

Mat á ljósbogahættum

Bjarni Freyr Guðmundsson, rafmagnsverkfræðingur

Verkfræðistofan Verkís, Ofanleiti 2, 103 Reykjavík.

Fyrirspurnir: bfg@verkis.is og snj@verkis.is

INNGANGUR

Umræður um ljósbogahættur í raforkukerfum hafa verið áberandi síðustu árin. Færst hefur í vöxt að fyrirtæki geri kröfur um að raforkukerfi þeirra uppfylli staðla um öryggi á vinnustöðum við ljósbogaatvikum þrátt fyrir að þess sé ekki krafist með lögum. Slys vegna ljósbogaatvika eru sem betur fer ekki algeng á Íslandi en geta valdið verulegum skaða á fólki og mannvirkjum. Að innleiða kröfur staðla um varnir á vinnustöðum gegn ljósbogahættum eykur því rekstraröryggi fyrirtækja og eykur öryggi á vinnustöðum.

Helstu áverkar af völdum ljósbogaslysa eru brunasár, sár vegna sprengjuagna, heymar- og sjónskaði. Að auki getur höggbylgjan við sprenginguna kastað nærstöddum einstaklingi frá atvikastað með tilheyrandi afleiðingum.

Bæði IEEE og NFPA hafa á síðustu árum vakið athygli á þeirri hættu sem stafar af ljósbogaatvikum. Samtökin hafa sameinað krafa sína við að styrkja rannsóknir og prófanir á sviði ljósbogaútreikninga og -varna með það að markmiði að efla þekkingu á fagsviðinu og vekja vitund meðal almennings og fagaðila.

Markmið þessarar greinar er að auka skilning fagaðila á þeim hættum sem stafa af ljósbogaatvikum. Fjallað verður meðal annars um hvernig ljósbogahætta er metin, hvernig ljósbogastraumur er frábrugðin skammhlaupsstraumi og hvaða ráðstafanir eru gerðar til persónuvarna. Að lokum er skoðað hvernig ljósbogastraumur getur blekkt varnarbúnað þar sem áhersla er lögð á mikilvægi þess að reikna með ljósbogastraumi í hönnun.

Hvernig ljósbogahætta er metin

Viðurkennd aðferðafræði við útreikninga á ljósbogastraumi og orkuþéttni ljósboga sem og varnir gegn ljósbogaatvikum er tillögulega ný miðað við 130 ára sögu rafdreifikerfa. Tæknigreinin „*The other electrical hazard: electric arc burns*“ eftir Lee [1] sem gefin er út 1982, gaf til kynna að slys af völdum rafmagns væru að stærstum hluta vegna ljósbogaatvika.

Prettán árum síðar (1995) var gefin út fimmta útgáfa NFPA 70E *Standard for Electrical Safety in the Workplace*, þar var fyrst til sögu kynnt hugtakið nálgunarmörk (e. limits of approach) og orðið ljósbogi (e. arc) kom í fyrsta sinn fram í staðlinum. Í dag fjallar staðallinn ítarlega um þær ráðstafanir sem gera skal til þess að draga sem mest úr áhættu af völdum ljósboga.

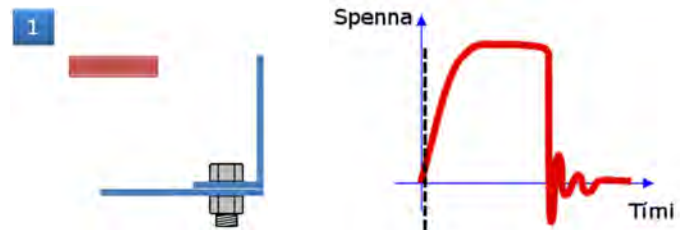
Síðan ljósbogaatvik hafa verið til umræðu sem einn helsti slysaavaldur af völdum rafmagns hafa verið nokkrar kenningar um hvernig eigi að meta hættu af völdum ljósboga og hver mögulegur skaði er hverju sinni. Hinn mikli hiti sem myndast við ljósbogaatvik getur leitt til alvarlega brunasára og jafnvel dauða. Auk hitans getur bráðnuðum málmum rignt yfir þá sem nálægt eru.

Síðustu 30 árin hafa nokkrar aðferðir verið þekktar til þess að meta hættu af völdum ljósbogaatvika. Á sama tíma hafa margar rannsóknir verið gerðar á mun milli fræðilegrar og raunverulegrar (mældri) orkuþéttni, sem er orka á flatarmál sem hlutfall fjarlægðar frá uppruna ljósboga. Í dag er algengast að miða við orku á hvern fersentímetra (cal/cm^2 eða J/cm^2), en það er aðferð sem bæði er viðurkennd af NFPA [2] og IEEE [3]. Árið 2002 gaf IEEE út leiðbeiningar um hvernig hægt væri að áætla hitaorku sem hlutfall af fjarlægð fyrir mismunandi búnað og spennu á einfaldan en skilvirkan hátt.

Munur á ljósbogastraumi og skammhlaupsstraumi

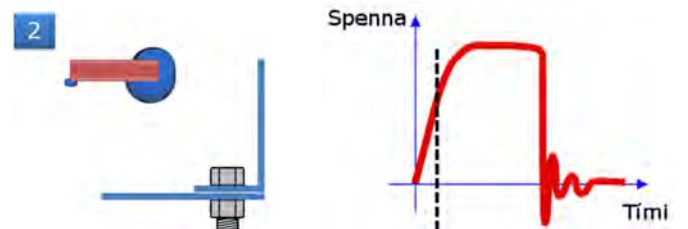
Ljósbogastraumur er frábrugðin skammhlaupsstraumi að því leiti að viðnámi er til staðar í straumleið. Þetta leiðir til þess að ljósbogastraumur er ávallt minni en skammhlaupsstraumur. Í kerfum með spennu undir 1 kV er þessi munur töluverður en fer hverfandi með hærri spennu.

Til að útskýra hvernig ljósbogastraumur myndast og hvert eðli hans er þá er hér að neðan lýsing á mismunandi stigum ljósbogamyndunar í rétttri tímaröð.



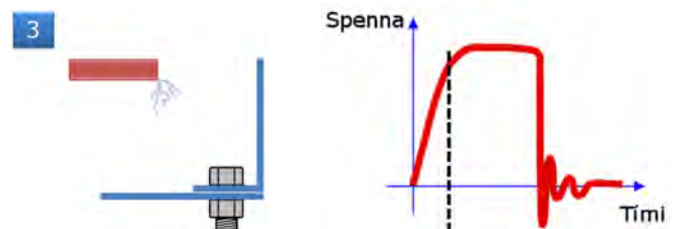
Breyttar forsendur

Breytingar í kerfinu verða til þess að setja af stað ljósbogaatvik: Aukin spennuunur, ryk, raki, tæring, minnkuð einangrunarfjarlægð, breyting á eiginleikum einangrandi gass (lofti).



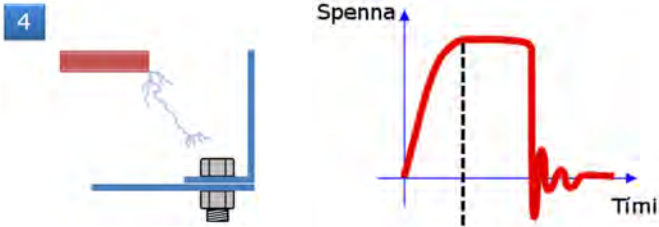
Jónun gass

Spenna verður nógu há til þess að jóna hlutlaust atóm við spennuhafandi punkt/flöt, með því að losa rafeind. Þegar rafeind bindur sig svo aftur við atóm með jákvæða hleðslu losnar orka og við það myndast bláleitur ljómi.



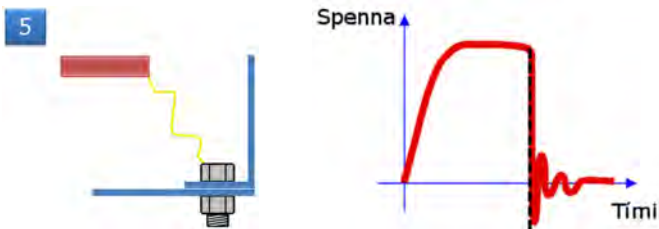
Streymir myndast

Einangrandi gasið (loftið) heldur áfram að jónast í mismunandi áttir og um leið byggist upp hleðsla í jónuðu loftinu.



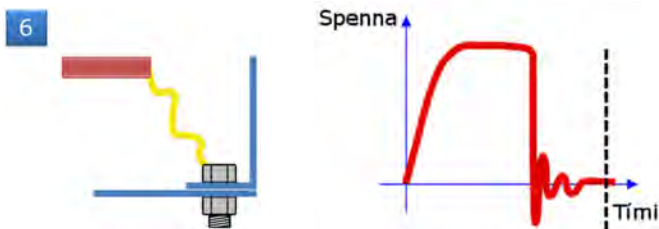
Höfuð-streymir myndast

Armar streymis taka ákveðna stefnu, hér í átt að jarðbundnum bolta inn í skáp.



Afhleðsla

Pegar streymir hefur náð tengingu við jarðtengdan boltann (getur einnig verið við núlltengdan leiðara eða annan fasa), afhlaðast jónir í kringum höfuð-streymi. Einangrun brotnar niður í slóð höfuð-streymis.



Myndun ljósboga

Einangrun milli spennuhafandi leiðara og jarðbundna boltans hefur minnkað töluvert og rafstraumur fer um loftið. Við þetta myndast mikill hiti sem leiðir til útþenslu og sprengingar.

Athuga skal þó að enn er viðnám á milli leiðarana tveggja og því er **ekki** talað um skammhlaupsstraum.

Staðallinn IEEE Std. 1584-2002 sýnir hvernig reikna má út ljósbogastraum fyrir mismunandi kerfi á mismunandi spennu sem hlutfall af skammhlaupsstraum.

Fyrir 400 V kerfi í lokuðum, jarðbundnum skáp má námunda áætlaðan ljósbogastraum sem¹:

$$I_a = 0,9088 \cdot I_{bf}^{0,7882}, \text{ fyrir } 0,7 \text{ kA} < I_{bf} < 106 \text{ kA}$$

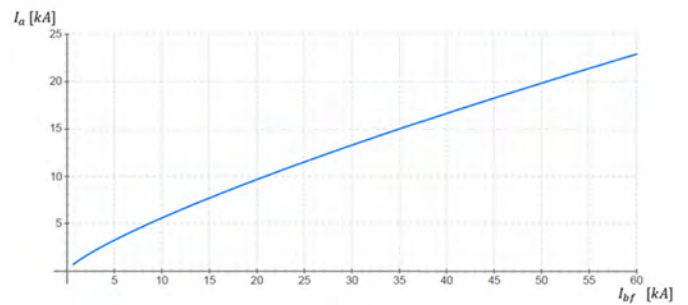
Þar sem I_a er ljósbogastraumur og I_{bf} er skammhlaupsstraumur, báðir gefnir upp í kA.

Frá samhenginu á milli skammhlaups- og ljósbogastraums sem sýnt er hér að ofan má sjá að ljósbogastraumur er ávallt töluvert minni en skammhlaupsstraumur. Þetta má einnig sjá á mynd 1 þar sem þetta samhengi er sýnt á myndrænu formi.

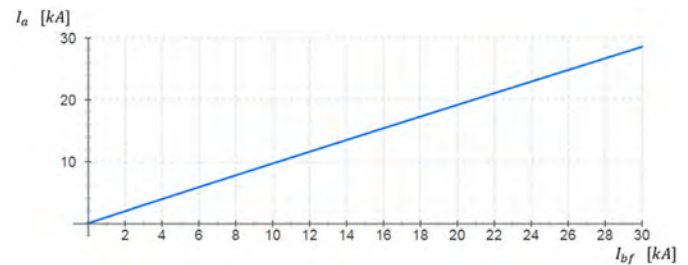
Fyrir kerfi með spennu hærra en 1 kV er munurinn milli skammhlaups- og ljósbogastraums töluvert minni. Ljósbogastraumur í þessum kerfum er áætlaður að vera:

$$I_a = 1,0093 \cdot I_{bf}^{0,983}$$

Eins og má sjá á mynd 2 sem sýnir hlutfall milli ljósbogastraums og skammhlaupsstraums á kerfum með hærri spennu en 1 kV er ekki mikill munur á milli þessara tveggja strauma.



Mynd 1 Samhengi milli skammhlaups- og ljósbogastraums í 400 V lokuðum rofabúnaði.



Mynd 2 Samhengi milli skammhlaups- og ljósbogastraums í kerfum með spennu yfir 1 kV.

Orkuþéttni ljósboga

Rannsóknir síðustu ára hafa leitt í ljós að erfitt er að áætla ljósbogastraum með mikilli nákvæmni, t.d. vegna lofteiginleika hverju sinni [4] [5] [6] [7]. Það þarf því að gera ráðstafanir fyrir skekkju í útreikningum því áætlaður ljósbogastraumur er notaður til að áætla útleysi tíma varnarábúnaðar og þar með orkuna sem leysist út úr kerfinu við ljósbogaatvik.

Varnarábúnaður svo sem varnaliðar og bræðivör hafa ákveðna tímastraum eiginleika sem segja til um hve hratt búnaðurinn bregst við ákveðnum bilanastraumum. Frávik í áætluðum bilanastraum getur haft mikil áhrif á viðbragðstíma varnarábúnaðar. Þar sem orkuþéttni ljósboga er línuleg við viðbragðstíma rofa getur skekkja í áætluðum viðbragðstíma rofa haft áhrif á áætlaða orkuþéttni ljósboga sem er svo aðal grundvöllur áhættugreiningar ljósboga. Þess vegna er einnig reiknað með 85% ljósbogastraum, og þar með lengri útgeysitíma.

Eftir að búið er að finna ljósbogastraum er hægt að áætla orkuþéttni ljósboga. Orkuþéttni ljósboga er síðan notuð til þess að áætla þann skaða sem einstaklingur geta orðið fyrir við ljósbogaatvik. Ljósbogaorka er að stærstum hluta í formi hita og er það eldhafið sem brýst út við ljósbogaatvik sem veldur oftast mestum skaða.

Við útreikninga á ljósbogaorku er tekið tillit til fyrirkomulags kerfis hverju sinni, svo sem; hvort búnaður sé í skáp eða ekki, hvort kerfið sé jarðbundið eða ekki, spennustig, bil milli leiðara og vinnufjarlægð.

Ljósbogaorka er gefin upp í mælieiningunni cal/cm^2 eða J/cm^2 þar sem $1,0 \text{ cal/cm}^2 \approx 4,184 \text{ J/cm}^2$. Sem dæmi þá er áætluð orkuþéttni ljósboga í 400 V dreifiskáp í jarðbundnu kerfi:

$$E = 7,31 \cdot I_a^{1,081} \cdot t$$

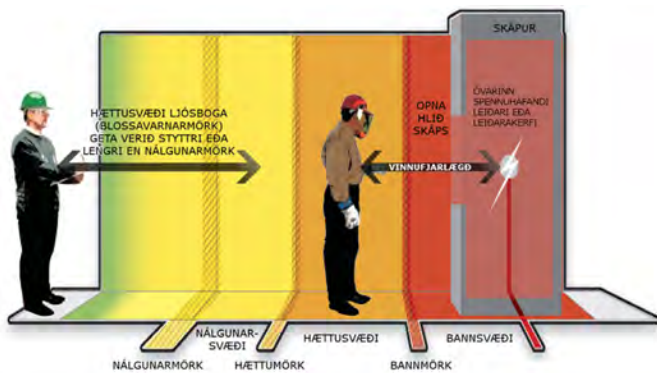
$$E = 7,31 \cdot (20^{1,081}) \text{ kA} \cdot 0,05 \text{ sek} = 9,32 \text{ J/cm}^2 = 2,23 \text{ cal/cm}^2$$

Þar sem t er tíminn sem það tekur varnarábúnað að einangra bilunarstraum.

Ráðstafanir og persónuvarnir

Ýmsar ráðstafanir er hægt að taka til þess að lágmarka skaða sem verður af völdum rafmagns. Ein ráðstöfunin liggur í að skilgreina hættufjarlægðir og þjálfar starfsmenn í að þekkja þessar fjarlægðir. Þessar fjarlægðir ráðast annaðhvort af spennustigi búnaðar (öryggisfjarlægðir vegna raflosts) eða orkuþéttni ljósboga (hættusvæði ljósboga).

1 Hér er aðeins gefið dæmi um 400 V kerfi sem búið er að einfalda með því markmiði að auka skilning á mun ljósbogastraums og skammhlaupsstraums, athuga skal að við útreikninga á ljósbogastraumi skal miða við reiknireglur staðla og þar með kerfisuppyggingu og fyrirkomulag hverju sinni.



Mynd 3: Skilgreining á öryggisfjarlægðum í myndrænu formi.

Á mynd 3 sést myndræn skilgreining á hættusvæði ljósboga ásamt þremur öðrum fjarlægðum sem eru notaðar við mat á hættum við vinnu í nánd við spennuhafandi búnað. Þessar fjarlægðir eru háðar rekstrarspennu búnaðar.

Hættusvæði ljósboga (Blossavarnarmörk): Er það svæði þar sem hitaorka við ljósbogaatvik er meiri en $1,2 \text{ cal/cm}^2$ og getur þar af leiðandi valdið lífshættulegum brunasárum.

Nálgunarmörk: Aðeins mega þjálfaðir fagmenn fara inn fyrir þessi mörk, óþjálfuðum er þó heimilt að fara inn fyrir þessi mörk en þó einungis undir ströngu eftirliti þjálfaðra fagmanna.

Hættumörk: Aðeins fagmenn með rétta þjálfun mega fara yfir þessi mörk ef réttur varnarbúnaður gegn snertispennu er notaður.

Bannmörk: Aðeins fagmenn með rétta þjálfun, eða sérútbúin verkfæri, mega fara yfir þessi mörk, og þá er vinna þeirra skilgreind sem vinna undir spennu.

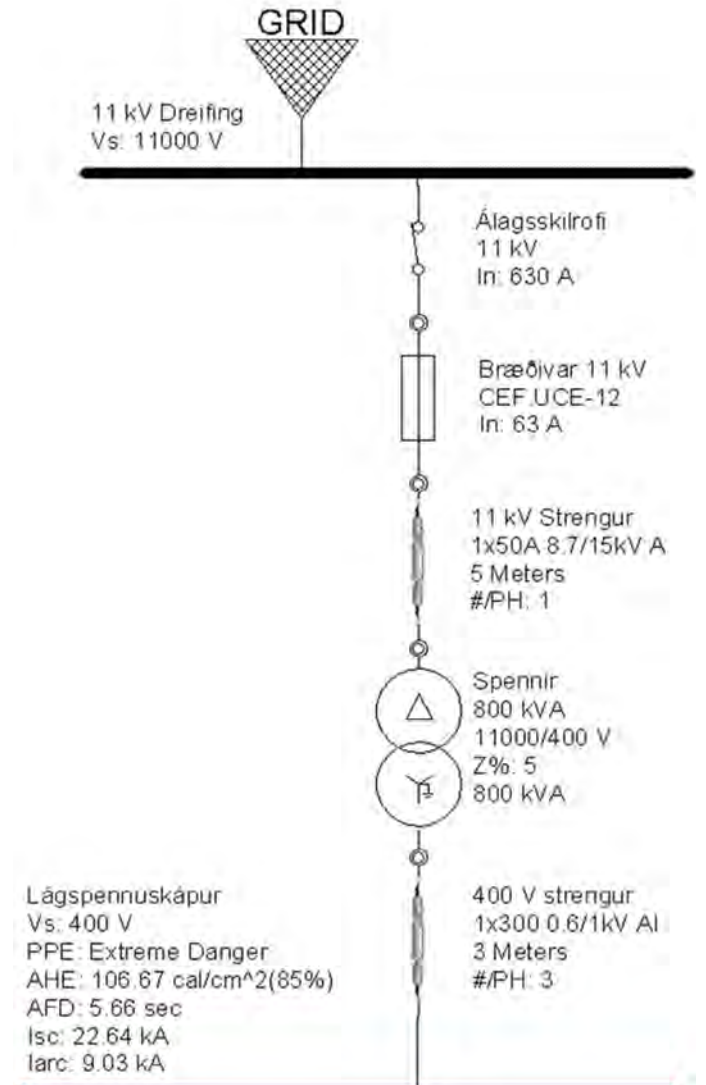
Nánari upplýsingar og skilgreiningar um nálgunarmörk og hættumörk er að finna í ÍST EN 50110-1. Nánari upplýsingar um bannmörk er að finna í NFPA 70E.

Ef starfsfólk fer inn fyrir blossvarnarmörk við ljósbogahættu skal það skv. NFPA 70E vera í fatnaði sem þolir orkuþéttni ljósboga í vinnufjarlægð. Staðallinn skilgreinir fjóra PPE (e. persnal protective equipment) flokka. Hver PPE flokkur lýsir nauðsynlegum öryggisfatnaði og búnaði sem starfsmaður skal ávallt klæðast við vinnu innan hættusvæðis ljósboga, ef spennuhafandi leiðari eða leiðarakerfi er óvandi. Merkipjaldid hér að neðan skilgreinir þessa fjóra flokka og lýsir þeim öryggisfatnaði og búnaði sem klæðast skal eftir þörfum.

KRÖFUR UM HLÍÐARFATNAÐ OG ÖRYGGISBÚNAÐ

ATH: Allur öryggisbúnaður og fatnaður skal vera í samræmi við PPE flokka. Nánari lýsingu á fatnaði er að finna í NFPA 70E

Miða skal við ljósbogastraum í hönnun - 11/0,4 kV spennar
 Eins og áður var greint frá þá getur verið töluverður munur á ljósboga- og skammhlaupsstraumi á kerfum með rekstrarspennu undir 1 kV. Ljósbogastraumur getur því blekkt varnarbúnað sem er stilltur til þess að leysa út skammhlaupsstraum. Varnarbúnaðurinn getur jafnvel séð strauminn sem vægan yfirstraum og því tekið nokkurn tíma að rjúfa straum á bilanasvæðinu.



Mynd 4: Ljósbogaatvik á lágspennuhlið 800 kVA spennis sem er varinn með bræðivari. Reiknað er með að netið hafi óendanlega skammhlaupsorku.

Til þess að skoða þessi áhrif betur er sett upp dæmi um algeng 11/0,4 kerfi. Skoðuð eru áhrif varnarbúnaðar við ljósbogaatvik á 400 V hlið kerfisins með tilliti til mismunandi spennastærða sem varin eru með bræðivörum. Í eldri kerfum sem sett voru í rekstur fyrir aldamót og eru ennþá mörg óbreytt í rekstri, var algengt að verja spennir og þar með 400 V hluta kerfisins á þennan hátt. Í dag þekktist þessi hönnun að einhverju leiti, en flest ný kerfi eru hönnuð með varnarliðum og aflrofum háspennumegin við spennir. Samskonar áhrif er einnig að finna í þeim kerfum þar sem stillingar varnarliða eru yfirleitt miðaðar við að leysa út skammhlaupsstrauma á sem skemmstum tíma, en taka ekki mið af ljósbogastraumi. Auðvelt er þó að breyta stillingum varnarliða og í flestum tilfellum er svigrúm til þess að minnka stillingar svo miðað sé við áætlaðan ljósbogastraum.

Til þess að skoða hvernig bræðivar á 11 kV hlið spennis bregst við ljósbogastraum á 400 V hlið spennis er tekið dæmi um 800 kV spennir

2 Í eldri útgáfum 70E eru skilgreindir 5 flokkar. Í 2015 útgáfa 70E var PPE flokkur 0 fjarlægður.

með 63 A bræðivar. Þetta fyrirkomulag er nokkuð algengt þar sem val á bræðivari er skv. IEC 60787 og IEC 62271-05, einnig má sjá lista í bæklingi frá ABB um bræðivör [8].

Mynd 4 sýnir þessa uppsetningu. Við útreikninga má sjá að áætlaður skammhlaupsstraumur á 400 V skinnu er um 22,6 kA.

100% ljósbogastraumur er því um 10,6 kA og í þessu tilfalli er orkuþéttin ljósboga meiri við 85% ljósbogastraum sem er áætlaður að vera um 9,03 kA.

Stráumurinn sem fer í gegnum bræðivarið miðað við 85% ljósbogastraum er um 330 A. 63 A bræðivarið mun aðeins sjá þennan straum sem yfirálagsstraum og mun taka um 5,66 sek. að leysa út og einangra bilun.

Orkan sem leysist út úr kerfinu við vinnufjarlægð á þessum tíma er áætluð að vera 106,7 cal/cm². NFPA 70E staðallinn skilgreinir hæst 4. flokk (PPE 4) en hann nær að 40 cal/cm². Í þessu tilfalli er ljósbogaorkan langt yfir þeim mörkum.

Vegna þess hve lágur ljósbogastraumur er miðað við skammhlaupsstraum er oft talað um að hann blekki varnarbúnað og bræðivör sem miðuð eru að því að leysa út skammhlaupsstraum.

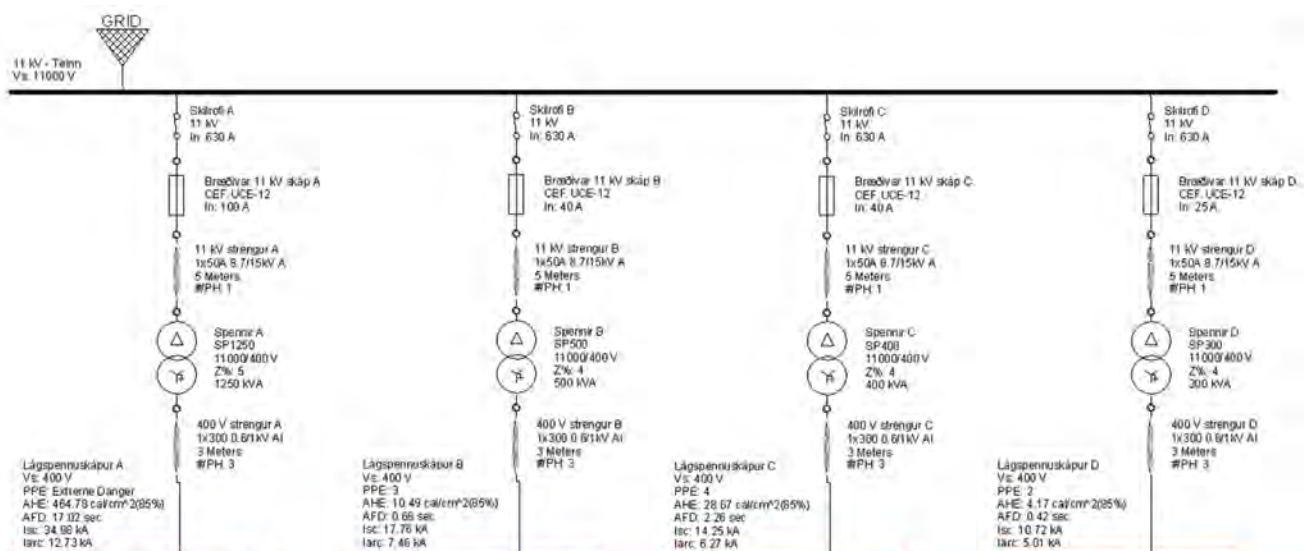
Með því að skoða fleiri dæmi með mismunandi spennastærðum kemur í ljós að þetta er ekki bundið við ákveðna stærð af spennu, sjá mynd 4. Eins og áður eru bræðivör valin eftir lista í ABB bæklingi.

Það getur tekið 100 A bræðivar sem er við 1250 kVA spennu allt að 17 sek. að einangra ljósbogastraum sem myndast hefur á 400 V hlið spennis. Orkan sem leysist út úr kerfinu við vinnufjarlægð á þessum tíma er áætluð að vera 465 cal/cm², eða meira en tíföld sú orka sem NFPA 70E staðallinn skilgreinir inni hæsta PPE flokks.

Kerfi með minni spenna koma betur út úr þessum útreikningum. Það tekur 40 A bræðivarið við 500 kVA spennir 0,68 sek. að leysa út, þar með myndi það kerfi flokkast innan PPE flokks 3. Sama bræðivar við 400 kVA spennu einangrar bilun og slekkur ljósbogastraum á 2,26 sek. Þetta er verulega langur tími fyrir varnarbúnað, en þar sem orkan er takmörkuð þá flokkast 400 V kerfið við þennan spennu innan PPE 4.

Síðasta dæmi sem tekið er hér er 300 kVA spennir með 25 A bræðivar á háspennuhlíð spennis. Það tekur 25 A bræðivarið 0,42 sek að leysa út ljósbogastraum á 400 V dreifingu. Í þessu tilfalli myndi bún- aðurinn flokkast innan PPE flokks 2.

Miðað við þær forsendur sem dæmin hér að ofan miða við þá er ljóst að ljósbogastraumur getur verið blekkjandi fyrir bræðivör þar sem þau sjá ljósbogastraum sem yfirálagsstraum. Minni bræðivör við minni spennu ná þó að bregðast skjótar við ljósbogastraumi og þar með takmarka betur orkuna sem brýst út við atvikið.



Mynd 5: Útreikningar á ljósbogaatvikum lágspennu megin við spennu, mismunandi spennastærðir.

VARÚÐ

Skammhlaups- og ljósbogahætta
Viðeigandi persónuvarna krafist

Rekstrarspenna	400	V
Hámarks skammhlaupsstraumur	48,5	kA

Persónuvarnar miðast við 61 cm vinnufjarlægð
(Hættusvæði ljósboga miðast við 67 cm)

Stig fatnaðar	1	Andlitshlíf	✓
Flokkur hanska	00	Öryggis-gleraugu	✓

Kraflist ✓ Ekki kraflist Ø

Ljósbogamörk við orku < 1,2 cal/cm²

MERKI
VERKKAUPA
(STAÐSETNING)

Skápur: [SKÁPAHEITI]

VERKÍS
(DAGSETNING)

Mynd 6 Dæmi um skilti sem sett eru á skápa og upplýsa starfsfólk um hættusvæði ljósboga og til hvaða öryggisráðstafanir starfsmaður skal taka við vinnu innan hættusvæðis.

Innleiðing ljósbogavarna

Við innleiðingu ljósbogavarna er byrjað á því að meta rafbúnaðinn sem hætta getur stafað af. Fyrsta skref er að safna upplýsingum um gerð búnaðar, stillingar varnarbúnaðar, lengd strengja, eiginleika spenna og fleira. Þessar upplýsingar eru notaðar til þess að byggja upp hermílikan sem reiknar út þéttu ljósboga sem hlutfall af fjarlægð frá uppruna ljósboga. Með þessu má meta PPE flokk kerfis og skilgreina hættusvæði ljósboga. Greining sem þessi leiðir líka í ljós ef stillingar varnarbúnaðar eru of háar fyrir ljósbogastraum og taki þar með of langan tíma að einangra bilun af völdum ljósbogaatviks.

Eftir að greining á kerfinu hefur verið gerð eru rafmagnsskápar merktir. Merkingarnar eru skv. NFPA 70E staðli, en þar er gerð krafa um að ákveðnar upplýsingar skuli komi fram á merkingu. Merkingin er til þess að upplýsa starfsmann um hættusvæði ljósboga og hvaða öryggisfatnaði og búnaði starfsmaður skal klæðast við vinnu innan hættusvæðis.

Lýkilatriði er að fræða starfsmenn um ljósbogahættur, hvernig lágmarka má hættu vegna ljósbogaatviks og hvernig skal unnið eftir þeim upplýsingum sem koma fram á skápaskiltum ljósbogahættu.

Síðustu árin hefur Verkís aðstoðað minni sem stærri fyrirtæki við innleiðingu öryggiskrafna við ljósbogahættu. Verkís býr yfir sérþekkingu á sviðinu og vinnur með sérhæfð forrit til þess að greina ljósbogahættur rafbúnaðar. Einnig hefur fyrirtækið aðstoðað og veitt upplýsingar um innleiðingu öryggiskrafna við ljósbogahættu.

Niðurstaða

Þó svo að staðlar um ljósbogavarnir hafi ekki verið innleiddir í íslensk lög þá hafa nokkur fyrirtæki á Íslandi rutt brautina síðustu árin og innleitt ljósbogavarnir. Þetta þykir sýna að eigendur og stjórnendur hafa skilning á hættunni sem stafar af ljósbogaatvikum og hafa mikinn vilja til þess að skapa öruggt vinnuumhverfi fyrir starfsmenn.

Ekki má vanmeta þær hættur sem get skapast í 400 V kerfum, sérstaklega þar sem ljósbogastraumur getur verið töluvert lægri en skammhlaupsstraumur. Sýnt hefur verið fram á að ástæða er til þess að hönnuðir raforkukerfa séu meðvitaðir um þann mismun sem liggur í ljósboga- og skammhlaupsstraumi raforkukerfa, þar sem ljósbogastraumur getur blekkt varnarbúnað sé ekki gert ráð fyrir honum á hönnunarstigi.

Heimildir

- [1] R. H. Lee, „Industry Applications, IEEE Transactions on,“ The Other Electrical Hazard: Electric Arc Blast Burns, B. %1 af %2IA-18, nr. 3, pp. 246-251, May 1982.
- [2] „NFPA 70E: STANDARD FOR ELECTRICAL SAFETY IN THE WORKPLACE®,“ NFPA 70, 2015 .

- [3] „IEEE Guide for Performing Arc-Flash Hazard Calculations,“ IEEE Std 1584-2002, pp. i-113, 2002.
- [4] T. a. B. A. a. D. R. Neal, „Protective clothing guidelines for electric arc exposure,“ Industry Applications, IEEE Transactions on, b. 33, nr. 4, pp. 1041-1054, Jul 1997.
- [5] R. a. N. T. a. D. T. a. B. A. Doughty, „Testing update on protective clothing and equipment for electric arc exposure,“ Industry Applications Magazine, IEEE, b. 5, nr. 1, Jan 1999.
- [6] R. a. N. T. a. F. H. I. Doughty, „Predicting incident energy to better manage the electric arc hazard on 600-V power distribution systems,“ Industry Applications, IEEE Transactions on, b. 36, nr. 1, pp. 257-269, Jan 2000.
- [7] R. a. N. T. a. M. T. a. S. V. a. B. K. Doughty, „The use of low-voltage current-limiting fuses to reduce arc-flash energy,“ Industry Applications, IEEE Transactions on, b. 36, nr. 6, pp. 1741-1749, Nov 2000.
- [8] „ABB Website,“ ABB, Okt 2014. [Á neti]. Available: [http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/471913e971a3af-2bc1257d87002f77fc/\\$file/abb-fuses_ato%20katalog_eng_w6_lo-res.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/471913e971a3af-2bc1257d87002f77fc/$file/abb-fuses_ato%20katalog_eng_w6_lo-res.pdf). [Skóðað Jan 2015].

Arion hraðþjónusta

– hafðu það eins og þú vilt

Arion appið, netbankinn og hraðbankarnir auðvelda þér að sækja bankþjónustu þegar þér hentar, þar sem þér hentar.

Kynntu þér hraðþjónustuna á arionbanki.is

 Arion banki