakar og rafvirkjar þeirra eiga að yfirfara eigin verk samkvæmt skilgreindu öryggisstjórnunarkerfi, sjá [RUR 6.3 og 8.2](#). Tilgangur þessa er að tryggja að veitur og virki uppfylli skilyrði laga 146/1996 og reglugerða settra með stoð í þeim.



Samkvæmt þessu eiga rafverktakar að halda verkbókhald sem sýnir fram á að þeir hafi yfirfarið nýjar veitur og breytingar á veitum í rekstri áður en þær eru teknar í notkun. Viðmiðunarskjöl varðandi úttekt á rafmagnsöryggi neysluveitna eru: [Reglur um skoðun neysluveitu](#), [Skoðun/úttekt á neysluveitum í rekstri \(VLR-15\)](#) og Verklýsing ([VL2](#)) Mælingar í lágspenntum raforkuvirkjum.

Við úttektina er nauðsynlegt að fylgja gátlistum til þess að hún verði markviss og vönduð. Til að svo megi verða hefur Mannvirkjastofnun gefið út eyðublöð sem rafverktakar eiga að nota við úttekt eigin verka. Þetta eru skjölin;

Skýrsla um neysluveitu ([MVS 3.105](#)),
Aðaltafla/greinitafla ([MVS 3.201](#)) og
Lagnir og tæki neysluveitu ([MVS 3.202](#)).
Þessi skjöl ásamt fleira efni er að finna á vef [Mannvirkjastofnunar](#).

Úttekt rafverktaka byggist á sjónrænni skoðun, prófunum og mælingum og skal hún gerð í samræmi við 6. hluta í ÍST 200:2006, Sannprófun.

Hér verða nefnd nokkur atriði sem þarf að taka tillit til við úttekt á neysluveitu.

Raflagnir

A. Sjónræn skoðun og prófun á raflögnum í neysluveitu (ekki tæmandi atriðalisti) :

1. Eru allir spennuhafa hlutir með einangrun eða umlykju til varnar gegn beinni snertingu?
2. Eru skemmdir sjáanlegar á einangrun eða umlykju rafbúnaðar t.d lampa, tengils eða rofa?
3. Eru tálmar (lok) á t.d. tenglum, rofum eða tengidósum og þau tryggilega föst?
4. Er rafbúnaður tryggilega fastur?
5. Eru skemmdir sjáanlegar á einangrun leiðara, strengja og lausatauga?
6. Er rafbúnaður nægilega varinn gegn ytri áhrifum t.d. af raka og ryki?
7. Eru yfirálags- og skammhlaupsvarnir í samræmi við gildleika og straumþolleiðara?
8. Er viðeigandi varnarbúnaður fyrir mótora og hann rétt stilltur?
9. Eru leiðarar í samræmi við ytri áhrif og aðstæður?
10. Eru sjáanlegar skemmdir á leiðurum eða hitamyndun á einangrun þeirra?
11. Er raflögnin í samræmi við reglur, liggur hún á skarpri brún, með of krappri beygju, ófullnægjandi festingum eða án togfestu?
12. Eru fjarlægðir frá rafföngum, sem gefa frá sér hita, til eldfimra efna fullnægjandi?
13. Eru rafföng hentug og leyfileg til notkunar við væntanleg ytri áhrif (staðhætti)?
14. Eru gegntök leiðara og strengja um byggingarhluta með brunamótstöðu frágengin (lokuð)?
15. Er inntaksbúnaður (nipplar eða stútar) fyrir lögn að rafbúnaði til staðar og frágengin?

Raflagnir

16. Eru blindnipplar (lok) á ónotuðum innfærsluopum (t.d. á tengiboxum)?
17. Er viðeigandi tenglabúnaður fyrir hverja spennu (klóm verður ekki víxlað)?
18. Eru leiðarar (vírar) og taugar tengdir við tengilista í dreifiskápum?
19. Eru tengingar og samsetningar traustar og tryggðar gegn sjálflofi?
20. Eru varnarsnertur tengla skemmdar (bognar) eða óhreinar (málning)?
21. Eru áverkavarnir fyrir lagnir samkvæmt reglum?
22. Eru einhverjir rofstaðir í varnarleiðara og PEN leiðara (ath. engir rofar eða vör)?
23. Er leiðurum víxlað?
24. Er spennujöfnun til staðar og er hún virk?
25. Eru teikningar í samræmi við veituna og merkingar straumrása í samræmi við þær?
26. Er nauðsynlegur rafbúnaður til staðar t.d. varnarbúnaður, gaum- og merkjaljós, búnaður til að stöðva og aðskilja, búnaður fyrir neyðarrof, neyðarstöðvun og millilæsingu (interlocks) og hann virkur?
27. Eru sérstakar kröfur tillagnar og staðar varðandi varnaraðgerðir og eru þær í lagi (t.d. baðherbergi)?
28. Leysir bilunarstraumsrofi út þegar stutt er á prófunarhnappinn?

Raflagnir

B. Mælingar í neysluveitum (ekki tæmandi atriðalisti) :

- Mæling á veituspennu.
- Mæling á leiðni varnarleiðara og aðal- og aukaspennujöfnunarleiðara.
- Mæling á einangrunarviðnámi.
- Mæling á samviðnámi bilunarrásar.
- Mæling á viðnámi jarðskauts.
- pólunarprófun.

C. Sjónræn skoðun og prófun áraftækjum (ekki tæmandi atriðalisti) :

1. Eru allir spennuhafa hlutir með einangrun eða umlykju til varnar gegn beinni snertingu?
2. Eru skemmdir sjáanlegar á einangrun eða umlykju tækisins?
3. Eru tálmar (lok) tryggilega föst?
4. Eru skemmdir sjáanlegar á einangrun leiðara, strengja og lausatauga?
5. Er afl búnaðar í samræmi við notkun og aðstæður?
6. Eru skemmdir sjáanlegar á leiðurum eða merki um hitamyndun á einangrun þeirra?
7. Er aðtaug (leiðari) laus, eða að skarpri brún eða án togfestu?
8. Er inntak leiðara rétt frágengið og þétt (mikilvægt t.d. á vatnsdælu)?
9. Er tækið nægilega varið gegn hugsanlegum ytri áhrifum t.d. raka og ryki?
10. Er tækið er mjög óhreint eða tært t.d. ryðgað?
11. Eru blindnipplar (lok) á ónotuðum innfærsluopum fyrir leiðara?

Raflagnir

12. Uppfyllir tækið kröfur um varnaraðgerðir gegn raflosti í bilunartilvikum (vörn gegn óbeinni snertingu), er t.d. tækið í flokki I (tenging við PE-leiðara), flokki II (tvöföld einangrun), SELV (öryggismáspenna), rafmagnslegur aðskilnaður?
13. Eru tengingar og samsetningar tryggðar gegn sjálflosi?
14. Er varnarleiðarinn tengdur við þar til gerðan tengistað?
15. Eru varnarsnertur í kló skemmdar eða óhreinar?

D. Mælingar á raftækjum (ekki tæmandi atriðalisti):

- Mæling á álagsstraum.
- Mæling á leiðni varnarleiðara.
- Mæling á einangrunarviðnámi.
- Mæling á verndarstigi með próffingri.
- Pólunarprófun.

Athugasemdir sem fram koma við yfirferð rafverktaka skulu lagfærðar án tafar og verklök tilkynnt til Rafmagnsöryggissviðs Mannvirkjastofnunar, sjá www.mannvirkjastofnun.is.

Raflagnir

14. Slysavarnir við rafvirkjavinnu

14.1 Slysahætta á vinnustöðum

Á vegum Vinnueftirlits, Hollustuverndar, Mannvirkjastofnunar og fleiri opinberra stofnana eru gefnar út reglur, leiðbeiningar og fræðsluefni til þess að koma í veg fyrir vinnuslys. Skylt er að fylgja lögum og reglum við vinnu eða ferð um vinnusvæði. Starfsmenn skulu hafa hugfast að reglurnar eru m.a. settar í þeirra þágu svo þeir megi halda heilsu og starfsþreki sem lengst.

Öryggi á vinnustöðum á ekki eingöngu að byggjast á eigin reynslu heldur verða menn að tileinka sér þekkingu og þjálfun á þessu sviði í fagnámi sínu og að því loknu með endurmenntun..

Kynnið ykkur leiðbeiningar um slysavarnir og vinnuvernd vandlega og fylgið þeim. Hér eins og oft áður skiptir hugarfarið miklu máli. Fífldirfska eða kæruleysi má aldrei ráða ferðinni við vinnu. Þeim sem það sýna eiga ekkert erindi á vinnustað því það getur orðið of dýrt að læra betri siði af reynslunni. Athugið, ef hlífar eða öryggisbúnaður er fjarlægður eða gerður óvirkur þá er viðkomandi ábyrgur fyrir slysi eða tjóni sem af hlýst. Í þannig tilvikum bæta tryggingar ekki skaðann

14.2 Handverkfæri og fleira

Jafnvel einföld verkfæri eins og skrufjárn geta valdið meiðslum ef ekki er rétt með þau farið. Til dæmis getur skrufjárn sem geymt er í brjóstvasa við vinnu auðveldlega rekist í andlit viðkomandi og valdið alvarlegum meiðslum.

Raflagnir



Þá getur fleygmyndaður og beittur endi skrúfjárnins runnið úr sæti skrúfu við notkun og stungist í nærliggjandi hluti. Þetta er sérstaklega varhugavert þegar unnið er með litla hluti í lófa (t.d. kló) og getur þá valdið handarmeðslum. Það flýtir fyrir að hafa verkfæri á vísnum stað og ávallt innan seilingar. Notið verkfærabelti eða vesti fyrir almenn handverkfæri.

Við skrúfaðar samsetningar verður að nota rétta gerð og stærð af lykli. Annars er hætt við að skrúflykillinn geti skyndilega misst grip þegar verið er að herða eða losa skrúfbolta eða ró. Slíkt getur valdið óvæntu höggi á hendur eða jafnvel byltu.

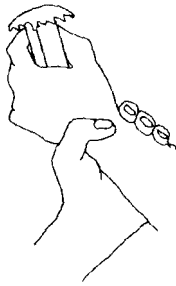
Gæta verður varúðar þegar unnið er með hnífa eða önnur eggáhöld og skal ávallt beina átaki á þau frá líkama eða líkamshluta. Eggáhöld skal geyma í lokaðri stöðu eða í þar til gerðum hlífum þegar þau eru ekki í notkun.

Við borun, sögun eða slípun verður að festa þeim hlutum sem unnið er við tryggilega meðan á vinnslu stendur. Ávallt er hætt við að agnir geti skotist frá hlutum við þess háttar vinnu og verður því að nota hlífðargleraugu auk annarra persónuhlífa s.s. hanska, heyrnarhlífar o.þ.h. eins og þörf krefur.



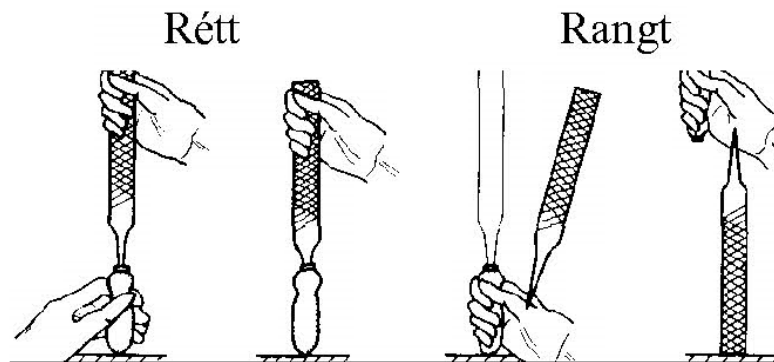
Við brotvinnu með slaghamri og meitli verður að gæta þess að hamarinn sé af réttri stærð fyrir meitilinn. Ráðlegt er að nota meitil með handarhlíf eða hlífðarhanska. Ef myndast hafa gráður á meitil inn verður að fjarlægja þær áður en verk hefst (slípa af). Ennfremur verður að ganga úr skugga um að hausinn sé tryggilega fastur við skaft hamarsins. Alvarleg slys hafa orðið er haus hefur losnað frá skafti við slíka vinnu. Notið hlífðargleraugu og öryggishjál.

Raflagnir



Skemmdur meitill

Þegar verið er að sverfa hluti notum við þjalir. Þjöl verður að fara vel í hendi og því mikilvægt að handfang hennar sé heilt og vel fast. Myndin sýnir hvernig setja skal tréhandfang á þjöl (vinstra megin) og hvað ber að varast í því sambandi.



Heitur lóðbolti getur valdið brunameiðslum eða jafnvel íkveikju. Forðast skal að nota opinn eld á vinnustað, en ef það er óhjákvæmilegt verður að tryggja að ekki skapist brunahætta í næsta umhverfi og hafa viðeigandi varnir tiltækar fari eitthvað úrskeiðis.

Við meðferð á rafgeymum verður að nota hlífðargleraugu og hlífðarfatnað vegna sprengihættu og geymasýru. Hafið góða loftræstingu og varist opinn eld og neistamyndun við rafgeyma. Kynnið ykkur reglur varðandi frágang á raflögnum í rafgeymarymum áður en lagnavinna hefst.

Úðabrúsa verður að geyma á öruggum stað og tryggja að þeir verði ekki fyrir sólargeisla (sprengihætta ef þeir hitna mikið). Við notkun verður að beina úðanum frá líkamanum og gæta þess að efnið fari ekki í augu eða á bera húð.

Raflagnir

14.3 Rafmagnsverkfæri

Varðandi notkun rafknúinna áhalda á vinnusvæði, þá skal rafvirki sjá til þess að aðtaugar séu óskemmdar og af réttri gerð. Uppsetningu á bráðabirgðalögnum á vinnusvæði verður að haga þannig að áhætta á ytri áverkum verði í lágmarki. Ef ekki finnast öruggar lagnaleiðir má nota hlífar eða pípur sem áverkavörn. Rafvirki þarf enn fremur að ganga úr skugga um að varnir gegn of hárrí snertispennu séu virkar.

Hér verður sagt frá öryggisatriðum varðandi nokkrar gerðir rafmagnsáhalda sem notuð eru af rafvirkjum. Almennt skulu byrjendur fá leiðbeiningar og þjálfun á vélar og tæki áður en þeim er falin notkun þeirra. Þetta á ekki síst við um atriði sem snerta öryggi og vinnuvernd.

Áríðandi er að vinnufatnaður falli þétt að líkamanum þannig að engin laus klæði geti fest í hlutum á vinnustað. Sítt hár verður að hemja með hárnети. Þetta er afar mikilvægt þegar unnið er með eða í námunda við vélar.



Borvélar. Borvélar geta verðir fastar á notkunarstað (súluborvélar) eða færanlegar t.d. handborvélar. Kynnið ykkur leiðbeiningar frá framleiðanda t.d. varðandi stærðir bora í mismunandi efni (járn, stein, tré o.s.frv.) og snúningshraða við borun. Mikilvægt er að standa á gólfi eða traustum grunni og vinnsluefnið sé fastspennt við borvinnu. Þá skal ávallt vera viðbúinn slagi frá vélinni t.d. ef borinn lendir í festu. Þetta á sérstaklega við um öflugar handborvélar.

Raflagnir



Hjólsagir. Á sög skal vera föst hlíf yfir þeim hluta blaðsins sem er ofan við planið en neðan við það er færánleg hlíf yfir blaðinu. Neðri hlífin opnast um leið og sögin er borin að efninu og lokast sjálfkrafa aftur um leið og sögin er fjarlægð frá því. Með tímanum getur safnast sag eða ryk í hlífunum sem kemur í veg fyrir þessa virkni. Hér er því mikilvægt að hreinsa sögina af og til. Jafnframt verður að fylgjast vel með virkni hlífarinnar og taka sögina strax úr notkun ef vart verður tregðu á hreyfingu hennar. Varist að láta aðtaug liggja þannig að hún verði fyrir sagarblaðinu.



Smergil verður að festa tryggilega á notkunarstað. Á smergli skal vera traust hlíf sem umlykur slípisteininn að mestu eða u.þ.b. 270°. Yfir opinu að slípisteininum skal vera glær, stillanleg hlíf. Á smergli verður að vera land sem slípari leggur vinnslustykkið á við verkið. Nota verður andlitshlíf eða hlífðarglæraugu við smergilvinnu.



Unnið með skurðarskífu með tveimur blöðum svonefndur tvíblöðungur.

Skurðarskífur. Mesta hættu við slípirokka og skurðarskífur verður þegar skífan sundrast en þá þeytast brot úr henni með miklum krafti út í umhverfið. Helstu ástæður fyrir þessu geta verið:

1. Skífan hefur ekki verið rétt sett í vélina.
2. Snúningshraði er meiri en skífan er gefin upp fyrir.
3. Röng notkun, skakkt átak á skífu eða að of fast þrýst á hana.
4. Léleg jafnvægisstaða á skífu.
5. Skífan hefur fengið högg eða blotnað við kæruleysislega meðferð.

Raflagnir

Frá skurðarskífu kemur ryk og agnir skjóttast út í umhverfið, notið því lokuð hlífðargleraugu og öryggishjál. Notkun skurðarskífu getur verið heilsuspillandi t.d. vegna hávaða eða ryks sem myndast þegar verið er að vinna með heilsuspillandi efni. Notið þá heyrnarhlífar og rykgrímur. Varist að láta aðtaug liggja þannig að hún verði fyrir skurðarskífunni. Aldrei má nota slípirokk án öryggishlífar yfir skífu.



*Múrfræsari
Spit F40.*

Múrfræsarar. Handmúrfræsara á ekki að vera hægt að ræsa nema stjórnandi hafi báðar hendur á handföngum hans (rofar í handföngum). Stillið skurðardýpt þannig að hún verði hæfileg fyrir þá pípu sem fræst er fyrir. Mikill hávaði og ryk myndast þegar unnið er með múrfræsara og því er nauðsynlegt að nota öryggishjál, hlífðargleraugu, heyrnarhlífar og rykgrímur. Sá sem vinnur með múrfræsara verður að standa á traustum fleti og vera viðbúinn þungum höggum frá fræsanum t.d. ef hann lendir á steini. Ekki er ráðlegt að fara ofar með fræsara en í axlarhæð. Varist að aðtaugin verði fyrir tönn fræsarans.

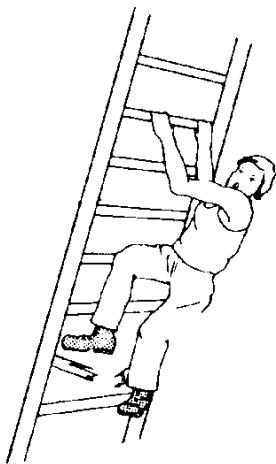
Raflagnir

14.4 Vinnusvæðið

Vinnusvæði rafvirkja er afar mismunandi eftir verkefni. Rafvirkjar eru að störfum í nýbyggingum, fyrirtækjum, heimilum og skipum svo eitthvað sé nefnt. Það er því ekki hægt að gefa upp einfalda lýsingu á vinnuumhverfi rafvirkja en hér verða nefnd nokkur atriði sem auka eiga öryggi á vinnustað.

Afmörkun eða lokun. Við framkvæmdir utanhúss er mikilvægt að afmarka vinnusvæðið með girðingu eða búkkum. Þetta er gert til þess að koma í veg fyrir óþarfa umferð um svæðið en hún eykur slyshættu. Á liðnum árum hafa orðið mörg fallslys í byggingum vegna þess að opið er á milli hæða (t.d. lyftuop eða stigaop). Þessum opum verður að loka eða girða af á tryggilegan hátt.

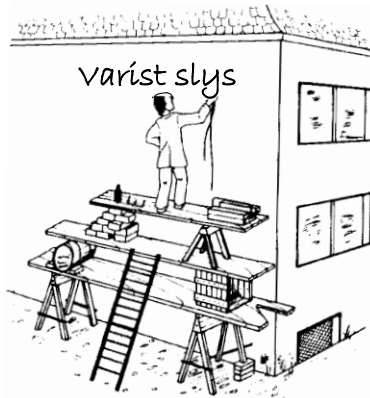
Hreinsun. Hreinsið vinnusvæðið reglulega t.d. daglega eða oftár ef þörf er á. Jafnvel lítill bútur af 16 mm pípu á gangvegi getur verið slysgildra. Komið úrgangi í viðeigandi sorpgeymslu.



Lélegur stigi getur valdið dauðaslysi.

Stigar og tröppur. Úr stiga má framkvæma ýmsa léttu vinnu s.s. uppsetningu á minni rafbúnaði, tengingar, viðhaldsvinnu o.þ.h. Við erfið og stærri verkefni þarf að setja upp vinnupall eða vinnulyftu. Vinnu úr stiga fylgir ávallt nokkur áhætta og á því aðeins að nota hann í skamma stund í senn eða þegar unnið er til skiptis á gólfi og í stiga. Stigi þarf að standa á sléttum traustum grunni og ef tók eru á skal festa stigann til stuðnings. Ef vinna þarf í stiga sem er lengri en 5 m þá er ráðlegt að láta einn mann standa við stigann og styðja hann á meðan á verki stendur.

Raflagnir



Hættunni boðið heim!

Vinnupallar og lyftur. Vinnupallar eru mikið notaðir við uppsetningu á rafbúnaði. Þeir eru annaðhvort smíðaðir á staðnum eða samsettir úr fjöldaframleiddum áleiningum. Vinnupallar skulu standa á traustri undirstöðu. Á pallana verður að setja skástífur til þess að þeir verði stöðugri og slár sem afmarka vinnusvæðið.

Vinnupalla á hjólum má ekki hreyfa ef menn eru í þeim. Til þess að tryggja þetta verður að vera hemlabúnaður sem læsir hverju hjóli á meðan pallurinn er í notkun.

Vinnulyftur eru að verða stöðugt algengari í stærri verkum. Notkun þeirra getur flýtt fyrir og auðveldað vinnu rafvirkja. Rafvirkjar verða að kynna sér leiðbeiningar um notkun vinnulyftu áður en hún er tekin í notkun. Athugið að allar vinnulyftur eiga að vera í reglubundnu eftirliti af Vinnueftirliti en þá eru öryggisatriði þeirra prófuð.

14.5 Vinna við raforkuvirki



Af augljósum ástæðum eru rafvirkjar í sérstakri hættu á að verða fyrir raflosti við vinnu sína. Eitt af hlutverkum þeirra er að vinna við raforkuvirki í rekstri en oft felur það í sér beina snertingu við búnað sem er spennuhafa á meðan virkið er í rekstri. Þeir þurfa þess vegna að opna hlífar og lok sem gegna öryggishlutverki. Öryggismál í víðasta skilningi eru því afar mikilvægur þáttur í daglegu starfi rafvirkja. Öryggisráðstafanir eru bæði til þess að vernda fagmenn við vinnu sína og einnig aðra sem hugsanlega gætu verið í hættu á meðan verk er í vinnslu eða eftir að því er lokið.

Raflagnir

Til þess að auka öryggi við vinnu í eða við lágspennt raforkuvirki eiga rafvirkjar að fylgja eftirfarandi öryggisráðstöfunum, sjá nánari skýringar á þessum reglum í [Orðsendingu RER nr. 1/84](#), kafla 14.

14.6 Öryggisreglurnar fimm.

Aðgerð:	Skýring:
1. Aðskilnaður eða fullrof.	Allir spennuhafa leiðara á vinnustaðnum verður að ljúfa á öruggan hátt í töflu. Rof með rofa í raflögn er ekki fullnægjandi.
2. Trygging gegn innsetningu.	Límið yfir sjálfvar eftir að það hefur verið rofið, fjarlægjið vartappa úr bræðivörum og setjið upp bannmerki (snertið ekki rofann).
3. Könnun á spennuleysi.	Sannreynið spennuleysi með spennuprófara eða öruggum spennumæli. Notkun á svonefndum prufulampa er ekki leyfð í þessum tilgangi.
4. Jarðtenging og skammhleyping. Ekki er þörf á þessari aðgerð í raforkuvirkjum með lægri spennu en 1000V nema virkið tengist loftlínukerfi.	Jarðtengi- og skammhleypibúnað verður fyrst að tengja við jarðskautið og síðan við raforkuvirkið.
5. Loka af eða hylja nálæga spennuhafa hluti (ef þeir eru fyrir hendi).	Nota má sterkan einangraðan dúk nema vinnustaðurinn flokkist sem L-AUS.

Raflagnir

1. Aðskilnaður eða fullrof

Áður en vinna hefst skal rjúfa (aðskilja) alla spennuhafa leiðara sem liggja að vinnusvæðinu. Rjúfa skal með skilrofum sem hafa sýnilega rofstöðu eða stöðuvísun. Sérstaka aðgát þarf að sýna í möskvuðum- og hringtengdum raforkukerfum. Hér geta spennuhafa leiðarar komið úr fleiri en einni átt að virkinu (tvær eða fleiri straumleiðir). Jafnvel í lýsingarkerfum er ekki nóg að þrýsta á næsta ljósarofa. Ef lýsingunni er stýrt með samrofum getur full spenna komið á kerfið. Þá verður að rjúfa (slökkva) með sjálfvari eða fjarlægja vartappa greinarinnar.

Ef starfsmaðurinn hefur ekki sjálfur framkvæmt fullrof verður hann að bíða eftir staðfestingu áður en vinna hefst. Munnleg boð eða skilaboð um fjarskiptatæki geta orsakað misskilning. Þannig boð verður viðtakandi að endurtaka og bíða eftir staðfestingu frá sendanda. Undir engum kringumstæðum nægir að fastsetja ákveðinn tíma fyrir fullrof í raforkuvirki.

Sýnið aðgát þegar verið er að fullrjúfa aflþétta, þá verður að afhlaða algjörlega. Sama á við um langar strengjalagnir. Langir strengir verka eins og þéttar sem verður að afhlaða.

2. Trygging gegn innsetningu

Hætta vegna rangrar innsetningar er alltaf til staðar. Til þess að draga úr þessari hættu verður að tryggja rofstaðinn. Besta öryggið fæst með því að læsa skilrofa og stjórnbúnaði hans. Hver einstakur rafvirki ætti að hafa eigin hengilás í þessum tilgangi. Annar möguleiki er að fjarlægja vartappa eða hluta af skilrofaeiningunni.

Raflagnir

Sjálfvör verður að merkja (Hreyfið ekki rofann), eða að minnsta kosti að tryggja með límbandi. Að auki skal setja upp bannmerki á áberandi stað með upplýsingum um að verið sé að vinna á kerfinu og vísa til þess (þeirra) rofa sem ekki má hreyfa við. Krafist er bannmerkja án undantekninga. Þegar verið er að rjúfa gripvör (NH-vör) í opnum dreifiskápum skal nota andlitshlífar og hlífðarhanska með gripfi fyrir vörin.

3. Könnun á spennuleysi

Mörg rafmagnsslys eiga sér stað vegna þess að þriðja öryggisreglan er ekki virt. Sérstaklega á þetta við þegar um rangar eða misvísandi merkingar á rofum eða vörum er að ræða. Þá er mikil hættu á að menn ruglist á rofum. Við viðhaldsvinnu er oft verið að taka út (rjúfa) og setja inn rofa þegar verið er að greina bilun. Hér er hættu á að rafvirki stýri röngum rofa og á þetta einnig við um reynda rafvirkja. Einnig geta mælarásir, stýrirásir, neyðaraflgjafar eða spennar gefið bakspennu á vinnustað inn. Því er mikilvægt að sannreyna spennuleysi á öllum pólum (spennuhafa hlutum) með viðurkenndum spennuprófara. Aðeins þjálfaðir rafvirkjar eða kunnáttumenn mega sannreyna spennuleysi. Áður en prófun fer fram verður að sannreyna að spennuprófarinn sé í fullkomnu lagi. Það verður að vera tryggt að hann gefi rétta vísun. Þetta má gera með því að mæla spennu á kerfinu þegar það er í rekstri. Rétt er að vara við ódýrum einpóla spennuprófum sem aðeins eru gerðir fyrir mælingu á mest 250 V spennu til jarðar.

Við mælingu með þannig spennuprófara getur einangrað gólfefni og mikil birta spillt niðurstöðum. Ekki er leyfilegt að nota tveggja póla spennuprófara í háspennukerfum (spenna yfir 1 kV).

Raflagnir

4. Jarðtenging og skammhleyping

Sem viðbótar vernd gegn ótilætlaðri innsetningu á rofa og spennuáhrifa verður að jarðtengja og skammhleypa rekstrarleiðurum á vinnustað með hæfilega gildum leiðurum. Þetta er gert með sérstökum jarðtengitækjum. Við notkun þeirra eru tækin fyrst tengd til jarðar og síðan við raforkuvirkið og svo skammhleyppt. Jarðtenging og skammhleyping verður að vera sýnileg frá vinnustaðnum. Jarðtengingu og skammhleypingu má sleppa í kerfum með lægri spennu en 1000 V. Þó skal ávallt beita öryggisreglu 4, þegar unnið er við loftlínur óháð rekstrarspennu. Í stærri veitum (t.d. iðnfyrirtækjum) er mælt með því að jarðtengja og skammhleypa af öryggisástæðum einnig þegar spenna er lægri en 1000 V, sérstaklega á þetta við þegar mikil fjarlægð er milli rofstaðar og vinnustaðar.

5. Loka eða girða af nálæga spennuhafa hluti

Allir spennuhafa hlutar raforkuvirkja sem geta skapað hættu fyrir starfsmann á vinnustaðnum verður að klæða eða girða af. Ef þetta er ekki hægt, verður að fullrjúfa nálæga spennuhafa hluta virkisins. Hlíf sem notuð er til þess að klæða af verður að hafa nægilega einangrun, vera stöðug og tryggilega fest. Ef klæða á hluti af sem eru spennuhafa (í rekstri) telst sú aðgerð til athafna undir spennu (AUS) en um þær gilda sérstakar reglur.

Ekki er heimilt að hefja vinnu fyrr en verkstjóri (ábyrgðarmaður) hefur samþykkt það.

Raflagnir

14.7 Spennusetning

Þegar verki er lokið verður að fjarlægja öll verkfæri og efni af vinnusvæðinu. Verkstjóri verður að tilkynna mönnum að allir eigi að yfirgefa vinnusvæðið (hættusvæðið) og að varnarráðstafanir verði teknar niður. Eftir það verður að umgangast raforkuvirkið eins og það hafi verið spennuset.

14.8 Ábending

Þegar verki er lokið en áður en spenna er sett á virkið verður að:

- Fjarlægja öll áhöld og hjálparbúnað afvinnustað.
- Taka niður vinnujarðtengingu og skammhleypibúnað.
- Setja upp hlífar eða annan búnað sem tekinn hefur verið niður í sambandi við verkið.
- Fjarlægja aðvörunarskilti, tálma o.þ.h. sem sett hefur verið upp í öryggisskyni.
- Spennusetja að fenginni heimild frá vinnustaðnum.

Áður en spennusetning fer fram verður að taka niður öryggisráðstafanir samkvæmt öryggisreglunum fimm í öfugri röð.

14.9 Vinna nálægt spennuhafa hlutum

Einungis er leyfilegt að vinna í ákveðinni lágmarksfjarlægð frá spennuhafa hluti sem hafa ekki verið fullrofnir, klæddir eða girtir af. Hér á landi eru ekki sérstakar reglur um lágmarksfjarlægðir vegna vinnu í lágspennukerfum (með lægri spennu en 1000 V) en í Þýskalandi er miðað við 25 cm umhverfis vinnustaðinn.

Raflagnir

Við ákvörðun þessara fjarlægða verður að taka tillit til hreyfingar starfsmanna og stærð tækja. Það er því rétt að gera ráð fyrir ákveðinni viðbót þegar verið að áætla lágmarksfjarlægð.

Sérstaka varúð þarf að sýna þegar verið er að vinna með stiga, fyrirferðarmikið efni í raforkuvirkjum og þegar verið er að vinna í námunda við háspennulínur (yfir 1 kV).

Við störf fagmanna í byggingariðnaði sem ekki kunnáttumenn (byggingarvinna) er lágmarksfjarlægð til spennuhafa hluta í lágspennukerfum 1 m en í háspennukerfum 3 m.

Lágmarksfjarlægðir fyrir kunnáttumenn í háspennuvirkjum hér á landi er að finna í grein 10.4 í [Orðsendingu 1/84](#), Rekstur, eftirlit og viðhald raforkuvirkja.

Hér hefur aðeins verið stiklað á stóru varðandi þennan mikilvæga málaflokk. Nemendum skal bent á að kynna sér nánar fræðslu- og leiðbeiningarit frá þeim opinberu stofnunum sem um þessi mál fjalla og líka á [Öryggishandbók Samorku](#) (ÖRS).

Raflagnir

VIÐAUKI I

Ákvæðisvinnugrundvöllur rafiðna, kafli III (lítillega breytt)

Fyrirsögn um vinnubrögð.

Öll vinna skal unnin samkvæmt ákvæðum [Reglugerðar um raforkuvirki](#) og skulu verk uppfylla fyllstu öryggiskröfur.

Þess skal gætt að allur rafbúnaður sé af viðurkenndri gerð. Eftirfarandi liðir eru hér upptaldir til að gefa nokkru nánari skilgreiningu á góðum eða a. a. m.k. viðunandi vinnubrögðum og frágangi við raflagnavinnu. Þessir liðir eru ekki tæmandi, en sýna til hvers er ætlast (R/T = rofa og tengla).

A

1. Öll mál skal miða við miðja dós miðja pípu, eða mitt tæki, sýni uppdrættir ekki annað sérstaklega.
2. Snara skal úr endum á málmpípum þannig að þær hafi ekki skarpar brúnir.
3. Loka skal pípuendum, sem standa upp úr vegg eða plötu.
4. Forðast skal krappar beygjur, beygja þá heldur við báða pípuenda heldur en eina krappa. Allar beygjur skulu vera óskemmdar (ekki lagðar saman).
5. Forðast skal óþarfa beygjur. Í veggjum skulu pípur liggja lárétt eða lóðrétt. Forðast skal að „pokar“ myndist í pípulögninni.

Raflagnir

6. Binda skal rör við járnlögn eða festa á annan hátt beygjur sem nokkur hætta er á að svifst geti úr samskeytum. Ennfremur skal festa tryggilega allar pípur sem standa upp úr vegg eða plötu. f steypulögn skal festa við öll samskeyti og að jafnaði a.m.k. tvær festingar á metra.
7. Pípuendar í hólkum og stútum skulu hafa sömu stefnu og hólkur eða stútur og skulu vera í botni hólks og stúts.
8. Þar sem pípulögn í plötu fer niður í einangrun eða léttu vegg, skal nota niðurtök (plötuhólk).
9. Gæta skal þess, að pípur, sem liggja að R/T dósam, séu jafnlangt frá steypubrún við hurðaop o.þ.h.
10. Þegar framlengt er, skal gæta þess, að rýra ekki einangrun, stoðir né þykkt veggja meira en nauðsynlegt er vegna pípa og dósa. Festa skal pípum tryggilega.

B

1. Mæla skal fyrir og staðsetja alla klossa svo nákvæmlega, að pípuendar verði á réttum stað fyrir dósastúta. Öll mál skal miða við miðjar dósir. Allar dósir í sama herbergi skulu vera í sem næst sömu hæð og sömu fjarlægð frá dyraopi. Notið málsetningar á arkitektateikningum.
2. Þegar dósir eru festar í mót með skrúfum í snittaðar festingar, skal rafvirki skrúfa þær úr, svo að festingar dósanna eyðileggist ekki, þegar mót eru rifin.

Raflagnir

3. Opna skal notaða stúta á dósum og loka dósum með viðeigandi steypuloki.
4. Troða skal dósir, settar í steypu, fullar af pappír eða öðru jafnhentugu, séu lok ekki fyrir hendi.
5. Festa skal loftdósir tryggilega á loftklæðningu, svo þær raskist ekki meðan á steypu stendur. Dýpt þeirra skal a.m.k. vera 65mm.
6. Rafvirki skal múrfesta dósir, þar sem það á við og skal þess jafnan gætt, að þær nemi við ytri brún á múrhúðun og séu á sama fleti.
7. Í bitaloftum skal setja fjalir ofan við dósir, milli loftbita, svo að hægt sé að festa dósirnar vel. Þær skulu sitja hæfilega neðarlega í loftinu, svo þær jaðri við neðri brún á klæðningu eða múrhúðun. Á sama hátt skal setja fjalir eða klossa undir dósir í trégrindur og festa dósirnar vel og á réttum fleti.
8. Þar sem útiljós koma, skal ætíð nota hentugar útidósir, en ekki láta pípuenda standa út úr steypu. Gæta ber þess við lagnir út úr útvegg, að ekki myndist vatnspoki.
9. Séu dósir útbúnar með sérstökum blindlokum, til inn múrunar, skulu þau sett upp, áður en múrhúðað er. Brúnir á dósum skulu nema við ytri brún á fullfrágengnum vegg eða lofti.

Raflagnir

10. Þegar búið er að framlengja, skal setja verksmiðjuframléidd lok, þar sem þau fylgja, eða fylla upp með bréfi eða loka á annan hátt öllum dósum og kössum.
11. Athugið, að málm dósir má eingöngu nota á málm pípur.

C

1. Töfluskápa og aðra kassa skal hreinsa og mála áður en búnaður er settur í þá, ef sér á málningu eða húð kassans. Styrkja skal kassana svo þeir breyti ekki lögun í steypu, einkum svo botn þrýstist ekki inn. Mælaspjöld verða að sitja lóðrétt í kassabotni. Allir töflukassar ættu að vera úr svipuðu efni og pípulagnir, plastkassar við plastpípur, járnkassar við járn pípur.
2. Allar taugar í töflu m skal merkja þannig taugar greina eða kvísla séu auðkenndar svo auðvelt sé að átta sig á tengingum. Nota má bensli, vírahöldur eða vírarennur fyrir margar greinar eða kvíslar, ef henta þykir. Þó ber að varast að hafa taugar frá mörgum greinum þétt saman vegna hitamyndunar frá álagsstraumum. Þetta á að sjálfsögðu ekki við þegar um er að ræða stýrirásir.
3. Nota skal strengskó eða hulsur á margþættar taugar við tengingar í kössum og annars staðar sem þörf er á.
4. Setja skal skilti með upplýsingum um spennu kerfis í að altöflu húss. Merkja skal allan töflubúnað greinilega. Setja skal skilti við jarðtengiklemmu á vatns inntaki eða við þann stað sem tenging jarðskautstauga er gerð.

Raflagnir

Rafverktaki skal sjá um frágang sökkulskauts, sé það notað, það sama gildir um spennujöfnunartaugar. (Sjá [TTR](#) og ÍST 200:2006-kafla 54 um gildleika þeirra.)

5. Gæta skal þess, að leggja vírenda ávallt undir skrúfu í rétta átt.

D

1. Draga skal í og tengja áður en fullmálað er, svo og setja upp rafbúnað ef R/T lok eru laus. Skal þá setja pappír yfir búnaðinn til varnar málningsrættum.
2. Setja skal rafbúnað með föstu m lokum og lok á búnað með lausum lokum í verklok.
3. Sé rafbúnaður ekki settur upp að ídrætti loknum, skal leggja taugaenda snyrtilega inn í dósir og þeim lokað til bráðabirgða.
4. Þegar loki ð er tengingu í loftdós, skulu vírendar ein angraðir bakvið loftlok. Ekki má festa lampahöldu beint á ídráttartaugar, nota skal mjúka lampataug og festa með togfestum í loftlok og lampahöldu. Gera skal ráð fyrir 150mm löngum vírendum sem tengjast við ídráttartaugar fyrir hvert ljós. Á alla vírenda skulu sett tengi.

E

1. Nota skal litamerkingu á taugum þar sem því verður við komið. Þar sem sverar taugar eru ekki til í nægjanlega mörgum litum skal merkja með ádragi. Skal þá merkja alla enda.

Raflagnir

2. Í verklok skal prófa virkni lagnar og búnaðar.
Sérstaklega virkni hlífðartauga og varast hugsanlega víxlun.
3. Draga skal nælonþráð eða annað jafn gott í allar tómar pípur.
4. Lampar, búnaður eða tæki sé þannig fest að auðvelt sé að losa festingar.
5. Utanálíggjandi lagnir skulu vera a.m.k. í gólflistahæð.

Raflagnir

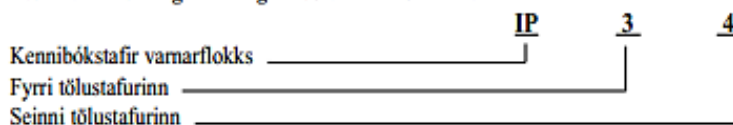
Viðauki II

Verndarstig rafbúnaðar

















Þessi mynd er úr [Gulu síðum](#) Reykjavells og sýnir IP-flokkun á verndarstigi rafbúnaðar.

FLOKKUN VARNA GEGN SNERTINGU, RYKI OG VATNI

Dæmi um merkingu raffanga með varnarflokki IP:



Fyrri tölustafurinn fyrir aftan bókstafina IP táknar vörn gegn því, að spennuhafa eða hreyfanlegir hlutir innan umlykju raffangsins verði snertir. Ennfremur táknar hann vörn gegn innkomu aðskotahluta og ryks í raffangið. Seinni tölustafurinn táknar vörn gegn innrennsli vökva. T.d. táknar IP 67, að raffangið sé rykþétt og vatnsþétt. Sé bókstafurinn X í stað fyrri tölustafsins, er aðeins tilgreind vatnsvörn, en sé bókstafurinn X í stað seinni tölustafsins, er aðeins tilgreind vörn gegn föstum hlutum og ryki.

0		Án varnar	0		Án varnar
1		Vörn gegn föstum hlutum yfir 50 mm Ø, t.d. gegn óviljandi snertingu með hendi.	1		Dropavörn Vörn gegn lóðrétt fallandi dropum. Þéttvatn eða leki má ekki valda skaða.
2		Vörn gegn föstum hlutum yfir 12,5 mm Ø, t.d. gegn óviljandi snertingu með fingrum.	2		Vörn gegn dropum við allt að 15° halla.
3		Vörn gegn föstum hlutum yfir 2,5 mm Ø, t.d. vir eða verkfæri.	3		Regnvörn Vörn gegn ýrun (regni) með innfall allt að 60° frá lóðréttu. Regn má ekki valda skaða.
4		Vörn gegn föstum hlutum yfir 1 mm Ø, t.d. grönnum vir eða smáverkfæri.	4		Skvettvörn Vörn gegn ýrun og skvettum, úr öllum áttum.
5		Rykvörn Vörn gegn ryki. Ryksöfnun inni í búnaði má ekki geta valdið truflun.	5		Sprautvörn Vörn gegn vatni sem sprautað er úr hvaða átt sem er.
6		Rykþétt Algjör vörn gegn ryki.	6		Vörn gegn vatngusum og sjávangangi (m.a. á skipum).
			7		Vatnsþétt Vörn þétt hlutum sé dýft í vatn.
			8		Þrýstivatnsþétt Vörn þétt hlutum sé sökk á tiltekið dýpi í lengri tíma.

Raflagnir

Viðauki III

Val á skrúfnipplum

Samkvæmt EN staðli (CENELEC) eru allir skrúfnipplar með millimetra gengjum frá og með 1. janúar 2000. Allir framleiðendur rafbúnaðar skulu miða við notkun hina nýju gerð nippla frá 1. janúar 2001. Meðfylgjandi tafla sýnir hvaða gerðir nippla skal nota fyrir mismunandi gild leika af strengjum. Almennt verða PG-nipplar ekki á markaði í framtíðinni en framleiðendur hafa sett á markað skrúfnippla (breytinippla) sem gera fært að nota millimetra nippla við eldri rafbúnað með PG-skrúfgengjum.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
bverná strengs i mm																																												
PG 44 = 37-44 mm																																												
PG 42 = 32 - 38 mm																																												
PG 38 = 22 - 32 mm																																												
PG 28 = 18 - 25 mm																																												
PG 21 = 13 - 18 mm																																												
PG 16 = 10 - 14 mm																																												
PG 13,5 = 6 - 12 mm																																												
PG 11 = 5 - 10 mm																																												
PG 9 = 4 - 8 mm																																												
PG 7 = 3 - 6,5 mm																																												
PG 5 = 3 - 6,5 mm																																												
PG 3 = 3 - 6,5 mm																																												
M 63 = 37 - 44 mm																																												
M 50 = 32 - 38 mm																																												
M 40 = 22 - 32 mm																																												
M 32 = 18 - 25 mm																																												
M 25x = 9 - 18 mm																																												
M 20x = 10 - 14 mm																																												
M 20 = 6 - 12 mm																																												
M 16x = 5 - 10 mm																																												
M 16 = 4 - 8 mm																																												
M 12 = 3 - 6,5 mm																																												
bverná strengs i mm																																												
bverná strengs i mm																																												


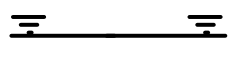
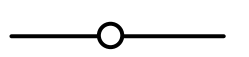
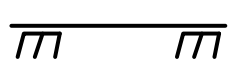

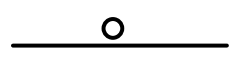
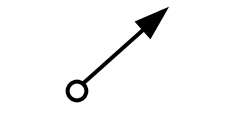
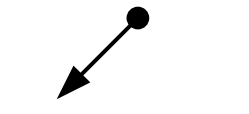
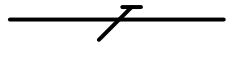



Raflagnir

Viðauki IV

Raflagnatákn

Eftirtalin tákn og táknstafir eru notuð á raflagnateikningum til þess að lýsa tegund raftauga, gerð lagnar og rafbúnaðar. Á myndinni eru nokkur dæmi um tákn í raflögnum, flest samkvæmt ÍST EN 60617.

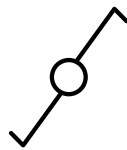
Lagnir og taugar

	Lausataug
	Jarðstrengur
	Loftlína
	Áfelld lögn
	Innfelld lögn
	Pípulögn
	Lögn upp
	Lögn niður
	Varnarleiðari (PE)
	Núllleiðari (N)
	Varnarnúllleiðari (N)
	Lögn með L1, L2, L3, N og PE

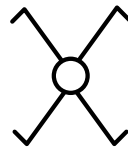
Raflagnir

Rofar

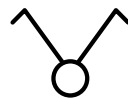
Einfaldur rofi



Samrofi



Krossrofi



Krónurofi



Ljósdeyfir, dimmer



Þrýstirofi
















Tvöfaldur þrýstirofi



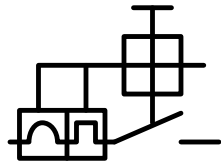
Þrýstirofi með gaumljósi

Raflagnir

Tenglar og lampar

-  Einfaldur tengill án varnarsnertu
-  Einfaldur tengill með varnarsnertu
-  Þrífasa tengill
3N
-  Tengill með rofa (sambyggt)
-  Tengill með tvípólarofa og læsibúnaði
-  Lampastæði í lofti
-  Lampastæði í vegg
-  Lampastæði fyrir neyðarljós
-  Lampi, almennt tákn
-  Ljóskastari
-  Tengidós í lofti
-  Tengidós í vegg 

Raflagnir

Ýmis tákn

Hreyfirofi, mótorrofi



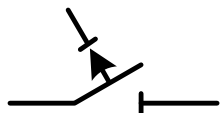
Ræsir, hér Y/D ræsir



Varrofi



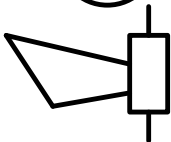
Sjálfvar



Lekastraumsrofi



Tengistaður varnarleiðara (PE)



Hljóðgjafi, flauta



Bjalla



Stöð í kallkerfi, dyrasími



Rafstýrð dyralæsing



Tengill í fjarskiptakerfi, sími



Tengill í loftnetskerfi

Raflagnir

Viðauki V

Dæmi um eldvarnarveggi, hæðarskil og eldvarnarhurðir [153.BR1](#)

Eftirfarandi viðauki er frá Mannvirkjastofnun og var yfirfarinn þar í ágúst 2014. Hann er byggður á leiðbeiningu nr 153.BR1 frá Brunamálastofnun ríkisins 1999.

Viðaukinn er í endurskoðun hjá Mannvirkjastofnun og mun verða uppfærður þegar nýr liggur fyrir.

Dæmi um brunahólfandi veggj, hæðarskil og brunahólfandi hurðir

Veggir og hæðaskil skv. dæmunum hér á eftir teljast uppfylla kröfur um brunamótstöðu með eftirfarandi takmörkunum:

- a. Hámarkshæð veggja er 3,0 m. Sé hæðin meiri, þarf að styrkja vegginn frekar og sýna fram á með útreikningum að styrkur hans sé fullnægjandi.
- b. Einangrun skal vera þéttull eða sambærileg steinullareinangrun með rúmþyngd a.m.k. 30 kg/m³ (nema annað sé tekið fram).
- c. Einangrun skal festa eins og sýnt er á skýringarmyndunum.
- d. Í dæmunum er reiknað með spónaplötum með rúmþyngd a.m.k. 600 kg/m³. Í stað 12 mm spónaplatna má nota aðrar plötur sem eru viðurkenndar sem klæðning í flokki 1 eða 2 og hafa a.m.k. jafnmikla brunamótstöðu.
- e. Í stað 13 mm gifsplatna má nota aðrar plötur í flokki 1 með sömu eða meiri brunamótstöðu.
- f. Gifsplötur skal festa með þar til gerðum skrúfum. Aðrar plötuklæðningar má negla með 38 mm saum c/c 150 mm á jöðrum en c/c 200 á miðju. Ekki má nota hefti til að festa plöturnar.
- g. Klæðningarplötur skal alltaf skeyta á stoðum / bitum, bæði lóðrétt og lárétt.
- h. Þar sem klæðning er tvöföld, skal víxla plötusamskeytum þannig að aðeins séu ein skeyti á hverri stoð.
- i. Í E30 gluggaveggjum er hámarksstærð rúðu 1,0 m (breidd) x 1,5 m (hæð). Karmar séu úr stáli eða tré. Þykkt timburpósta a.m.k. 40 mm.

Kröfur til klæðningar eru í dæmunum einvörðungu miðaðar við brunamótstöðu byggingarhlutans. Auknar kröfur til klæðninga á veggjum og loftum kunna að vera gerðar vegna notkunar viðkomandi rýmis. Athugið að veggir sem uppfylla kröfur um brunamótstöðu, t.d. EI-90 milli íbúða, uppfylla ekki sjálfkrafa kröfur um hjóðeinangrun milli íbúða.

Brunahólfandi hurðir (eldvarnarhurðir) skulu uppfylla danskan staðal DS 1052.2 „Brandteknisk klassifikation. Døre. Modstandsevne mod brand“ eða samsvarandi norrænan staðal.

Eldvarnarhurðir skulu hafa tegundarviðurkenningu frá Brunamálastofnun ríkisins og vera merktar með nafni framleiðanda, brunamótstöðu og viðurkenningarnúmeri. Hurðir sem eru smíðaðar skv. eftirfarandi leiðbeiningum þurfa þó ekki tegundarviðurkenningu, en þær skal merkja með nafni framleiðanda og brunamótstöðu. Merkin skulu vera í samræmi við leiðbeiningar sem Brunamálastofnun ríkisins gefur út. Sjá skýringarmynd af merkingu hurða.







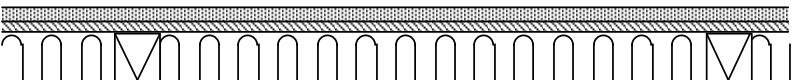
Dæmi um festingu einangrunar í brunahólfandi byggingarhluta

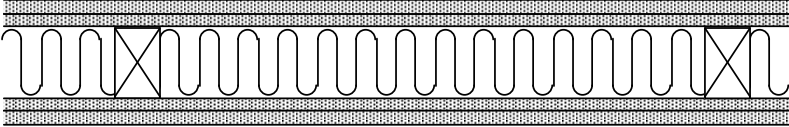
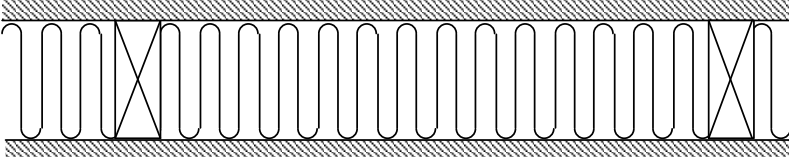
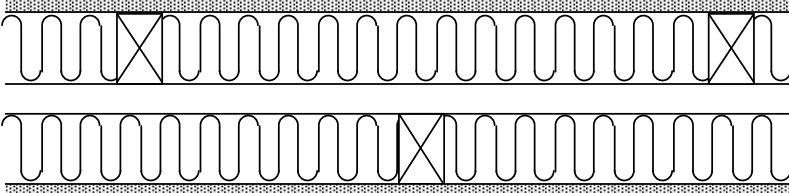
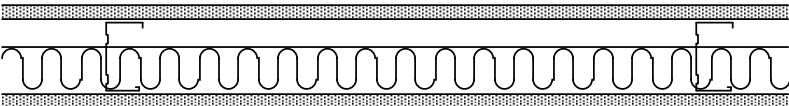
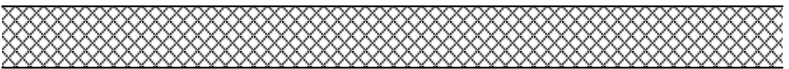
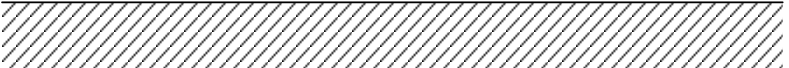

	<p>2 mm stálvír c/c 300 mm eða 19 mm borð með 200 mm fríu millibili, fest í bita eða stoðir með a.m.k. 50 mm saum. Ekki má nota hefti.</p>
<p>Mynd 1 Festing</p>	<p>Mynd 1 Festing</p>

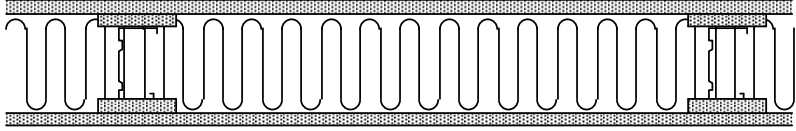
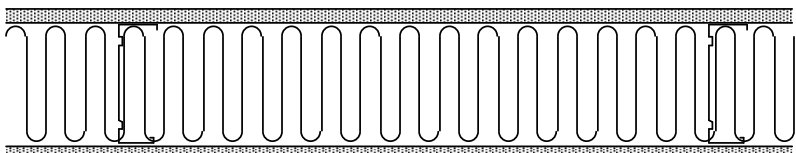
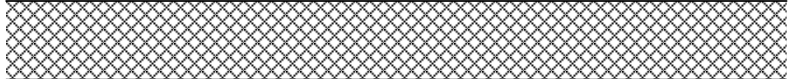

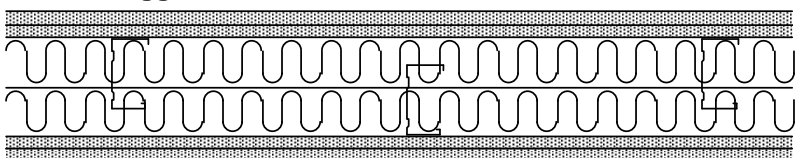
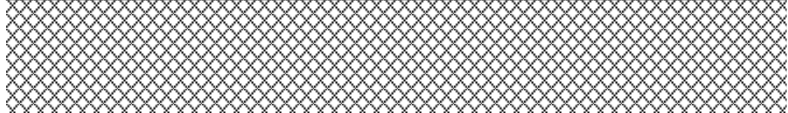
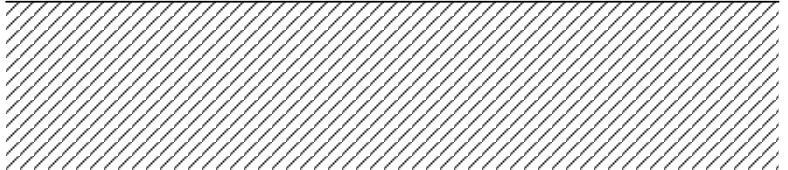
	<p>Minnst 50 mm saumur með 300 mm millibili. Má einungis nota í lóðréttu byggingarhluta.</p>
	<p>Minnst 40 mm skrúfur með 300 mm millibili. Notast í veggi með blikkstoðum.</p>

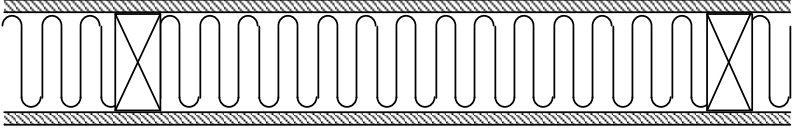
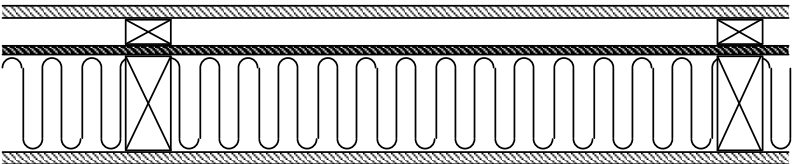
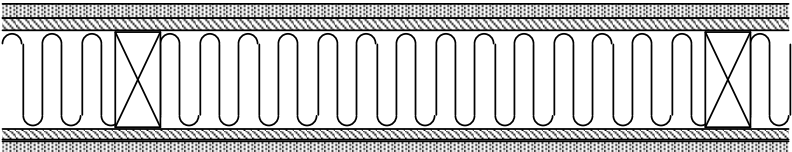
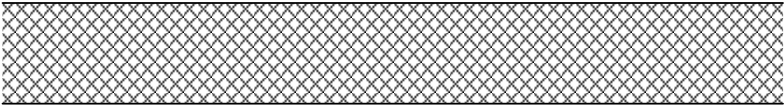
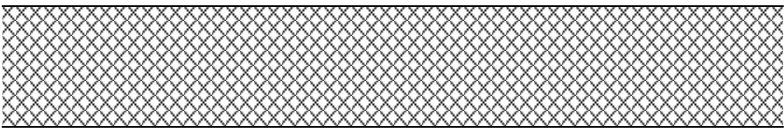
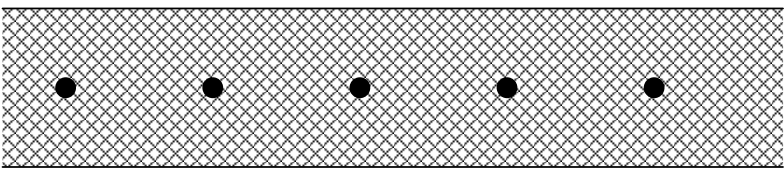
Mynd 1 Festing einangrunar í veggi

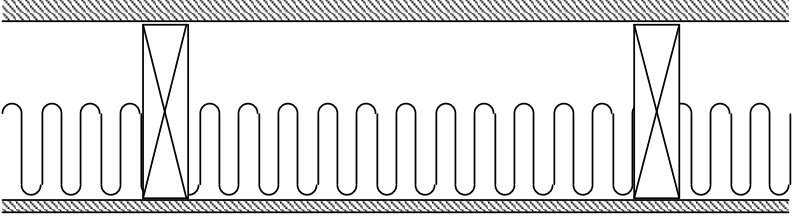
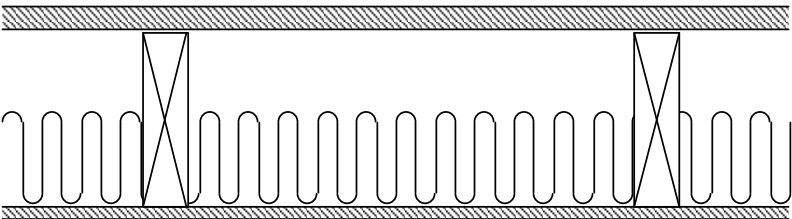
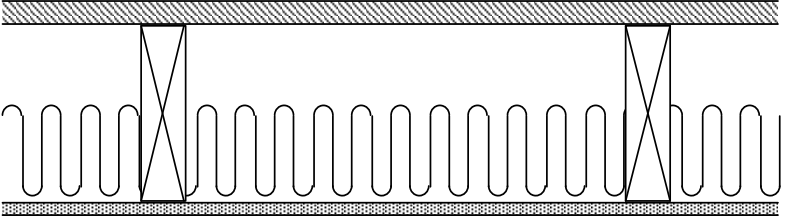
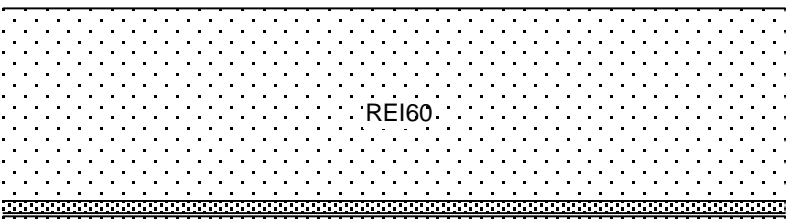
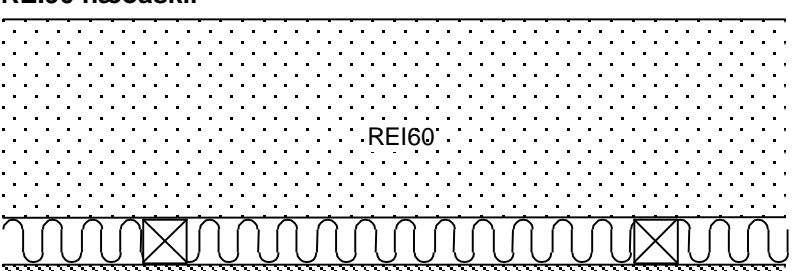
Dæmi um brunahólfandi veggir og hæðaskil

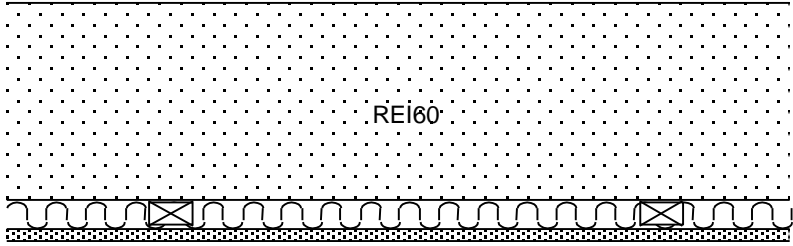
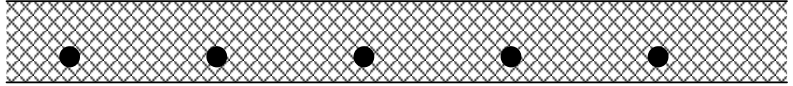
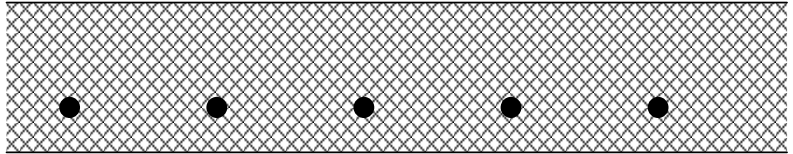
Brunahólfandi veggir, ekki berandi	Yfir- borð	Lýsing
<p>EI30 veggur</p> 	Fl. 1	Grind 45x45 c/c 600 Klæðning 13 mm gifs
<p>EI30 veggur</p> 	Fl. 2	Grind 45x45 c/c 600 50 mm þéttull Klæðning 12 mm spónapl.
<p>EI30 veggur</p> 	Fl. 2	Grind 45x45 c/c 600 Klæðning 2x12 mm spónapl.
<p>EI60 veggur</p> 	Fl. 1	Grind 45x70 c/c 600 75 mm þéttull Klæðning 13 mm gifs
<p>EI60 veggur</p> 	Fl. 1	Grind 45x70 c/c 600 Klæðning 2x13 mm gifs
<p>EI60 veggur</p> 	Fl. 2	Grind 45x95 c/c 600 100 mm þéttull Klæðning 12 mm spónapl.
<p>EI90 veggur</p> 	Fl. 1	Grind 45x95 c/c 600 100 mm þéttull Klæðning 10 mm spónapl. + 13 mm gifs

<p>EI90 veggur</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>Grind 45x70 c/c 600 75 mm þéttull Klæðning 2x13 mm gifs</p>
<p>EI90 veggur</p> 	<p>Fl. 2</p>	<p>Grind 45x120 c/c 600 125 mm þéttull Klæðning 22 mm spónapl.</p>
<p>EI90 veggur</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>Tvöföld grind 45x70 c/c 600 75 mm þéttull 30 mm loftbil Klæðning 13 mm gifs</p>
<p>A-EI30 veggur</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>Blikkstoðir 35x70 c/c 600 50 mm þéttull Klæðning 13 mm gifs</p>
<p>A-EI30 veggur</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>Steyptur veggur 60 mm</p>
<p>A-EI30 veggur</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>Hlaðinn vikurveggur 70 mm</p>
<p>A-EI60 veggur</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>Blikkstoðir 35x70 c/c 600 Klæðning 2x13 mm gifs</p>

<p>5.2. A-EI60 veggur</p> 	<p>Fl. 1 Blikkstoðir 35x70 c/c 600 Gifsrenningar 13x80 mm yfir stoðum 100 mm þéttull Klæðning 13 mm gifs</p>
<p>5.3. A-EI60 veggur</p> 	<p>Fl. 1 Blikkstoðir 35x120 c/c 600 125 mm þéttull Klæðning 13 mm gifs</p>
<p>5.4. A-EI60 veggur</p> 	<p>Fl. 1 Steyptur veggur 80 mm</p>
<p>5.5. A-EI60 veggur</p> 	<p>Fl. 1 Hlaðinn vikurveggur 100 mm</p>
<p>6.1. A-EI120 veggur</p> 	<p>Fl. 1 Blikkstoðir 35x70 c/c 300 2x50 mm þéttull Klæðning 2x13 mm gifs</p>
<p>6.2. A-EI120 veggur</p> 	<p>Fl. 1 Steyptur veggur 120 mm</p>
<p>6.3. A-EI120 veggur</p> 	<p>Fl. 1 Hlaðinn vikurveggur 170 mm</p>

Brunahólfandi og berandi veggir	Yfirborð	Lýsing
<p>7.1. REI30 veggur</p> 	<p>Fl. 2</p>	<p>Grind 45x95 c/c 600 100 mm þéttull Klæðning 12 mm spónapl.</p>
<p>7.2. REI30 útveggur</p> 	<p>Fl. 2</p>	<p>Grind 45x95 c/c 600 100 mm þéttull Innri klæðning í fl. 2 Vindþétting t.d. útigífs Útiklæðning í fl. 2 (með eða án lista) eða viðurkennd útveggjklæðning</p>
<p>8.1. REI60 veggur</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>Grind 45x95 c/c 600 100 mm þéttull Klæðning 12 mm spónapl. + 13 mm gífs</p>
<p>9.1. A-REI30 veggur</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>Steyptur veggur 100 mm</p>
<p>10.1. A-REI60 veggur</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>Steyptur veggur 120 mm</p>
<p>11.1. A-REIM120 eldvarnarveggur</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>Steyptur veggur 160 mm, járnbentur Steypuhula á járnnum a.m.k. 30 mm</p>

Brunahólfandi hæðaskil	Yfirborð	Lýsing
<p>12.1. REI30 hæðaskil</p> 	<p>Fl. 2</p>	<p>Burðarbitar a.m.k. 45x170 c/c ≤ 600 100 mm þéttull fest upp með 2 mm vír c/c 300 Loftklæðning 12 mm spónapl. Gólfklæðning 22 mm nótuð borð eða spónapl.</p>
<p>13.1. REI60 hæðaskil</p> 	<p>Fl. 2</p>	<p>Burðarbitar a.m.k. 45x195 c/c ≤ 600 100 mm þéttull fest upp með 2 mm vír c/c 300 Loftklæðning 2x12 mm spónapl. Gólfklæðning 22 mm nótuð borð eða spónapl.</p>
<p>13.2. REI60 hæðaskil</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>Burðarbitar a.m.k. 45x195 c/c ≤ 600 100 mm þéttull fest upp með 2 mm vír c/c 300 Loftklæðning 13 mm gifs Gólfklæðning 22 mm nótuð borðaklæðning eða spónapl.</p>
<p>14.1. REI90 hæðaskil</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>REI60 hæðaskil, og til viðbótar: Loftklæðning 2x13 mm gifs</p>
<p>14.2. REI90 hæðaskil</p> 	<p>Fl. 2</p>	<p>REI60 hæðaskil, og til viðbótar: 50 mm þéttull í trégrind fest upp með 2 mm vír c/c 300 Loftklæðning 2x12 mm spónapl.</p>

<p>14.3. REI90 hæðaskil</p>  <p>REI60</p>	<p>Fl. 1</p>	<p>REI60 hæðaskil, og til viðbótar: Steinullarplötur 100 kg/m³, 25 mm í trégrind festar upp með 2 mm vír c/c 300 Loftklæðning 13 mm gífs</p>
<p>15.1. A-REI60 hæðaskil</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>Steypt plata a.m.k. 80 mm Steypuhula á járnum a.m.k. 25 mm</p>
<p>16.1. A-REI120 hæðaskil</p> 	<p>Fl. 1</p>	<p>Steypt plata a.m.k. 150 mm Steypuhula á járnum a.m.k. 45 mm</p>

Útreikningur á brunamótstöðu léttra veggja

Nýrri upplýsingar um útreikning á brunamótstöðu léttra veggja er hægt finna í [bæklingi frá Steinullarverksmiðjunni](#), bls 13-15, sem getið er um í heimildum.

Brunamótstöðu (BM) léttra, ekki berandi, plötuklæddra grindarveggja má reikna eftir formúlunni

$$BM = \Sigma b - K_S \text{ (mínútur)}$$

þ.e. með því að leggja saman brunamótstöðu einstakra laga veggjarins og draga frá leiðréttingartölu (K_S) sem er háð gerð uppistaðanna.

Sé veggurinn með einangrun sem er tryggilega fest þannig að hún heldur stöðugleika sínum í bruna, hefur einangrunin áhrif á plötunar sem eru á bak við, á þann veg að brunamótstaða einangrunarinnar bætist við brunamótstöðu bakplötunnar.

$$\Sigma b = \Sigma b_f + b_e + \Sigma b_b$$

Brunamótstaða framplötu (þ.e. eldmegin) er

$$b_f = b_0 \text{ sem er brunamótstaða plötunnar einnar skv. prófun (mín.)}$$

Brunamótstaða einangrunar er

$$b_e = a \times t \text{ (mín.) þar sem } a \text{ ákvarðast við prófun}$$

Brunamótstaða bakplötu (þ.e. þeim megin sem veit frá eldinum) er

$$b_b = b_0 + b_e$$

þ.e. fyrir bakplötuna leggst mótstaða einangrunar við mótstöðu plötunnar einnar.

Ósamhverfir veggir geta haft tvö konar brunamótstöðu, eftir því hvoru megin brennur.

Tafla 1: Brunamótstaða plötuklæðninga

Gerð	Þykkt mm	b ₀ mín.
Spónaplötur ≥ 600 kg/m ³	10	11
	12	14
	16	19
	19	23
	22	26
Krossviður ≥ 500 kg/m ³	8	8
	12	15
	25	30
Trétrefjaplötur ≥ 800 kg/m ³	8	11
	12	18
Gifsplötur 800 kg/m ³	9	14
	13	20
Trefjagífs 1150 kg/m ³	13	20

Tafla 2: Brunamótstaða einangrunar

Gerð	a mín/mm
Þéttull ≥ 30 kg/m ³	0,15
Steinullarplötur ≥ 40 kg/m ³	0,20

Tafla 3: Frádráttur vegna stoða

Gerð	K _s mín.
Timburstoðir ≥ 45 mm breiðar	0
Stál - eða blikkstoðir	20

Forsendur fyrir að nota megi ofangreinda reikniáðferð eru að veggurinn sé ekki hærri en u.þ.b. 3 m og festur í byggingarhluta með meira brunapoli. Ennfremur að einangrun og plötuklæðningar séu tryggilega fest.

Dæmi um notkun aðferðarinnar eru á næstu blaðsíðu.

Heimild:

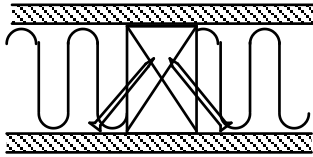
O. Harpöth, O. Kongslöv: „Lette væggers brandmodstandsevne“, Brandværn 8/1986.

Brunamálastofnun ríkisins

www.steinull.is Bæklingurinn “Brunavörn. Steinull til einangrunar í byggingum,” Steinull hf, 2009.

Dæmi 1:

Timburuppistöður 45x70, þéttull 70 mm, klæðning beggja vegna 12 mm spónaplata.

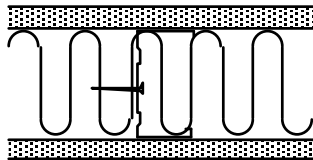


Spónaplata	$b_f =$	14 mín.
Einangrun	$b_e = 0,15 \times 70 =$	10 mín.
Spónapl.	$b_b = 14 + 10 =$	24 mín.
Stoðir	$K_S =$	<u>0 mín.</u>
Samtals:	BM =	48 mín.

Veggurinn flokkast sem **EI30**.

Dæmi 2:

Blikkstoðir 70 mm, þéttull 70 mm, klæðning beggja vegna 13 mm gifs.

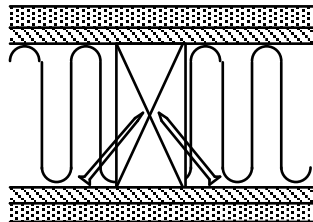


Gifsplata	$b_f =$	20 mín.
Einangrun	$b_e = 0,15 \times 70 =$	10 mín.
Gifsplata	$b_b = 20 + 10 =$	30 mín.
Stoðir	$K_S =$	<u>-20 mín.</u>
Samtals:	BM =	40 mín.

Veggurinn flokkast sem **A-EI30**.

Dæmi 3:

Timburuppistöður 45x95, þéttull 95 mm, klæðning hvoru megin 10 mm spónapl. + 13 mm gifs.

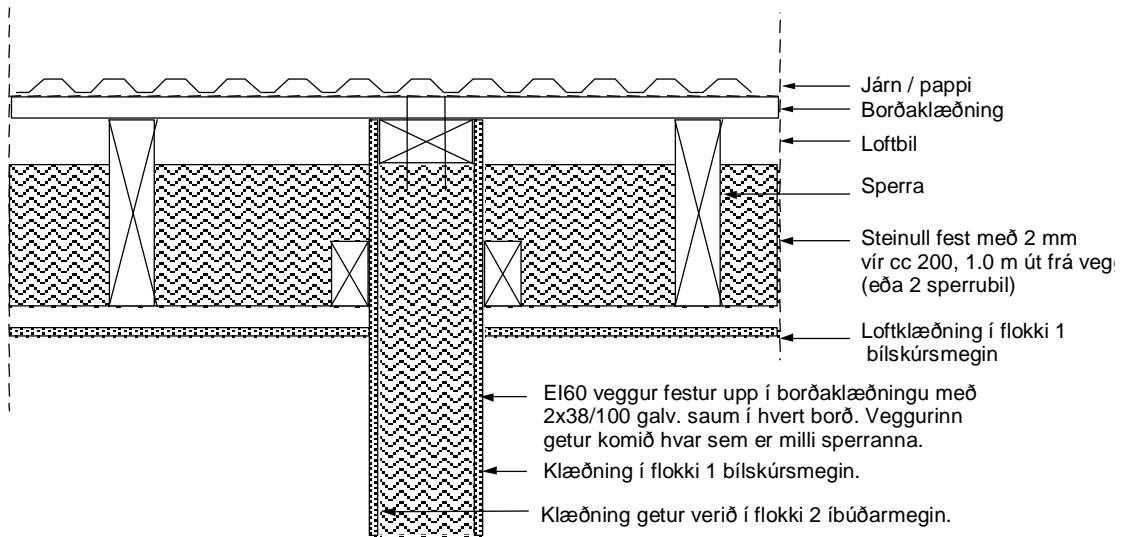


Gifsplata	$b_f =$	20 mín.
Spónaplata	$b_f =$	11 mín.
Einangrun	$b_e = 0,15 \times 95 =$	14 mín.
Spónaplata	$b_f = 11 + 14 =$	25 mín.
Gifsplata	$b_b = 20 + 14 =$	34 mín.
Stoðir	$K_S =$	<u>0 mín.</u>
Samtals:	BM =	104 mín.

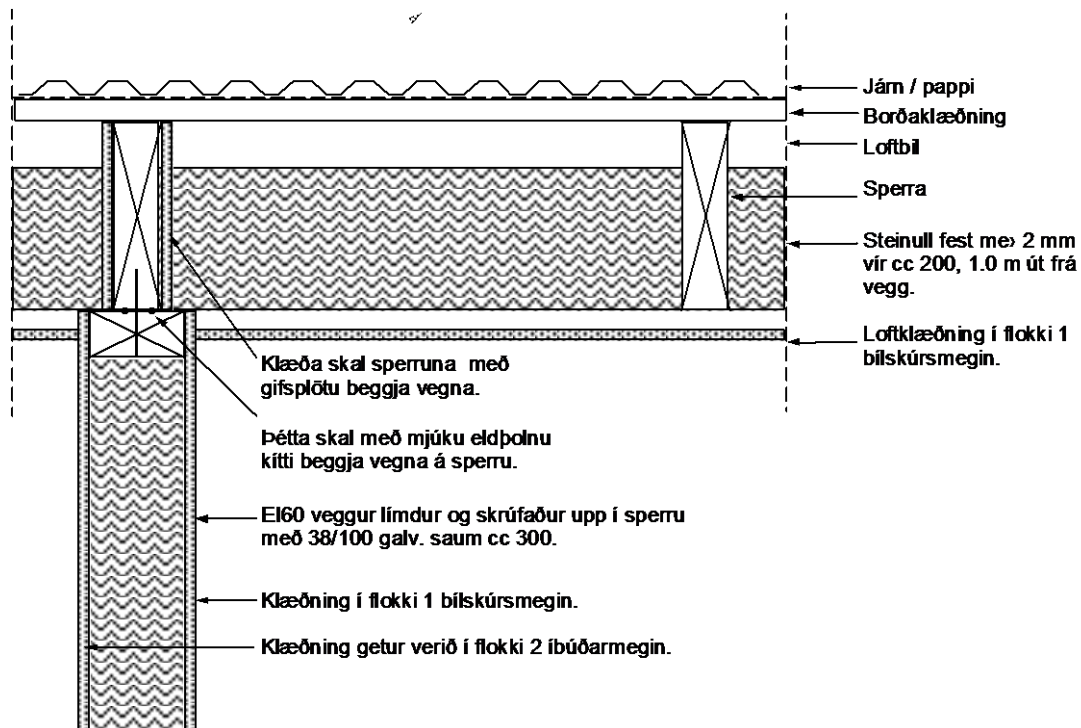
Veggurinn flokkast sem **EI90**.

Dæmi um frágang brunahólfandi veggja við þak

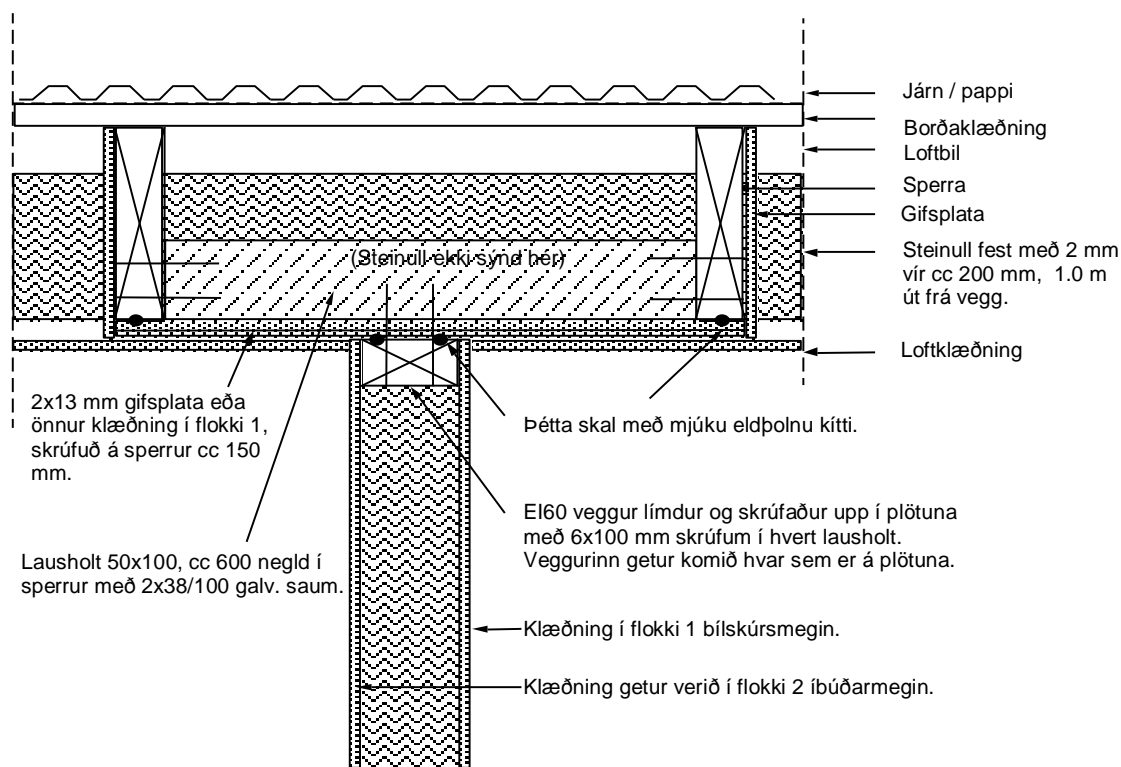
Dæmin hér á eftir sýna heppilegan frágang á brunahólfandi vegg.



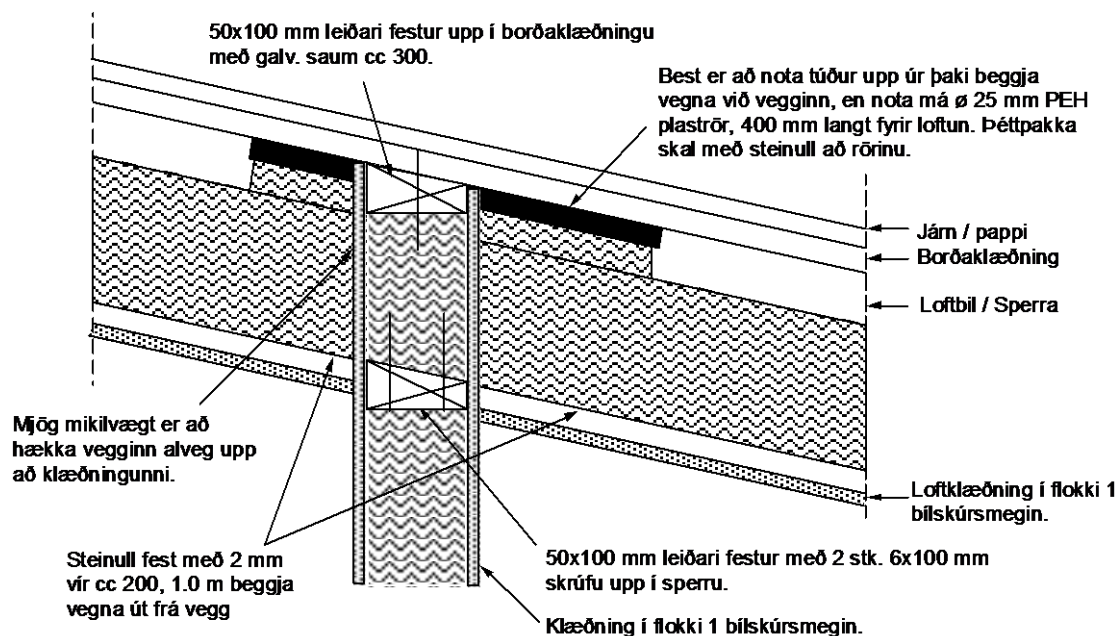
Mynd 2 Frágangur á EI vegg við þak. Veggurinn er á milli sperra og samsíða þeim.



Mynd 3 Frágangur á EI60 vegg. Veggurinn er undir sperru

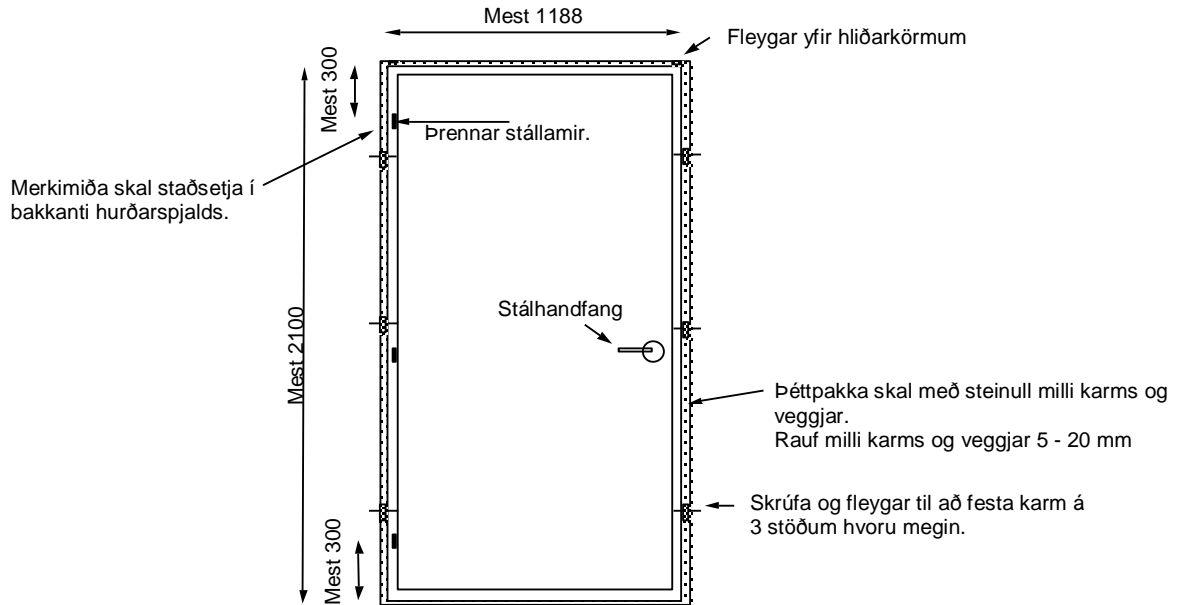


Mynd 4 Frágangur á Ei60 vegg við þak. Veggurinn kemur á lausholt og klæðningu á milli sperra.



Mynd 5 Frágangur á Ei60 vegg við þak. Veggurinn liggur þvert á sperrur.

Brunahólfandi hurðir



Merking hurða sem hlotið hafa tegundarviðurkenningu Mannvirkjastofnunar

Flokkun hurðar.	→	Hurð EI 30-CS
Grundvöllur	→	Viðurkenning Mannvirkjastofnunar nr. 2014.xx.xxxx
Nafn og heimili framleiðanda (tilbúið dæmi)	→	Framleiðandi: Trésmiðjan mín ehf. Ervallaslóð 8 999 Suðurey

Skýringar:

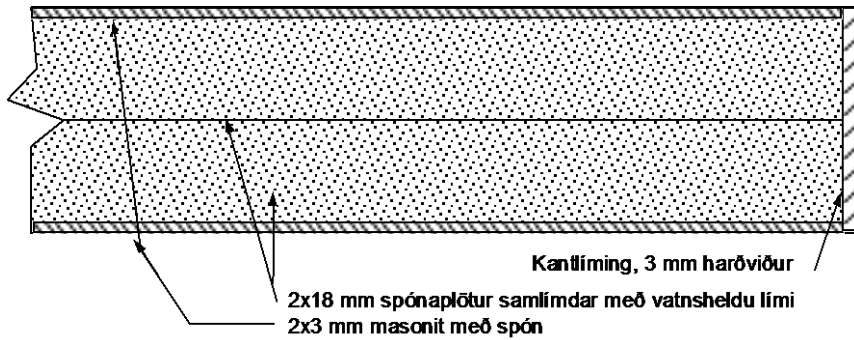
Allar A-EI-, EI -, og E - hurðir skal merkja greinilega á hurðarinnar.

Merkisþjaldið skal vera úr áli eða öðrum málm og vera 30 - mm breitt og 60 - 90 mm hátt.

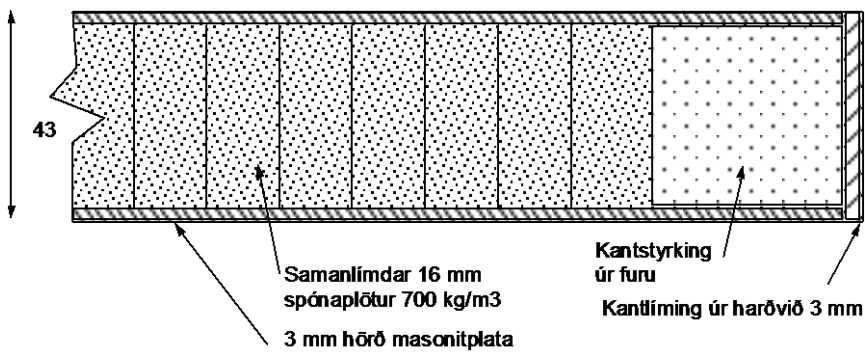
Sþjaldið skal vera fest með nöglum eða límingu, það tryggilega að það eyðileggist verði það fjarlæggt.

Mynd 6 Frágangur á EI- og E- hurðum ásamt merkingum.

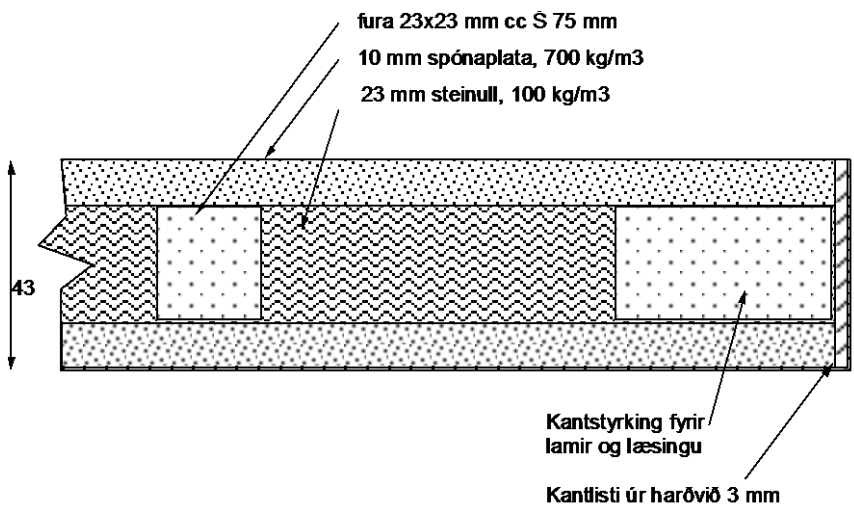
EI30 hurðarblöð



Mynd 7 EI30 hurðarblað úr samlímdum spónaplötum.

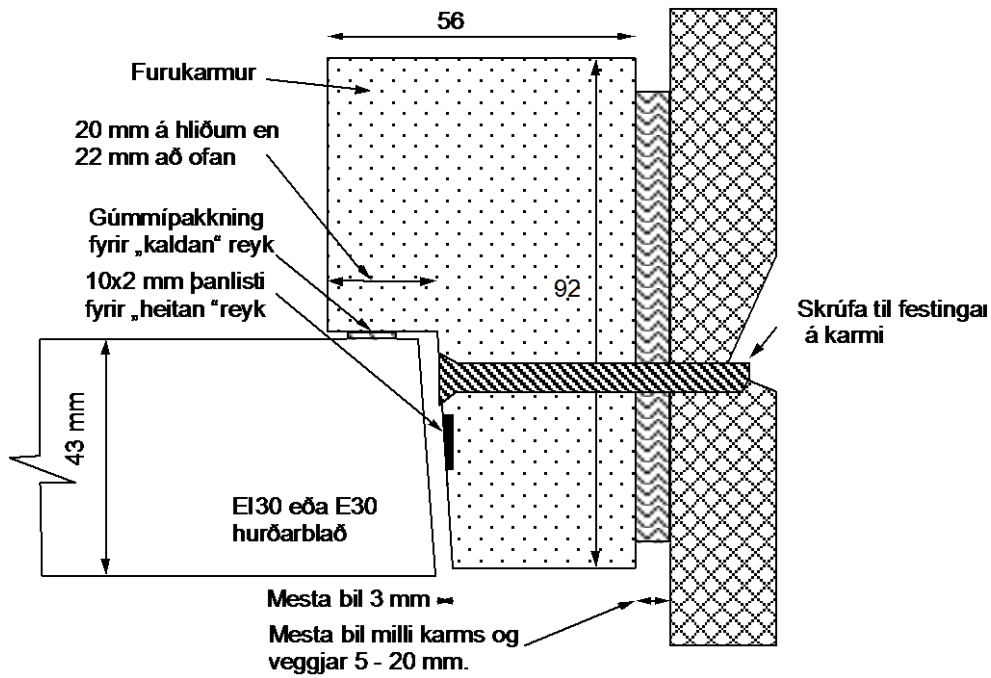


Mynd 8 EI30 hurðarblað úr samlímdum renningum úr spónaplötum.

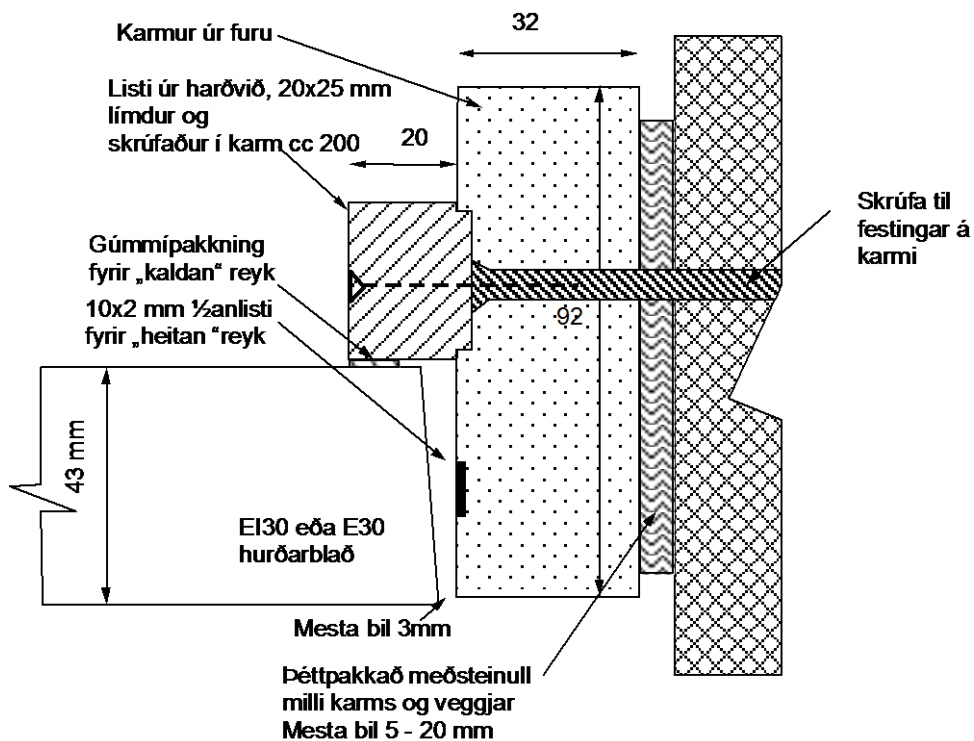


Mynd 9 EI30 hurðarblað út 10 mm spónaplötum með kjarna úr steinull.

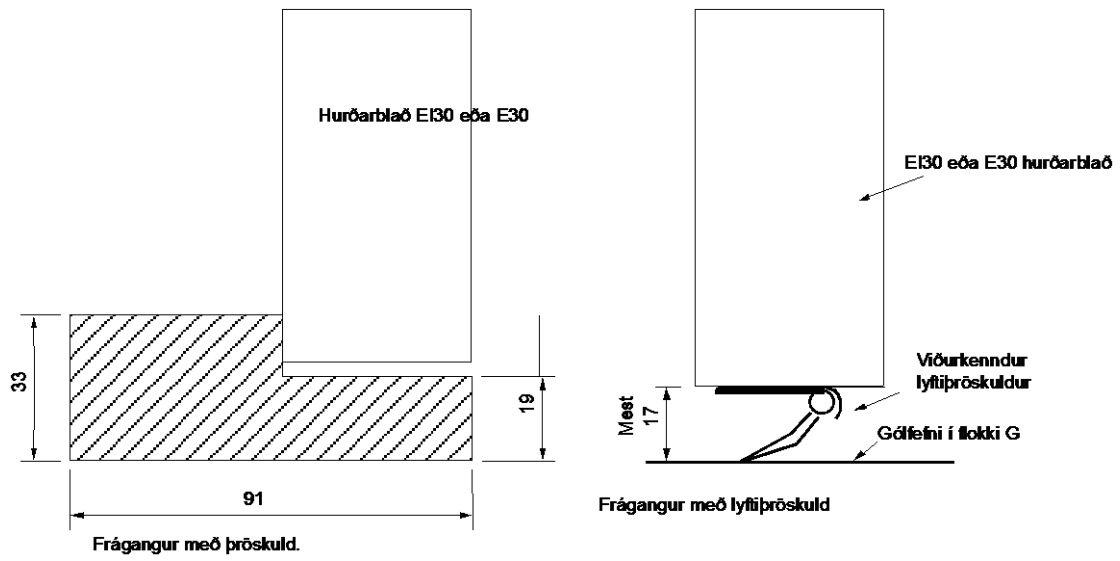
Karmar, þéttingar og frágangur á gleri



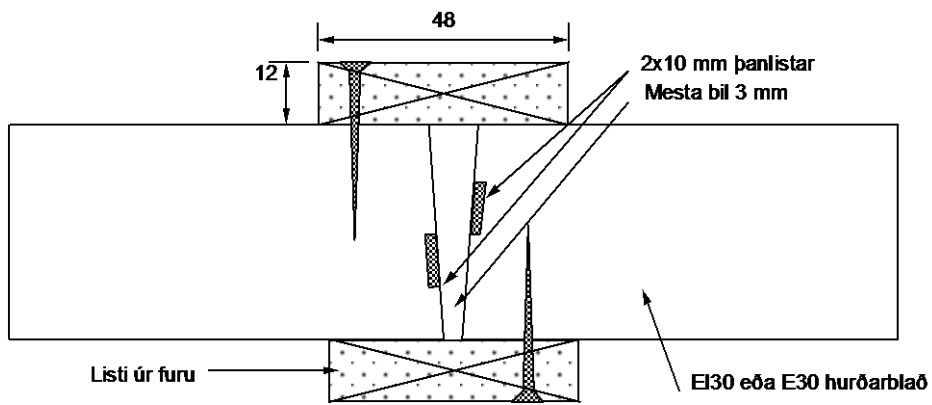
Mynd 10 EI30 eða E30 hurð í heilan karm.



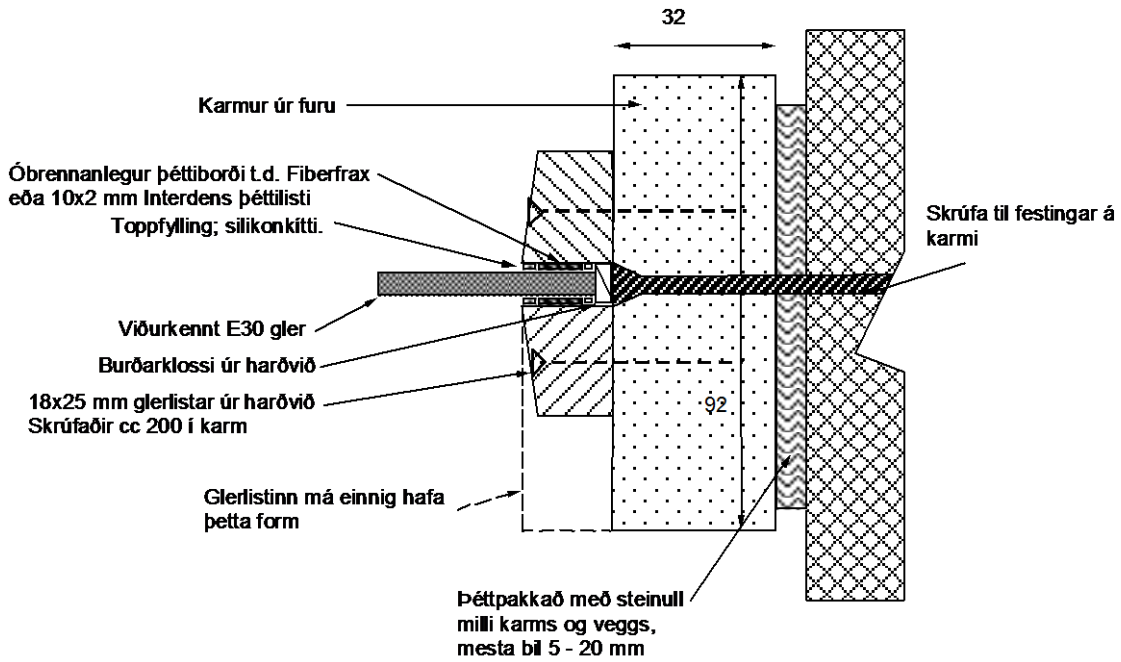
Mynd 11 Karmur fyrir EI30 og E30 hurðir



Mynd 12 Þröskuldar fyrir EI30 og E30 hurðir.



Mynd 13 Þétting milli EI30 og E30 hurðablaða.



Mynd 14 Frágangur á E30 gleri í karm.

Mynd 15 Frágangur á E30 gleri í hurð.

