

Vöktun á jarðstrengjum með hitamælingum

Inngangur

Samhliða stigvaxandi orkunotkun á Neskaupstað og Eskifirði, m.a. vegna raforkuvæðingar fiskimjölsverksmiðja, jukust áhyggjur í kerfisstjórn Landsnets af jarðstrengjum sem tengja þessa staði við raforkukerfið. Um var að ræða strengi sem liggja frá loftlínum sem liggja að kaupstöðunum en eru lagðir í jörðu síðasta spölinn að tengivirkjum innan bæjarmarka þeirra. Línurnar sem um ræðir eru Stuðlalína 2, Eskifjarðarlína 1 og Neskaupstaðarlína 1.

Þó nokkur óvissa var um „varmabúskap“ þessara jarðstrengja þar sem aðstæður á strengleiðinni voru óþekktar og því óvissa um flutningsgetu þeirra. Í byrjun voru jarðfræðingar fengnir til meta jarðvegsaðstæður á strengleiðum bæði út frá loftmyndum og á vettvangi og þannig áætlaðar aðstæður til varmaflutnings í skurðstæði strengjanna. Aflað var upplýsinga um fylliefni (sand) með fyrirspurnum og símtölum við fyrri rekstraraðila og verktaka á svæðinu og einnig voru gerðar mælingar á varmaleiðni sands úr námum sem líklega höfðu verið nýttar á sínum tíma til söndunar umhverfis strengina. Upplýsingar eins og „*Notaður var sandur sem var léttur og þægilegt að moka*“ ýttu þó undir óvissu varðandi hæfni fylliefnis til að halda raka og þar með flytja hita frá strengjunum.

Voru þessar upplýsingar, eftir föngum, settar í sérstök hermiforrit og var útkoman nokkuð verri en vonast hafði verið eftir. Nokkur óvissa var innbyggð í útreikningana og virkaði hún til lækkunar á flutningsmörkum jarðstrengjanna þar sem ekki var hægt að fullyrða um aðstæður í skurðstæði. Til að forðast skerðingar á flutningi raforku á svæðinu var afraðið að koma upp hitamælum á þremur jarðstrengjum á Eskifirði.

Strax og grafið var niður á strengina var tekið sandsýni til greiningar og kom þá í ljós að varmaleiðni sandsins var ívið skárr en reiknað hafði verið með. Þá var einnig var hægt að fjarlægja óvissu um varmaleiðni lagnasands og jarðvegs umhverfis skurðstæði í reiknilíkani og kom það strax til hækkunar flutningsmarka. Strax var því hægt að hækka flutningsmörk strengjanna við þessa aðgerð.

Hvar var mælt?

Við val á mælistöðum voru sérstaklega valdir staðir þar sem líklegast var að raki héldist illa við strengina. Á Stuðlalínu 2 (SR2) var valinn mælistaður við ípróttavöllinn á Eskifirði þar sem malbikaður vegur með niðurföllum og bílaplan yfir strengnum og brekka skerma jarðstrenginn af. Komið var fyrir þremur hitamælum ásamt rakamæli umhverfis strenginn og mælingum komið með þráðlausum búnaði gegnum bæinn að tengivirki Landsnets vestast á Eskifirði þar sem þeim var varpað í orkustjórnkerfi Landsnets. Hinir tveir staðirnir sem mælur voru settir upp voru í hlíðinni ofan við tengivirki Landsnets á Eskifirði og tengir það við Eskifjarðarlínu 1 (ES1) og Neskaupstaðarlínu 1 (NK1). Mælistaðirnir eru sýndir með rauðum hringjum á mynd 1.



Mynd 1. Staðsetning mælipunkta á jarðstrengjum í Eskifirði.

Megintilgangur með þessum hitamælingum var að fylgjast með hitastigi á jarðstrengjunum svo hægt væri að grípa inni reksturinn og lækka álag ef ofhitnun yrði á þeim en einnig kom þarna kjörið tækifæri til að sannreyna þau verkfæri, reiknilíkön og forrit, sem notuð eru til að ákvarða flutningsmörk jarðstrengja. Til dæmis hvort að aðstæður m.t.t. „rakabúskapar“ jarðvegs og sands séu á einhvern hátt hagstæðari en gert er ráð fyrir í forsendum reiknilíkana.

Niðurstöður mælinga

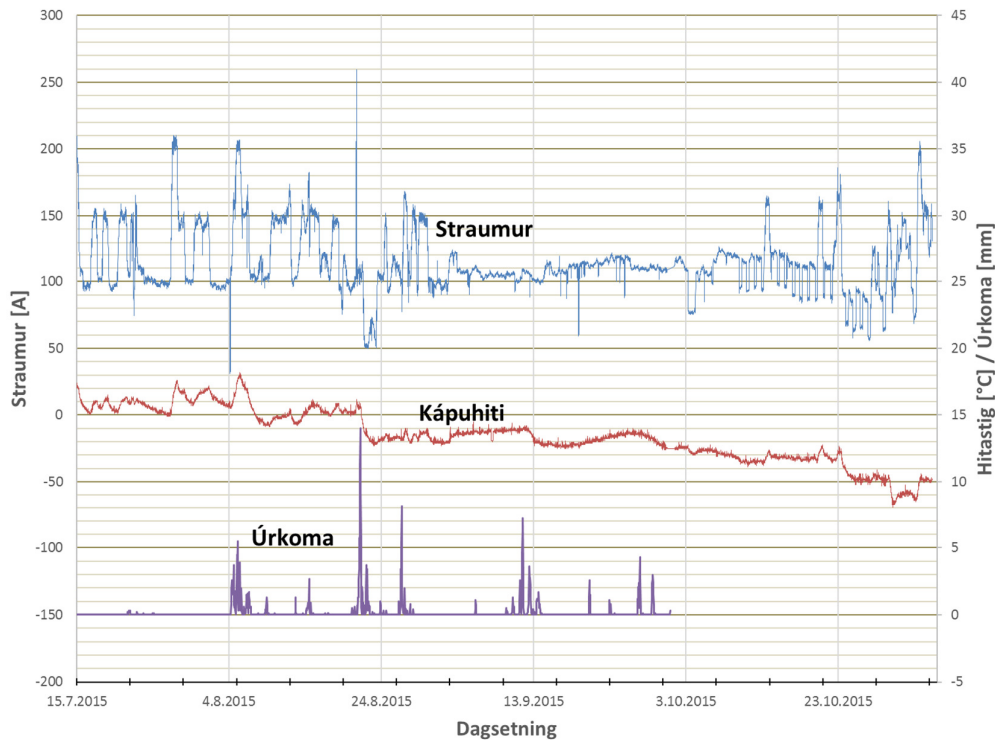
Mælingarnar gefa mikilvægar upplýsingar um varmabúskapinn umhverfis jarðstrengi og helstu þætti sem hafa áhrif á hann. Þeir tveir þættir, sem virðast hafa mest áhrif, eru rakastig jarðvegsins og hegðun álagsins, þ.e. straumsins sem rennur um strenginn.

Rakastig jarðvegsins og eiginleiki hans til að halda rakanum, hefur mikil áhrif á kælingu strengsins. Það er hlutverk fylliefnisins umhverfis strenginn að flytja burt hitann sem myndast vegna álagsins á strenginn, þ.e. straumsins sem um hann rennur. Strengurinn hitnar vegna samspils straumsins og viðnámsins í leiðaranum og er ekkert annað en orkutöp og eru margfeldi viðnámsins í leiðaranum og straumsins í öðru veldi.

Áhrif rakastigs jarðvegs

Rakastig í jarðvegi hefur töluverð áhrif á varmaviðnámið. Viðnámið eykst með lækkandi rakastigi og þegar svokölluðu krítisku rakastigi er náð eykst viðnámið mjög hratt. Þetta skýrist af því að þegar rakastigið fer niður fyrir þetta krítiska stig brotnar vatnshimnan, sem umlykur hvert sandkorn, niður.

Á meðfylgjandi mynd (mynd 2) sjást niðurstöður mælinga á strengenda í Eskifjarðarlínu 1 á tímabilinu 15. júlí til 4. nóvember 2015. Myndin sýnir nokkuð greinilega áhrif úrkomu á kápuhita strengs.



Mynd 2. Niðurstöður mælinga – Eskifjarðarlína 1

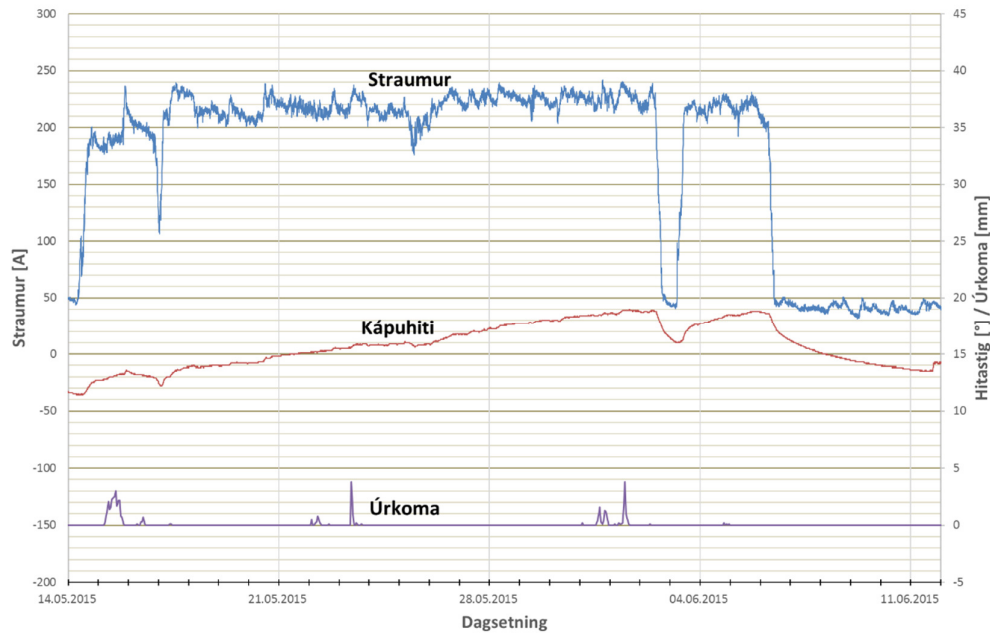
Kápuhitinn, áður en úrkomutímabilið hefst 4. ágúst, er að jafnaði hærri (og sveiflukenndari) en meðan á úrkomunni stendur, þrátt fyrir að álagið (þ.e. straumurinn) hagi sér svipað. Áhrif úrkomulotunnar sem hefst 10. september á kápuhitann eru mjög greinileg; kápuhitinn fellur um rúma gráðu jafnvel þó álagið aukist lítillega. Síðan dregur úr áhrifum úrkomunnar, jarðvegurinn þornar og kápuhitinn hækkar lítillega.

Álagið á strenginn (þ.e. straumurinn) er að mestu milli 100 A og 150 A allan tímann (115 A að meðaltali). Það er vel innan við helming af áætlaðri flutningsgetu strengsins. Þessi mæling bendir til þess að þegar álagið á strengnum er ekki meira en þetta, hafi rakastig jarðvegs töluverð áhrif til þess að jafna út hitasveiflur (af völdum sveiflukennds álags) og lækka meðalhitastigið.

Áhrif álags

Mælingarnar sýna vel muninn á hitamyndun við stöðugt, mikið álag og svo lotubundið álag, þ.e. þegar strengurinn nær að hvílast og kólna.

Mynd 3 sýnir hvernig kápuhitinn á strengenda í Neskaupstaðarlínu 1 vex yfir lengra tímabil með stöðugu, miklu álagi á strenginn.

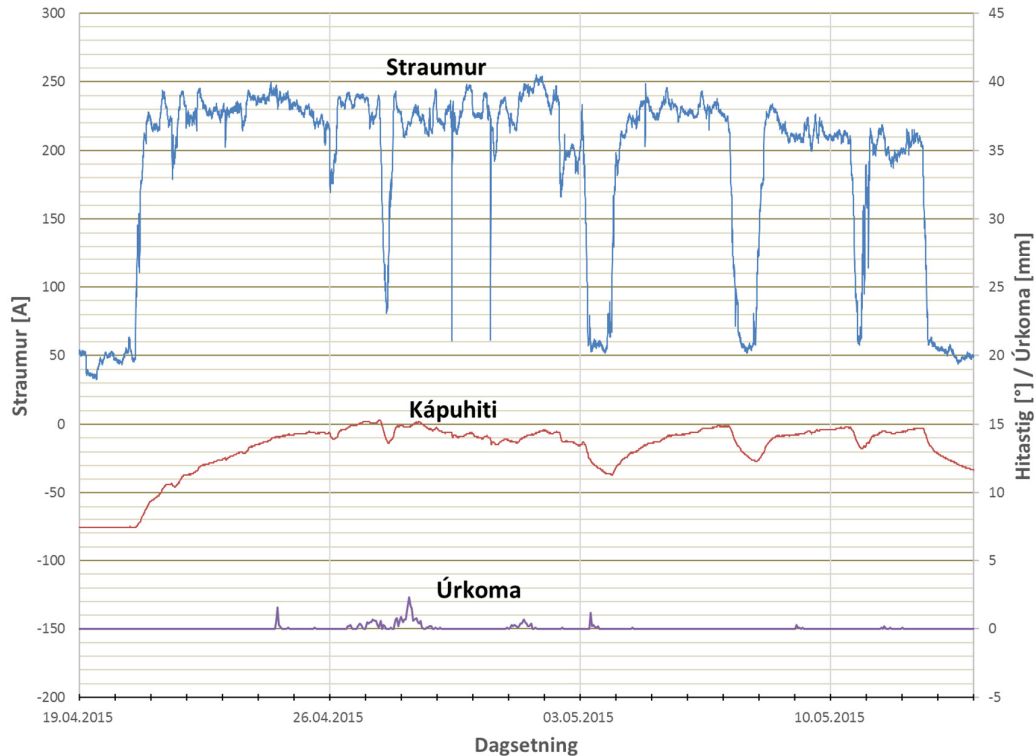


Mynd 3. Niðurstöður mælinga – Neskaupstaðarlína 1. Stöðugt, mikið álag.

Álagið yfir megnið af tímanum er nálægt 220 A. Rekstrarmörk strengsins voru talin vera 250 A. Við þetta mikla álag á strenginn hefur úrkoma ekki eins mikil áhrif og við minna álag. Lestunin á strenginn er aðal áhrifapátturinn hér. Þrátt fyrir verulega lestun yfir langan tíma (tæpar þrjár vikur) er hitamyndunin þó ekki vandamál.

Myndin sýnir einnig að kápuhitinn er fljótur að lækka þegar álag minnkar.

Áhrif lotubundins álags (eða breytilegs) sjást enn betur á næstu mynd, mynd 4.



Mynd 4. Niðurstöður mælinga – Neskaupstaðarlína 1. Lotubundið álag.

Ályktanir

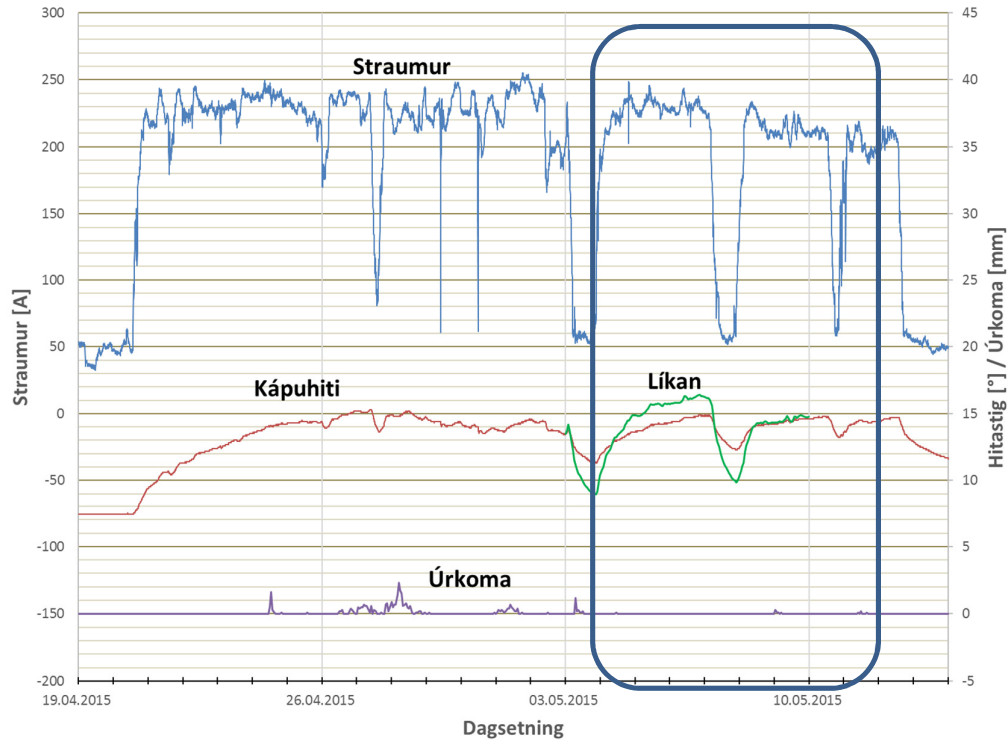
Þessar mælingar hafa gert Landsneti kleift að „sjá“ þær aðstæður sem strengirnir búa við í daglegum rekstri og samspil helstu áhrifaþátta.

Almennt er miðað við að kápuhiti megi ekki fara yfir 50°C í stöðugum rekstri, en þá má reikna með að leiðarahiti sé um 65°C. Fari kápuhiti yfir 50°C er hætt á að hitinn frá strengnum fari að þurrka jarðveginn umhverfis strenginn með tilheyrandi hækkun á varmaviðnámi.

Mælingarnar sýna að kápuhitinn er í öllum tilfellum langt undir þessum mörkum, jafnvel við langtíma háálag. Engin merki sjást um ofþornun jarðvegsins, sem myndi lýsa sér í skyndilegri hækkun kápuhita vegna aukins varmaviðnáms, og hann virðist halda raka nokkuð vel og úrkomulotur ná að viðhalda rakanum.

Á grundvelli þessara mælinga var því talið ásættanlegt að hækka flutningsmörk á þessum strengjum, þ.e. leyfa meiri lestun þeirra en verið hafði. Með því jókst nýting mannvirkjanna (þ.e. strengjanna) og draga mátti úr skerðingum á flutningi til orkunotenda og minnka líkur á brennslu jarðefnaeldsneytis.

Niðurstöðurnar hafa einnig nýst vel við gerð hermílikans, þar sem reynt er að herma hitamyndunina. Sú vinna lofar góðu, þó enn sé nokkuð í land að líkanið nái að fylgja raunhegðun. Mynd 5 á næstu blaðsíðu sýnir dæmi um samanburð á hermíniðurstöðum og mælingum.



Mynd 5. Útkoma úr hermilíkani borin saman við mæliniðurstöður

Hegðun líkansins er „ýktari“ en raunhegðun, þ.e. útslag hitastigsbreytinga er meira í líkaninu. Mæliniðurstöðurnar nýtast til þess að kvarða líkanið og stilla það af.

Út frá upplýsingum um jarðvegsaðstæður er hægt að beita líkaninu til þess að meta varmabúskap umhverfis væntanlegar strenglagnir og fá þar með nákvæmari vitneskju um það hvort beita þurfi sértækum úrræðum vegna hitamyndunar.

Næstu skref

Landsnet heldur áfram rannsóknum sínum á varmaviðnámi jarðefna. Nú fara fram mælingar á jarðstrengsendum í Búrfelli og í tengivirkinu í Hamranesi er áhugaverð tilraun í gangi. Þar hefur hitagjafa með stýrðu hitastigi verið komið fyrir í skurði með fjórum mismunandi jarðvegsgerðum. Hitastigið er mælt á þremur dýptum í skurðinum. Með þessari tilraun vonast Landsnet eftir því að öðlast enn frekari vitneskju um varmafræðilega eiginleika mismunandi fylliefna.

Með þessa þekkingu að vopni, auk annarrar vitneskju úr þessum rannsóknum, verður Landsnet betur í stakk búið til þess að meta einstök landssvæði með tilliti til jarðstrengslagna.