

Hitastig og taugar í rafmagnstöflum



Kröfur

Í reglugerð um raforkuvirki (rur), gr. 11.2 er vísað til „töflustaðalsins,“ ÍST EN 61439 staðlaraðarinnar, varðandi hönnun og frágang á rafmagnstöflum. Töflusmiðir eiga að geta staðfest að töflur þeirra uppfylli þau ákvæði sem við eiga í hverju tilviki.

Eitt mikilvægasta atriðið sem töflusmiður þarf að staðfesta og sannreyna er hitastigs-hækkun innan töflunnar við venjulega notkun. Tilgangurinn er að tryggja að búnaður í töflunni, t.d. var- og rafeindabúnaður, starfi með réttum hætti við það hitastig sem hann er útsettur fyrir.

Hár hiti í töflum er vaxandi vandamál og getur valdið verulegri hættu, hann getur stýtt líftíma búnaðar í töflunni, t.d. var- og rafeindabúnaðar, og í verstu tilfellum valdið bruna.

Hitastig í töflurými

Umhverfishitastig í töflurými, þ.e. utan við töfluna sjálfa, hefur áhrif á getu töfluskápa til að losna við hita, huga þarf að ýmsu, t.d. varmagjöfum í rýminu (t.d. inntök hitaveitu), stærð rýmis, loftræstingu, kælingu o.s.frv. Í einhverjum tilvikum má grípa til mótvægis-aðgerða til að takmarka umhverfishitastig, t.d. að setja hitaeinangrun á varmagjafa, aðskilja og einangra heit rými frá töflurými og setja upp hitastýrða loftræstingu eða kælingu.

Sbr. leiðbeiningar við 6.12.4 gr. byggingarreglugerðar skal tryggja að hitastig töflurýmis og raki í því sé í samræmi við hönnunarforsendur rafkerfis og að hitastig í töflurými ætti ekki að vera hærra en 25°C. Alltaf þarf þó að sannreyna raunverulegt hitastig í viðkomandi töflurými og ef hitastig reynist vera yfir hönnunarforsendum skulu þeir aðilar sem hlut eiga að bregðast við með viðeigandi hætti.

Varmaútreymi frá töfluskápum, þ.e. geta þeirra til að losna við hita, er mismunandi, t.d. skiptir máli hvort skápur er úr málm (varnarflokkur I), eða úr málm en með innri plastklæðningu (varnarflokkur II) eða allur úr einangrandi efni (úr plasti, varnarflokkur II). Þá getur uppsetning á töfluskápum skipt máli, t.d. ef skápur liggur að vegg dregur það úr varmaútreymi frá skápnum (kælingu) miðað við frístandandi skáp.

Rafbúnaður og töflutaugar

Allur rafbúnaður og töflutaugar gefa frá sér varma við straumflutning. Því meiri sem straumurinn er því meiri er varminn sem myndast, tvöfalt hærra straumur leiðir til fjórföldunar á varmaútsreymi. Gera þarf ráð fyrir hærri hita inni í rafmagnstöflu en utan við hana, t.d. þar sem mesti straumurinn er, þar getur munað töluverðu allt eftir stærð, útfærslu og möguleika töfluskáps til að losna við hita.

Ef þröngt er um rafbúnað í töflum getur það haft áhrif á möguleika hans til að losna við hita og þannig haft áhrif til hækkunar hitastigs í þeim. Eins geta mögulegar viðbætur í töflu haft áhrif til hækkunar hitastigs.

Í töflu 6 í töflustaðlinum, ÍST EN 61439-1, er tilgreind leyfileg hámarkshitastigshækkun á mismunandi hlutum í töflum miðað við 35°C umhverfishita. Sé tafla staðsett í rými þar sem staðfest er að umhverfishiti er annar, miðast hámarkshitastigshækkun við að summan af umhverfishita og hámarkshitastigshækkun á mismunandi hlutum í töflunni verði sú sama og þegar miðað er við 35°C umhverfishita.

Taka þarf tillit til að rafbúnaður, t.d. var-, stjórn- og rafeindabúnaður, er gerður fyrir mismunandi hámarkshitastig, það getur verið breytilegt milli framleiðenda en algeng gildi eru eftirfarandi:

Rafbúnaður	Hámarks hitastig umhverfis rafbúnað
Sjálfvör	55 - 70°C
Aflrofar	70°C
Spólurofar	60°C
Rafeindabúnaður	40 – 45°C

Tengiklemmur eru „kritiskur“ hluti rafbúnaðar m.t.t. hitastigshækkunar og því mikilvægt að tryggja fullnægjandi sverleika tauga sem þar tengjast, til að þær hitni ekki of mikið.

Hafa ber í huga að útleysigildi varbúnaðar geta breyst við mjög háan eða lágan hita.



Staðfesting á hitastigshækkun í töflum

Töflustaðallinn gerir ráð fyrir þremur mismunandi aðferðum, sem lýst er í staðlinum, við að staðfesta hitastigshækkun í töflum:

- Prófunum á hitastigi
- Með því að bera saman við og líkja eftir útfærslu prófaðrar töflu
- Með útreikningi (reikningsaðferðin)

Prófun fer yfirleitt fram á verkstæði töflusmiðs. Fullbúin tafla er prófuð undir fullu álagi við óhagstæðustu skilyrði sem töflunni eru ætluð og niðurstöðurnar bornar saman við ákvæði töflustaðalsins.

Þegar líkt er eftir útfærslu prófaðrar töflu skal nota sömu uppsetningu, búnað, frágang og fyrirkomulag og í prófaðri töflu og tryggja að möguleiki töflunnar til að losna við hita sé ekki minni en hinnar prófuðu töflu. Þurfi að breyta fyrirkomulagi eða uppsetningu

eininga í töflunni þarf að tryggja að þær breytingar hafi ekki áhrif til hitastigshækkunar miðað við hina prófuðu töflu.

Við útreikning þarf að taka tillit til allra þátta, hitastigs í rými, stærð og gerð töfluskáps, fjölda íhluta og rafbúnaðar, heildarafltaps o.s.frv. Hægt er að nota afltöp sem skráð er í töflu H.1 í ÍST EN 61439-1 við þessa útreikninga sem og upplýsingar framleiðenda rafbúnaðar sem nota á.

Einfaldasta útgáfa reikningsaðferðarinnar er „80% aðferðin,“ þ.e. að velja hitagjafa í töflu, rafbúnað og töflutaugar, þannig að tryggt sé að straumflutningur þeirra verði aldrei meiri en 80% af uppgefnum hámarksstraumflutningi. Þessi aðferð á eingöngu við um töflur að 630A og tryggja þarf að öll skilyrði fyrir einföldun séu til staðar og haldi til framtíðar.

Ákvörðun um þversnið og straumþol raftauga

Ákvörðun um þversnið raftauga og straumþol eiga jafnt við um almennar raflagnir og töflutaugar. Staðlar um straumþol leiðara geta ekki endurspeglað öll tilvik sem upp kunna að koma við uppsetningu rafkerfa. Þetta er þekkt vandamál sem flestir fagmenn kannast við en lausnin felst í því að meta aðstæður og velja þann lagnarmáta í staðli sem hefur sambærilega eiginleika varðandi straumþol. Ákvörðun um straumþol í lágspennntum raflögnum byggist á staðlinum ÍST HD 60364-5-52 og leggur hann grunninn að straumþolstöflum sem finna má í öðrum stöðlum, t.d. töflustaðlinum, ÍST EN 61439-1 (viðauki H til upplýsingar). Almennt byggjast straumþolsgildi raftauga á að ákveðin skilyrði séu til staðar, t.d. hvað varðar lagnarmáta og umhverfishita við raftauga.

Ákvörðun um þversnið og straumþol töflutauga

Við val á töflutaugum þarf að taka tillit til leyfilegs hitastigs tauga, fjölda straumberandi tauga sem liggja saman, hitastigs umhverfis taugar og möguleika þeirra til að losna við hita. Stundum fylgja leiðbeiningar um val á töflutaugum með töflukerfum (töfluskápum).

Í upplýsandi viðauka H í ÍST EN 61439-1 er gert ráð fyrir að meðallofthitastig umhverfis töfluskápa á sólarhring (á 24 klst.) sé 35°C og að lofthitastig ætti ekki að fara yfir 40°C á þessu tímabili. Við ákvörðun á straumþoli og þversniði töflutauga þarf að taka tillit til væntanlegs lofthitastigs innan töfluskápa. Ef töfluskápar eru lokaðir er hitastig innan þeirra venjulega mun hærra en umhverfishitastigið.

Þar sem taugar og rafbúnaður í töfluskáp hitna (skila varma) í rekstri þarf almennt að gera ráð fyrir hærra umhverfishitastigi við töflutaugar en er í sjálfu töflurýminu. Þetta á almennt við nema beitt sé viðeigandi mótvægisáðgerðum, t.d. kælingu. Staðfesting með útreikningi byggist á venjulegum rekstri og ætti lofthitastig þá ekki að fara yfir viðmiðunarhitastig, 55°C, inni í lokuðum töfluskáp, sbr. töflu H.1 í ÍST EN 61439-1.

Sem dæmi má með eftirfarandi hætti áætla straumþol 16mm² töflutauga með PVC einangrun á gatabakka eða í fríu lofti í töfluskáp, **þrjár þriggja fasa straumrásir í hneppi**, áætlaður hiti umhverfis leiðara 40°C:

Í töflu H1 í töflustaðlinum, ÍST EN 61439-1, sést að straumþol svona tauga þegar um er að ræða **tvær þriggja fasa straumrásir í hneppi** og sömu lagnaraðferð er 44A.

Tafla H1 miðar við 55°C hita umhverfis leiðara og því þarf að leiðrétta fyrir 40°C, til þess er notuð tafla H2 í töflustaðlinum þar sem finna má lækunarstuðla, k_1 , fyrir mismunandi hitastig. Lækunarstuðullinn er 0,61 fyrir 55°C og 0,87 fyrir 40°C og því yrði straumþolið:

$$I_{40^\circ\text{C}} = \frac{I_{55^\circ\text{C}} * k_{140^\circ\text{C}}}{k_{155^\circ\text{C}}} = \frac{44 * 0,87}{0,61} = 63\text{A}$$

Í töflu H1 er miðað við **tvær þriggja fasa straumrásir í hneppi** en í þessu dæmi er um að ræða **þrjár þriggja fasa straumrásir í hneppi** og þarf að leiðrétta fyrir því. Í töflum 52B-2 til 52B-13 í ÍST HD 60364-staðlaröðinni er að finna stuðla fyrir mismunandi fjölda straumrásna við mismunandi lagnaraðferðir.

Lækunarstuðullinn er 0,88 fyrir tvær straumrásir í hneppi og 0,82 fyrir þrjár straumrásir í hneppi og því yrði straumþolið:

$$I_{3\text{straumr.}} = \frac{I_{2\text{straumr.}} * k_{3\text{straumr.}}}{k_{2\text{straumr.}}} = \frac{63 * 0,82}{0,88} = 59\text{A}$$

Tiltölulega lítil breyting á hitastigi hefur töluverð áhrif á straumþol leiðara, þannig yrði straumþolið við 35°C, miðað við sömu forsendur, 63A og straumþolið við 45°C, miðað við sömu forsendur, yrði 53A.

Þessi aðferð er sett fram til einföldunar og gerir ráð fyrir þremur þriggja fasa straumrásum með jafnlægu 100% álagi í hneppi, lækkunarstuðull er valinn samkvæmt því. Ef einhver straumrásanna hefur minna en 100% álag þá lækkar hitastigið og aðstæður verða hagstæðari.

Ef rekstrarskilyrði eru kunn og raftaug flytur ekki hærra straum en 30% af straumþoli sínu í viðkomandi hneppi má sleppa henni við ákvörðun á lækkunarstuðli fyrir hinn hluta hneppisins, sjá 523.5 í ÍST HD 60364-5-52.

Ef raftaugar í hneppi eru gerðar fyrir mismunandi hámarkshitastig skal miða straumþol allra tauga í hneppinu við lægsta hámarkshitastig taugar í hneppinu. Þetta hefur í för með sér að hámarksstraumþol XLPE einangraðra tauga í hneppi með PVC einangruðum taugum yrði það sama og PVC einangraðra tauga með sama þversniði, sjá 523.5 í ÍST HD 60364-5-52.

Notkun XLPE einangraðra tauga með fullu álagi skilar mun meiri varma (hitaorku) en notkun PVC einangraðra tauga með sambærilegt straumþol. Tengistaðir eru oft heitustu punktar í töflum og tengiklemmur eru „kítískur“ hluti rafbúnaðar m.t.t. hitastigshækkunar og áhrif á hann, ekki síst ef um er að ræða XLPE einangraðar taugar með fullu álagi (90°C leiðarahitastig).



Þessar leiðbeiningar eru unnar í samstarfi við Fagnefnd Samtaka rafverktaka, Sart.