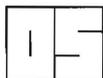


Útreikningur á varmaafli borholna

Þorsteinn Egilsson

Greinargerð ÞEg-2003-01



04.05.2003

Útreikningur á varmaafli borholna

Við útreikning á varmaafli borholna á vinnslusvæðum Norðurorku hefur verið notast við jafnaðargildi á eðlismassa og vermi (enthalpy) vatnsins úr hverri vinnsluholu fyrir sig (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994b)).

Eðlismassi (ρ) og vermi (H) eru hvort tveggja háð hitastigi og þrýstingi. Á hitabilinu (60-110°C) og þrýstingsbilinu (1-2bör) sem eru við topp holnanna eru eðlismassa- og vermismbreytingar nánast óháðar þrýstingsbreytingum. Með því að sækja upplýsingar um eðlismassa og vermi við tiltekið hitastig og tiltekinn þrýsting með forritinu TAFLA (Þórður Arason og Grímur Björnsson, 1994) má auðveldlega finna aðhvarfsferla þessara eiginleika sem fall af hitastigi. Niðurstaðan úr þeirri aðgerð (aðferð minnstu kvaðrata) er að eðlismassi (ρ) sem fall af hitastigi ($T \in]60^\circ\text{C}, 110^\circ\text{C}[$) er

$$\rho(T) = -0.0025T^2 - 0.2308T + 1006 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \quad \text{jfn 1}$$

Vermið (H) sem fall af hitastigi reiknast með sama hætti

$$H(T) = 4.2002T - 0.9042 \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right] \quad \text{jfn 2}$$

Gæðastuðull (correlation coefficient) beggja aðhvarfsferlanna er $R^2 = 1$. Við útreikning á nýttu varmaafli vatnsins er gert ráð fyrir að það sé nýtt að 27°C. Við það hitastig er margfeldi eðlismassa og vermis 112.8kJ/l samkvæmt upplýsingum úr forritinu TAFLA sem er að finna í tölvukerfi Orkustofnunar.

Ef $T_{inn} \in]60, 110[$ er hitastig vatnsins upp úr holunni við rennslið q og $H_{inn} = H(T_{inn})$ er vermið og $\rho_{inn} = \rho(T_{inn})$ er eðlismassinn þá er heildarafl holunnar

$$P_{inn} = q \cdot H_{inn} \cdot \rho_{inn} \quad \text{jfn 3}$$

Á sama hátt er aflið sem fer út úr kerfinu við 27°C $P_{ut} = q \cdot H_{ut} \cdot \rho_{ut}$. Aflið sem holan skilar viðkomandi hitaveitukerfi er

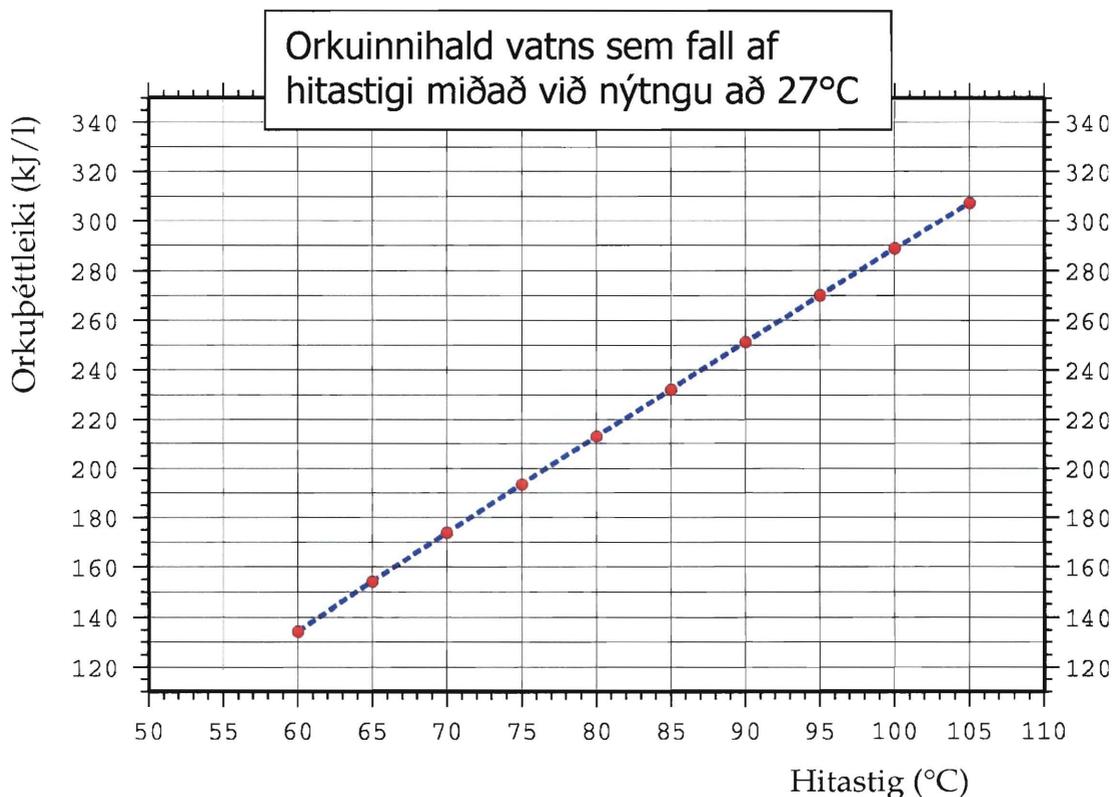
$$\begin{aligned} P_{kerfi} = \Delta P &= q \cdot H_{inn} \cdot \rho_{inn} - q \cdot H_{ut} \cdot \rho_{ut} \\ &= q \cdot (H_{inn} \cdot \rho_{inn} - H_{ut} \cdot \rho_{ut}) \end{aligned} \quad \text{jfn 4}$$

Með því að setja ofangreindar stærðir inn í jfn 4 og gæta þess að afköstin komi út í kW (kílóvöttum) verður hún:

$$P_{kerfi}(T) = q \cdot (4.2256 \cdot T - 9.671 \cdot 10^{-4} \cdot T^2 - 1.050 \cdot 10^{-5} \cdot T^3 - 113.7)$$

þegar q er rennsli í l/s og T er hitastig í °C.

Kosturinn við að reikna aflið með þessum hætti er að hitastig hvarrar holu er breytilegt frá einum tíma til annars og ræðst all mikið af vatnsvinnslu hverju sinni. Með því að reikna meðalaflíð út frá hitastigs- og meðalrennslisgögnum sem tekin eru í hverri viku eiga að fást nákvæmari gildi á orkuvinnsluna en þegar notast er við jafnaðargildi eðlismassa og vermis. Gallinn er hins vegar enn sá að hitastig hvarrar viku er augnablikshitastigið þegar aflesturinn á sér stað en er ekki meðalhiti tímabilsins (vikunnar). Samanburður á þessari reikniáferð og þeirri sem notuð hefur verið fram til þessa sýnir heldur minni orkuvinnslu. Þannig gaf fyrri áferð að jafnaði 1.9% hærra gildi á heildarorkuvinnslu ársins 2002 heldur en áferðin sem verið er að kynna með þessari greinargerð.



Mynd 1. Ferillinn sýnir samband orkupéttleika vatns í kJ/l og hitastigs á bilinu 60 °C til 105 °C miðað við orkunýtingu að 27 °C.

Þorsteinn Egilson
AKROS

Heimildir.

Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1994b: *Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1993*. Orkustofnun, OS-94011/JHD-03, 43s.

Þórður Arason og Grímur Björnsson, 1994: *Icebox, 2nd edition*. United Nations University Geothermal training Programme/Orkustofnun, bls 18-19.