



Turbulent flöde i kollektorer

Signhild Gehlin, Svenskt Geoenergicentrum
Jeffrey D Spitler, Oklahoma State University

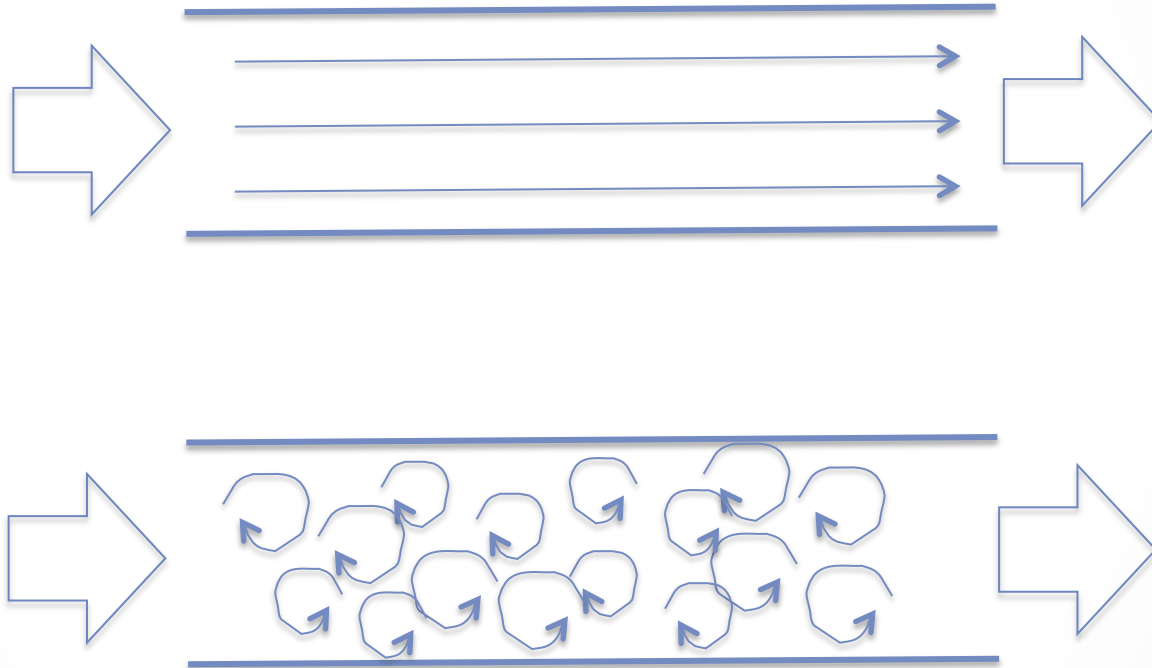
Geoenergidagen 2014 – 1 oktober 2014



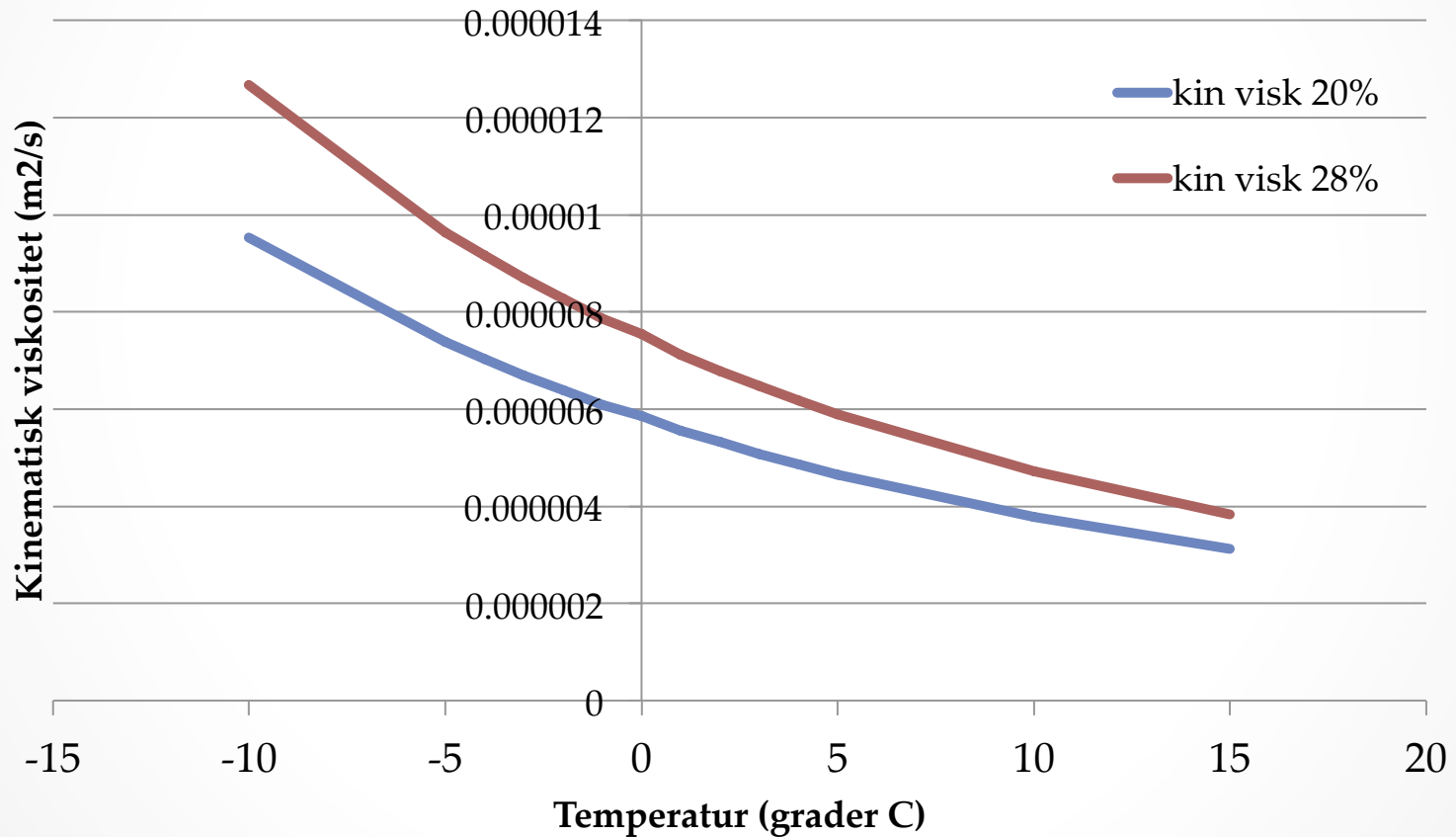
Frågeställning

- Hur varierar flödesförhållandena under året?
- Vilken betydelse för prestandan har turbulent flöde?

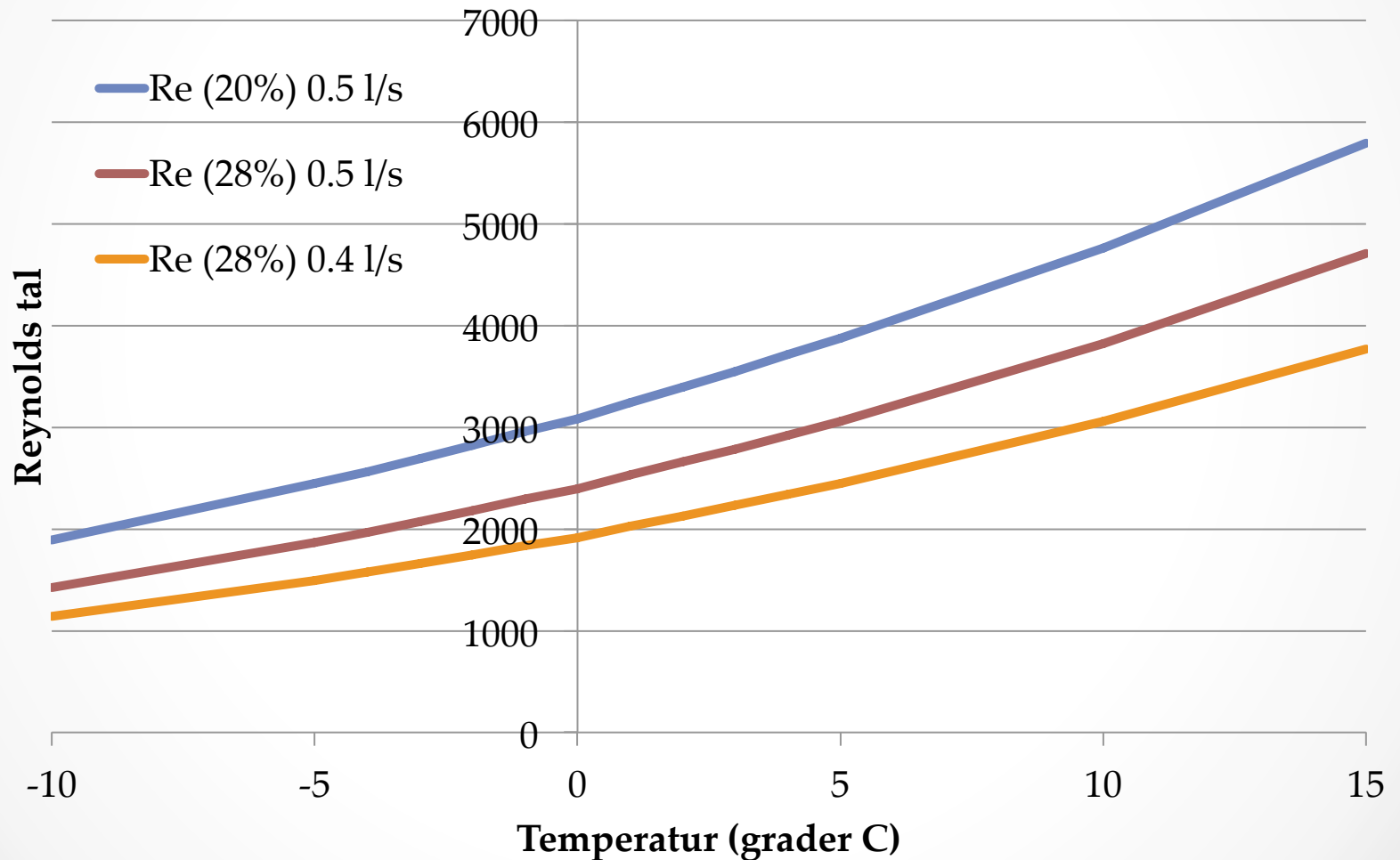
Laminärt och turbulent flöde



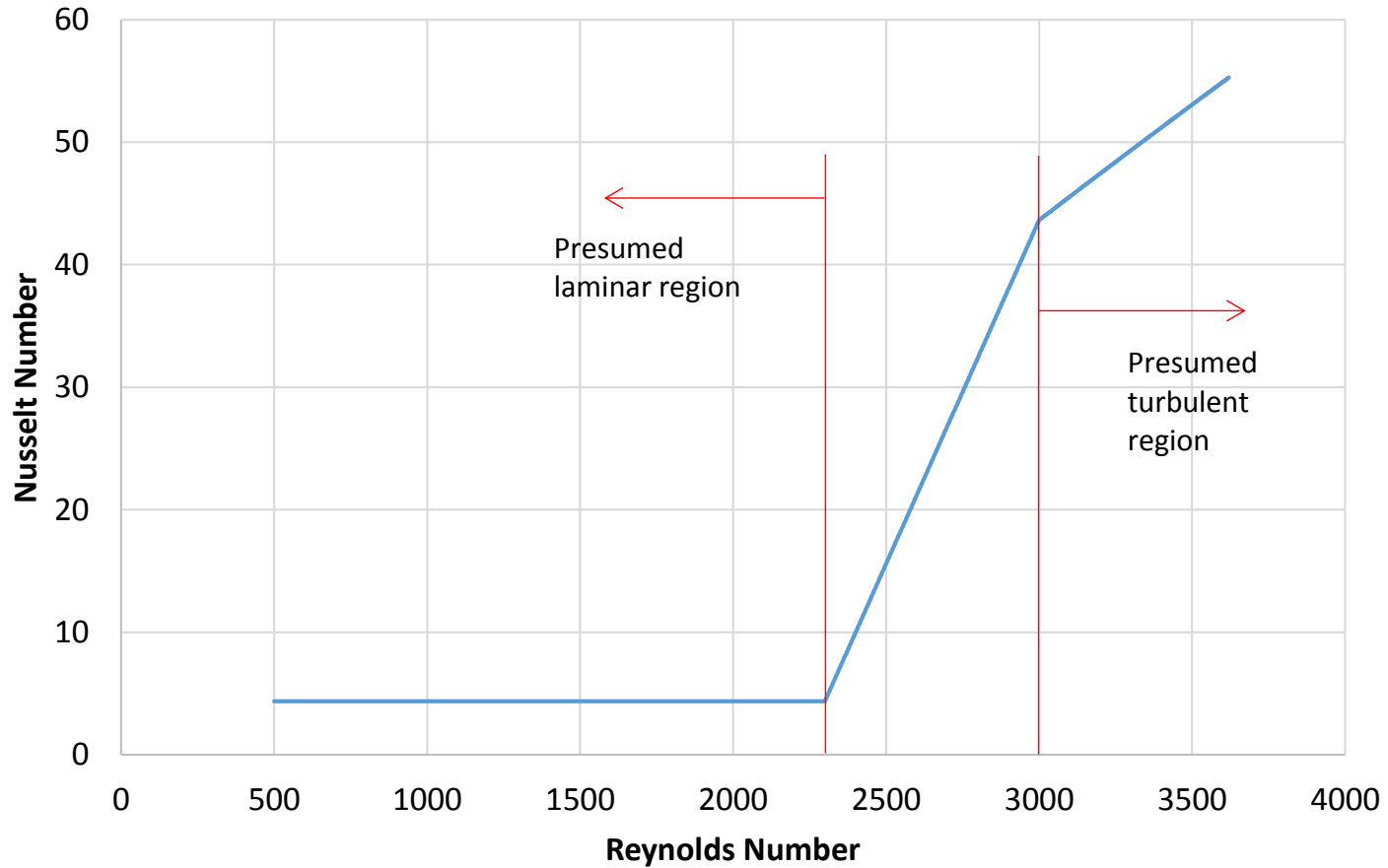
Viskositet vs temp för 20% resp 28% etanol



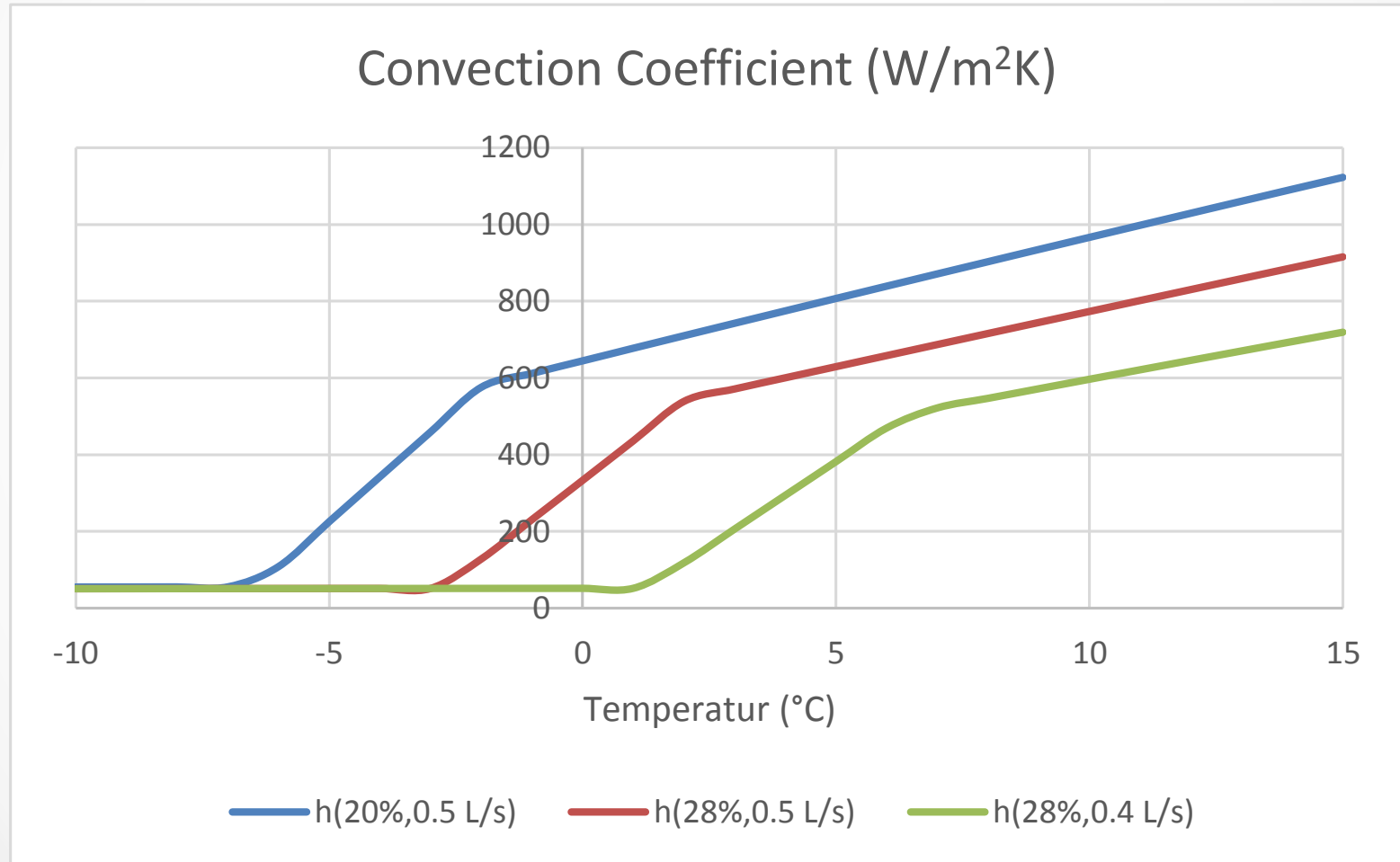
Reynolds tal som funktion av temp



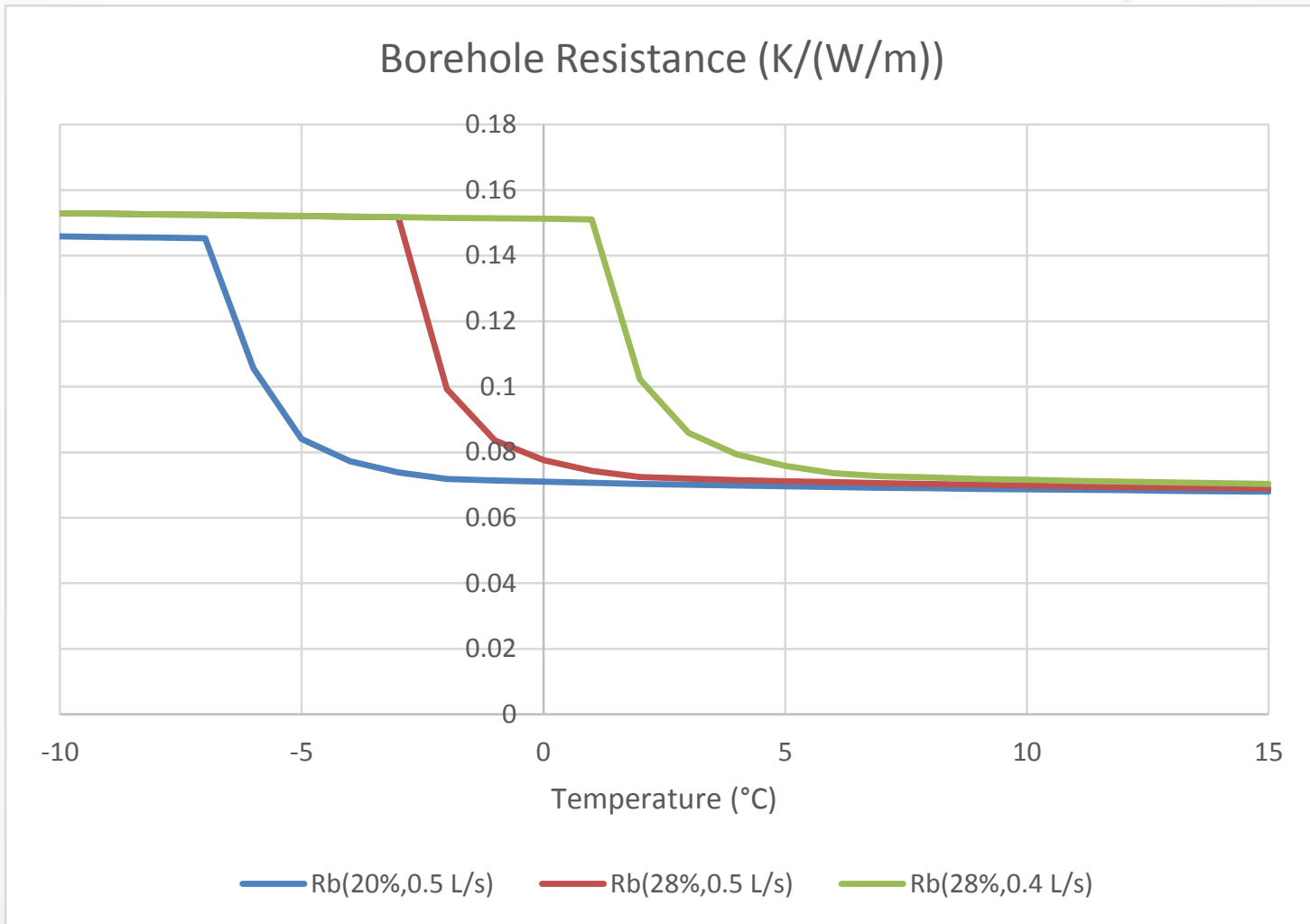
Reynolds tal och Nusselts tal



Värmeövergångstal vs temp



Borrhålmotstånd vs temp

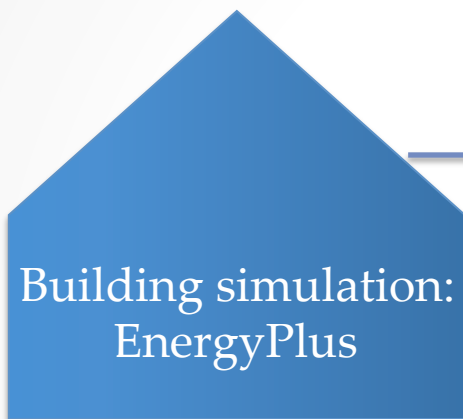




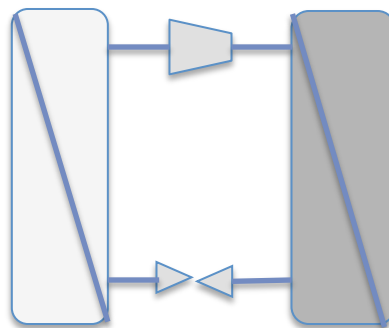
Ett hus i South Dakota

- Prototypus i Sioux Falls
- 7 kW vätska-luftvärmepump
- 2 borrhål, 70 el 80 m djupa
- Borrhålsavstånd 4.5 m
- Standard bentonitgrout
- Värmeledning 2.82 W/m,K
- 20% etanol/vatten
- Ingen tappvarmvattenvärmning
- 10800 kWh värme
- 1478 kWh kyla
- Flöde 0.38 l/s

Metod



Heat pump system:
Custom (VBA)



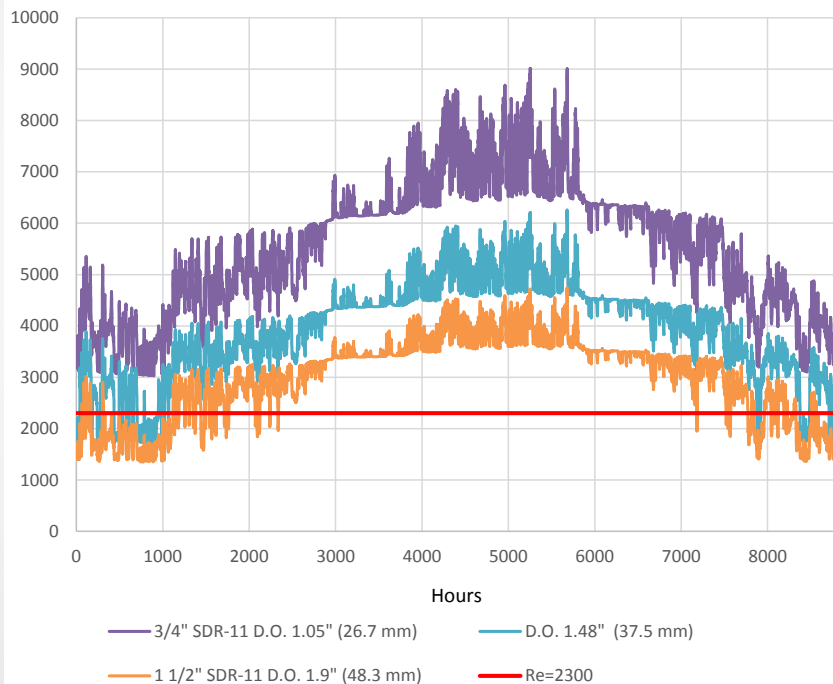
Vertical GHE:
HVACSIM+



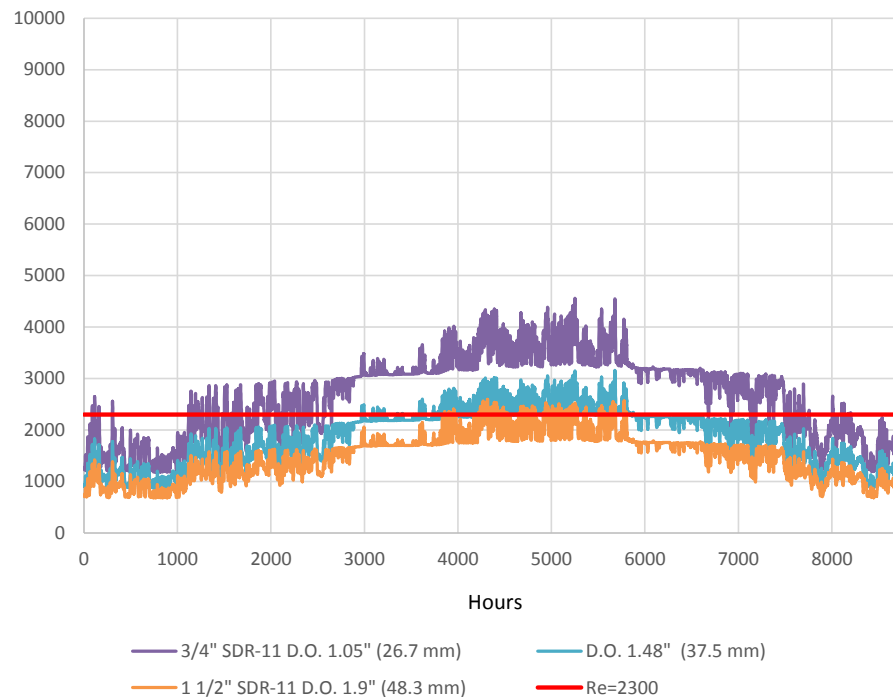


Reynolds tal

Reynolds Number, Two 230 ft (70 m) BH, Series

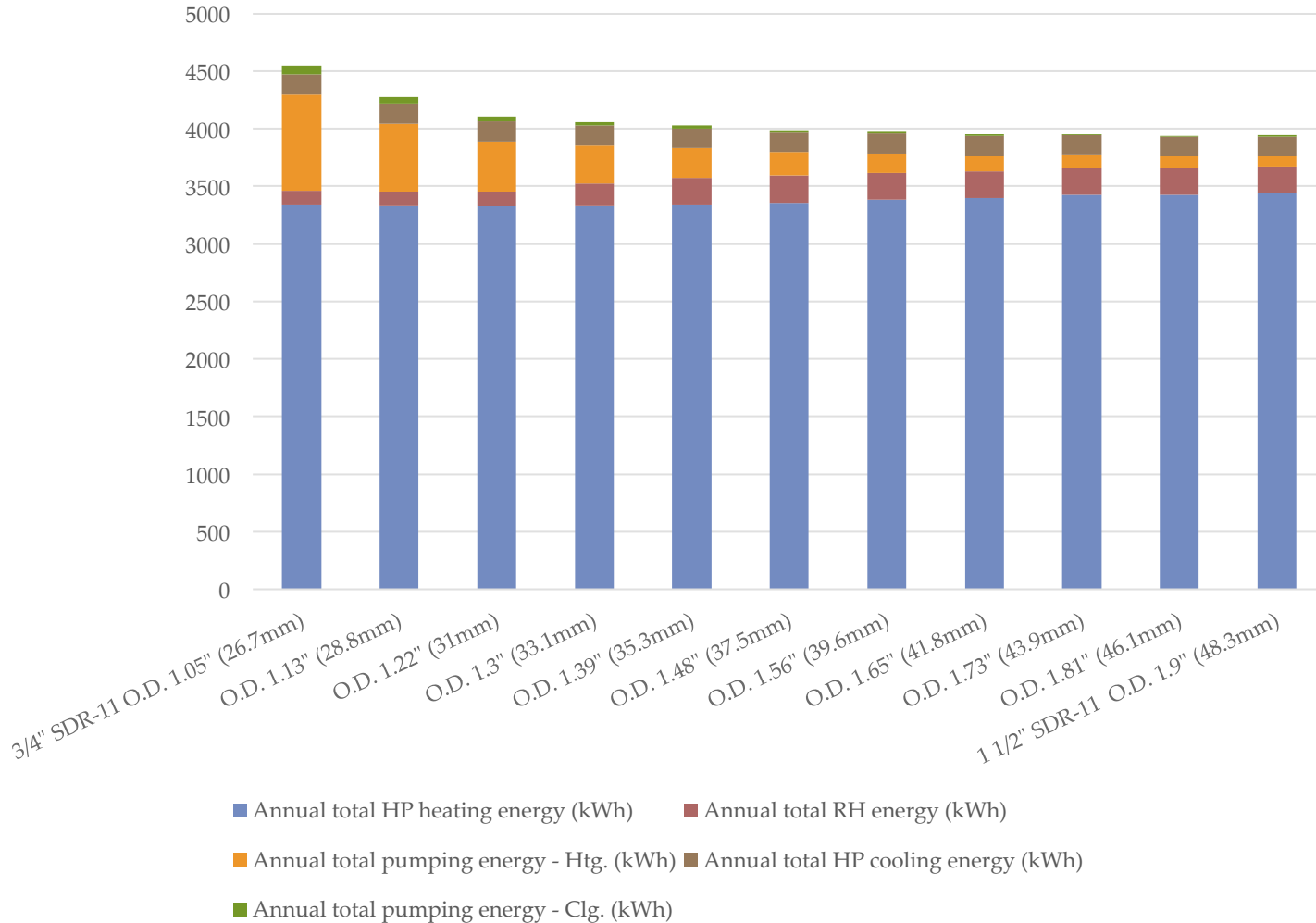


Reynolds Number, Two 230 ft (70 m) BH), Parallel



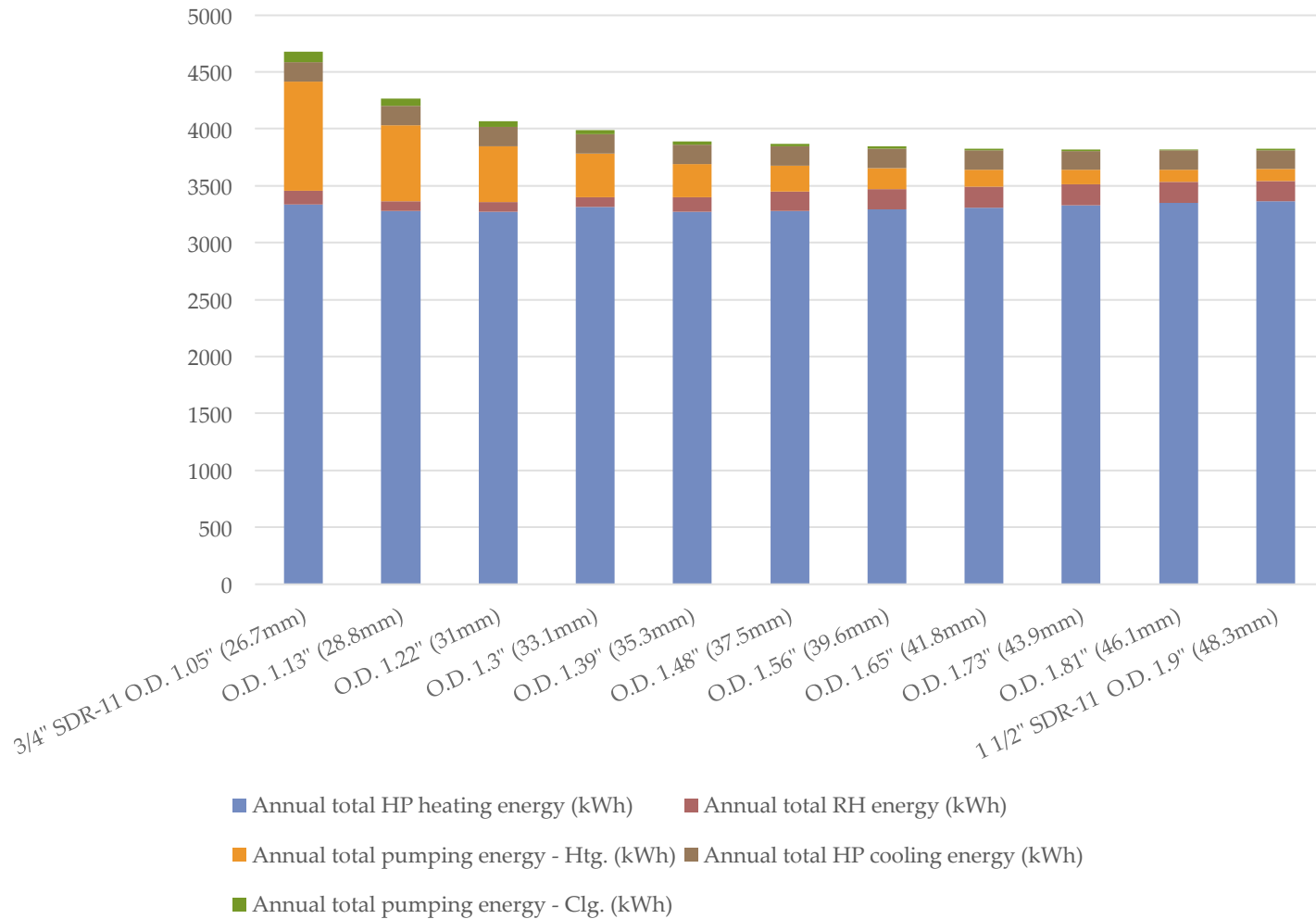
2 borrhål 70 m i serie

Two 230 ft (70 m) deep BH, Series



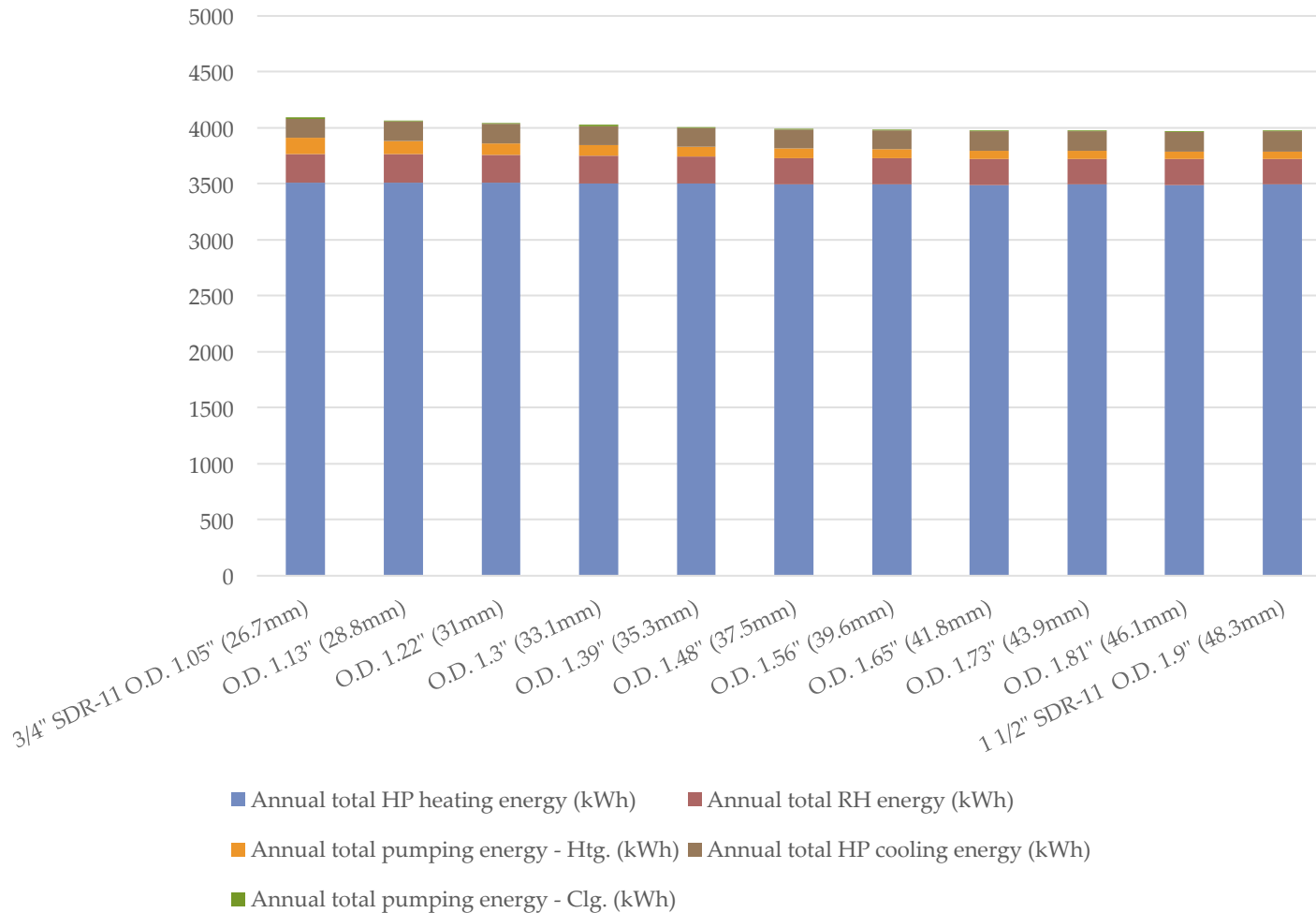
2 borrhål, 80 m i serie

Two 262 ft (80 m) deep BH, Series



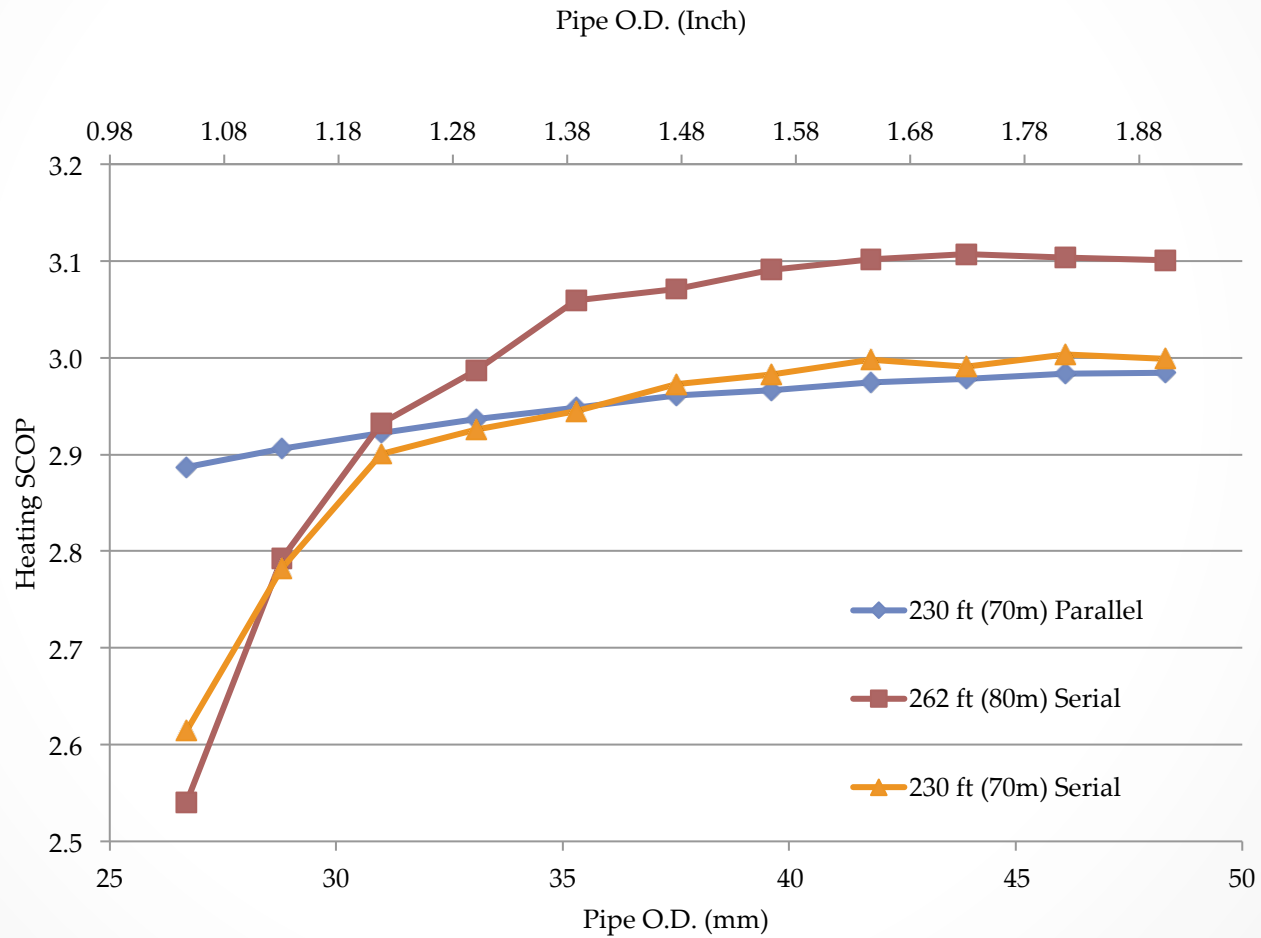
2 borrhål, 70 m, parallella

Two 230 ft (70 m) BH, Parallel

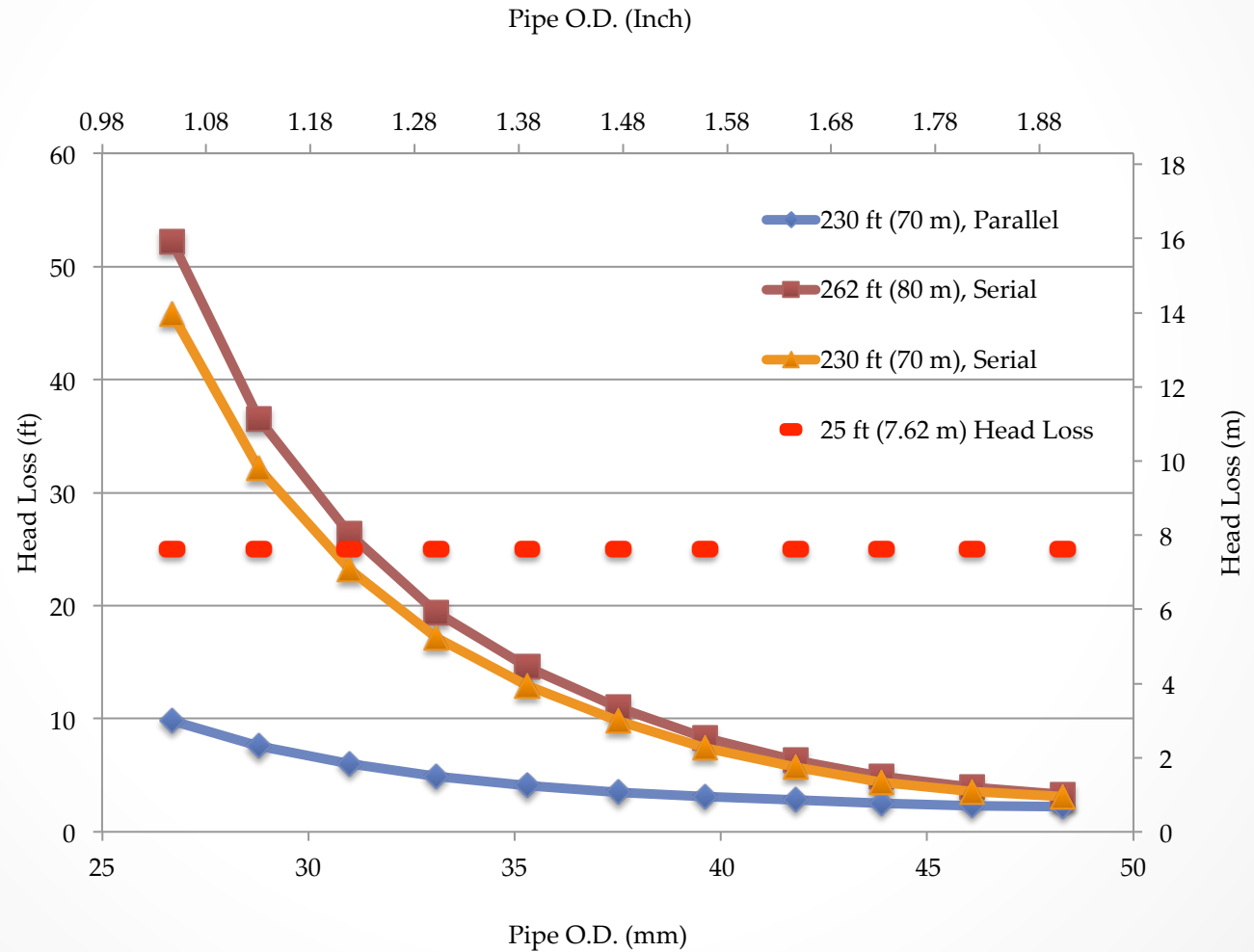




COP vs diameter



Tryckfall vs diameter





Slutsatser - South Dakota

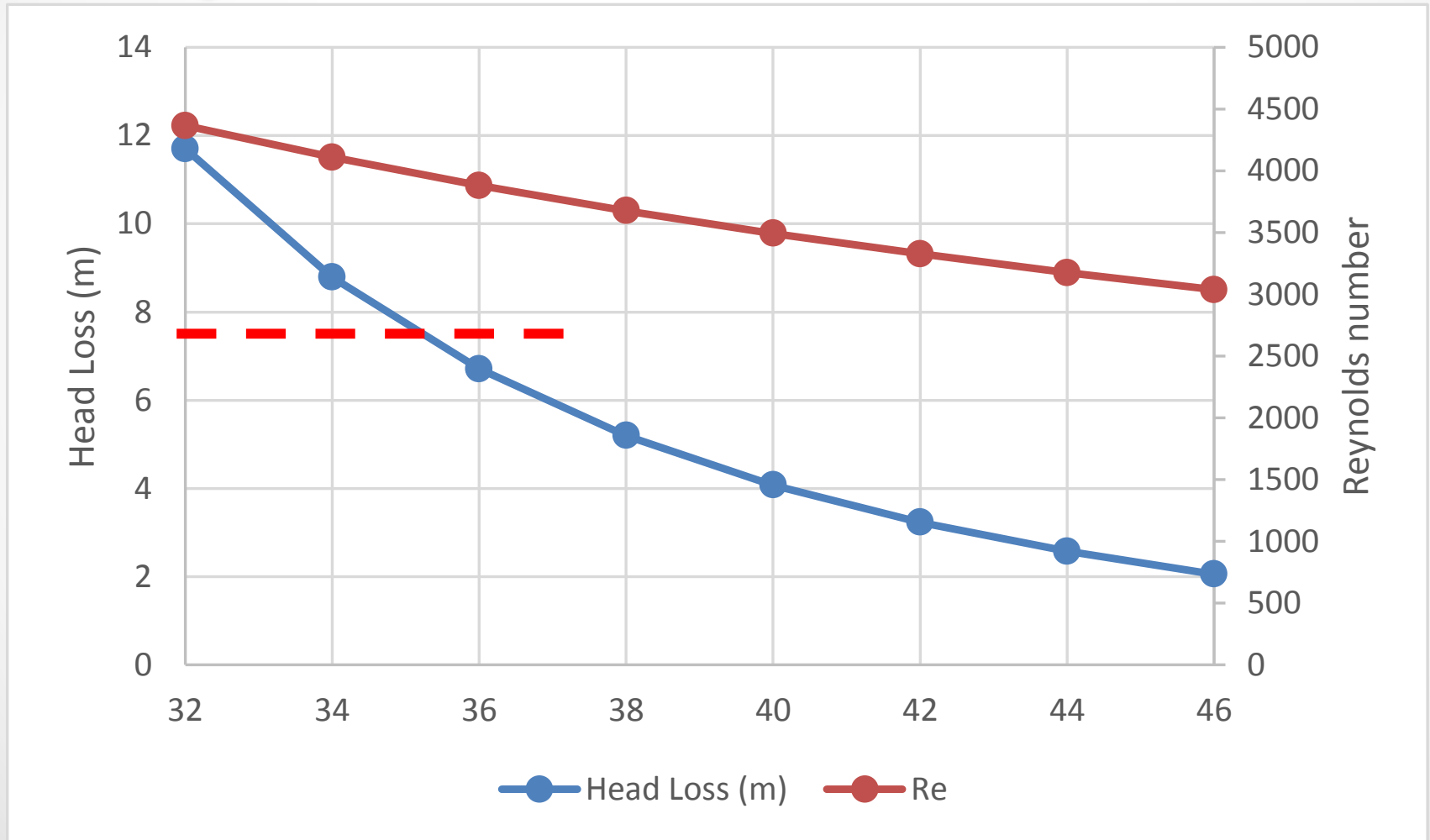
- Det är viktigare för systemets prestanda att hålla lågt tryckfall än att hålla turbulent flöde hela tiden
- Jämfört med seriekoppling, ger parallellkoppling bättre total prestanda för små diametrar, och likt de seriekopplade för större diametrar, trots laminärt flöde.

Ett svenskt typhus

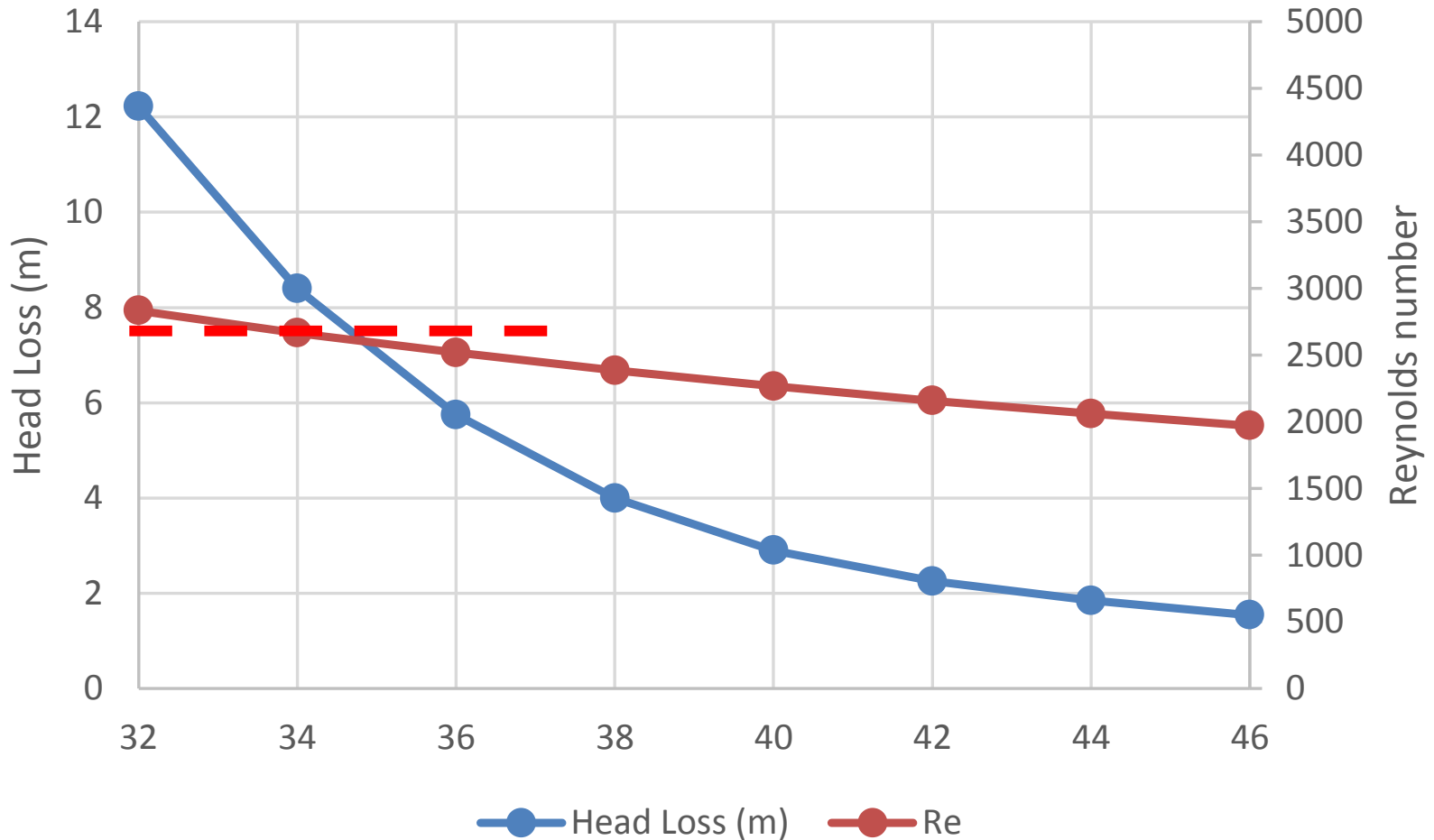
- Renoverat 1940-talshus i Stockholm
- 7 kW värmepump
- 120 m vattenfyllt borrhål
- 28% etanolblandning
- 4500 kWh varmvattenbehov
- 15000 kWh värmebehov
- Flöde 0.5 l/s



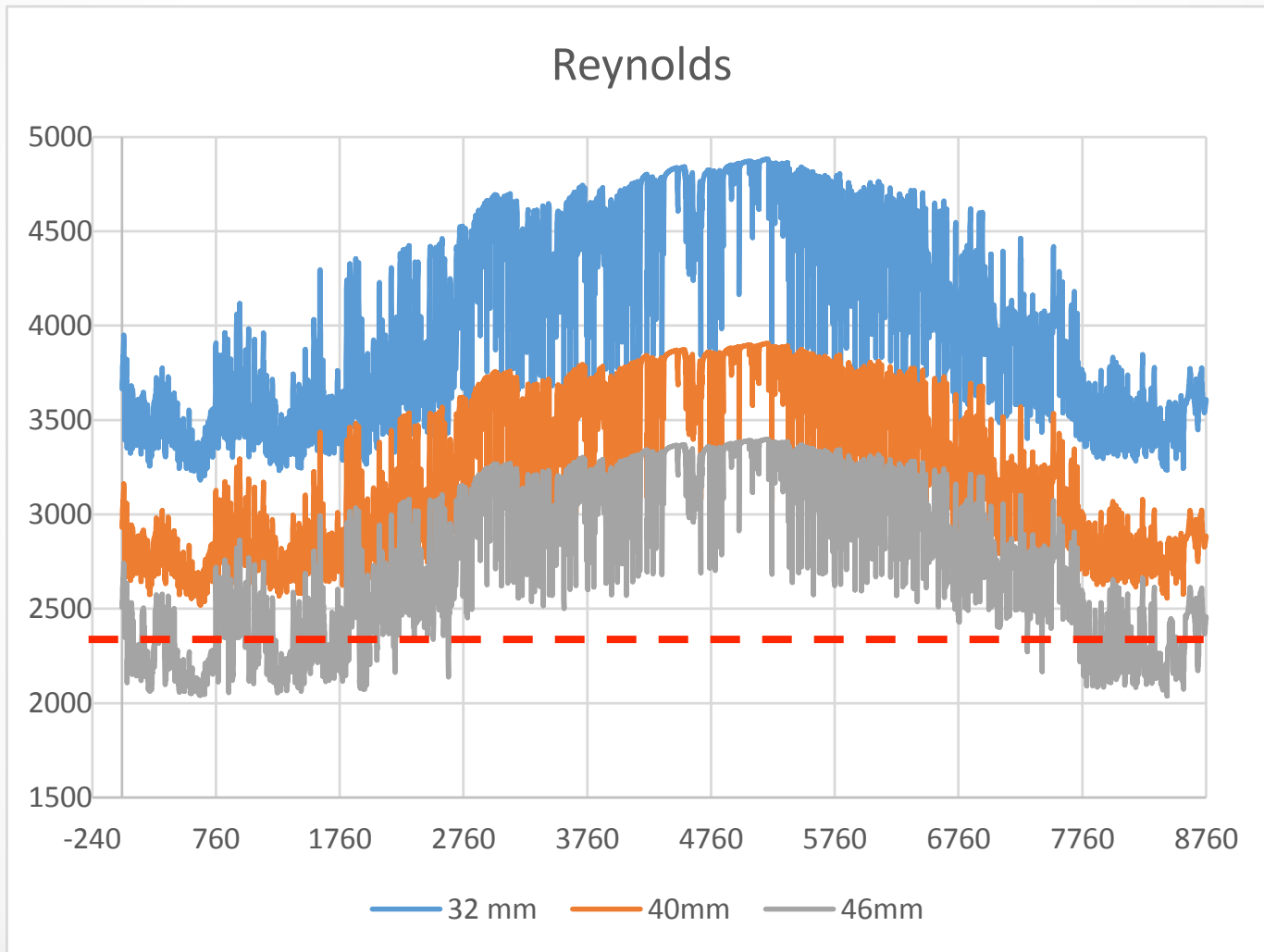
Tryckfall och Re vid 5°C



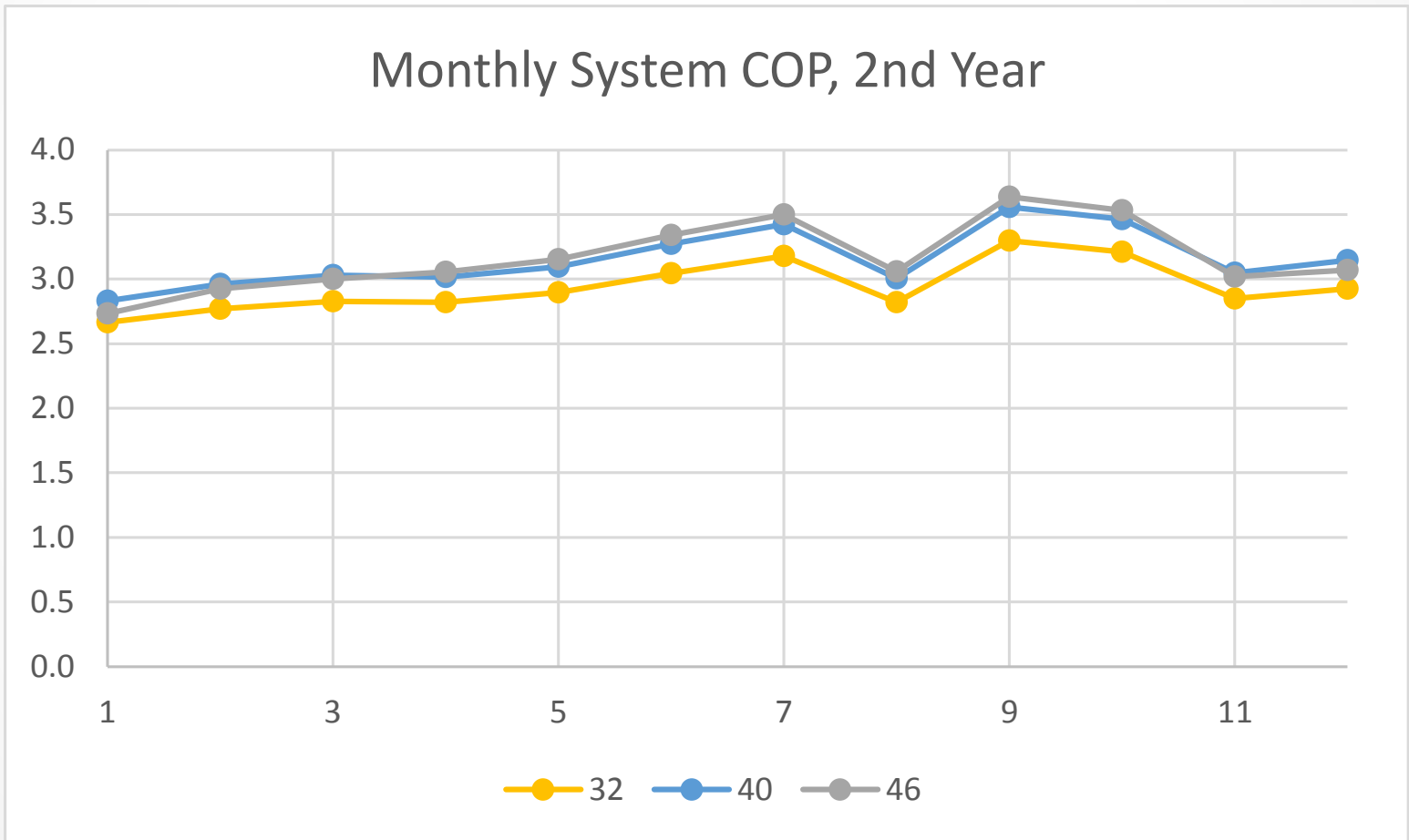
Tryckfall och Re vid -3°C



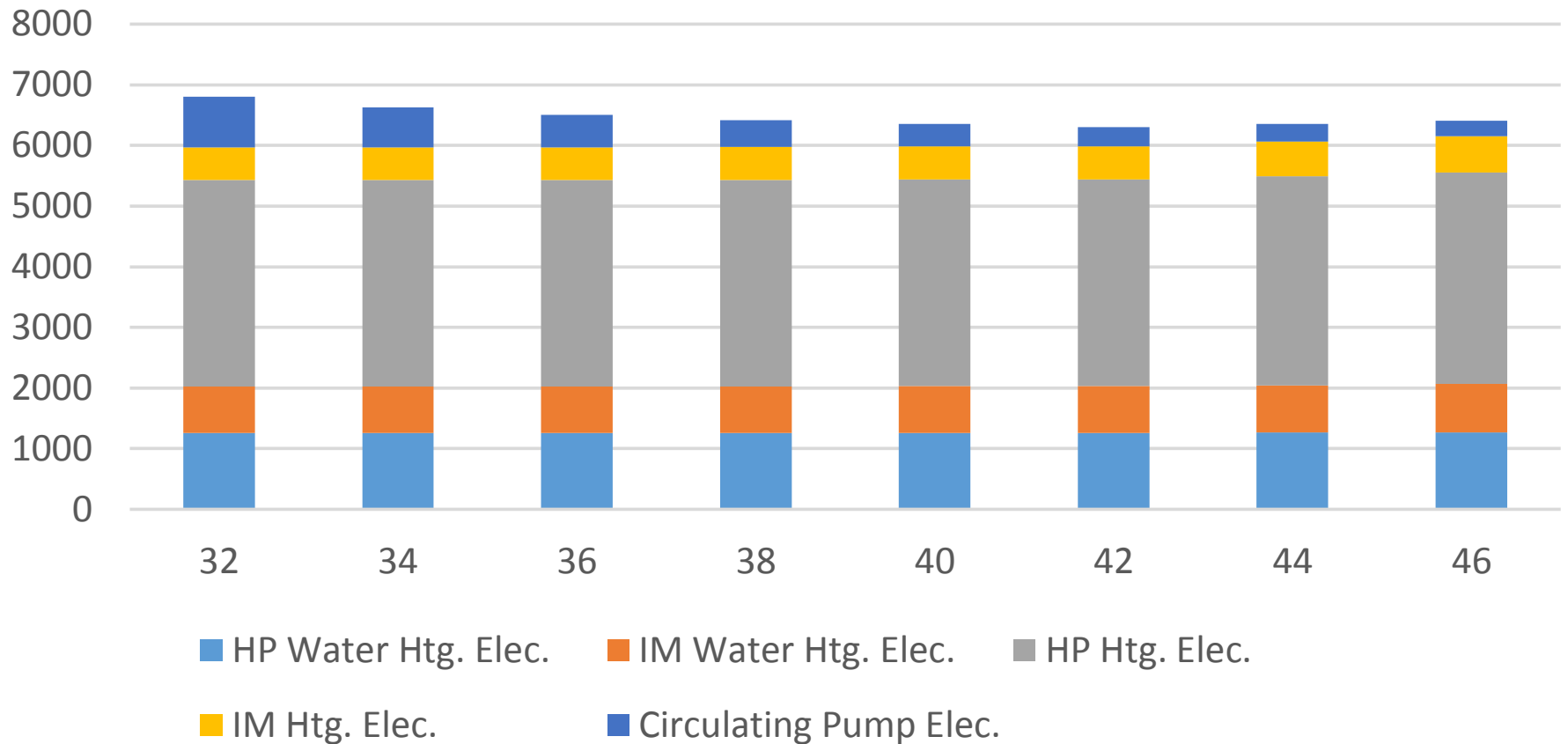
Reynolds tal över året



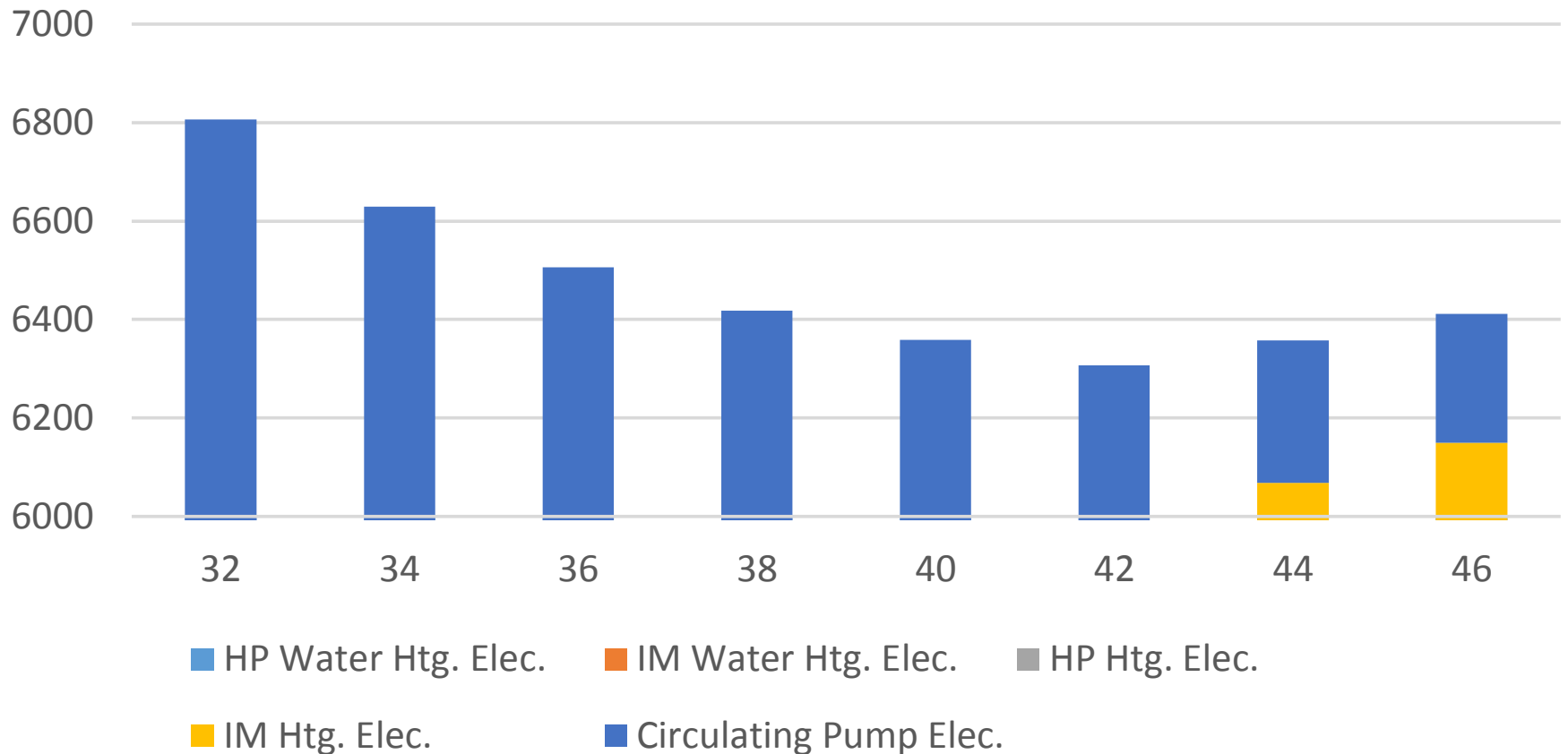
COP över året



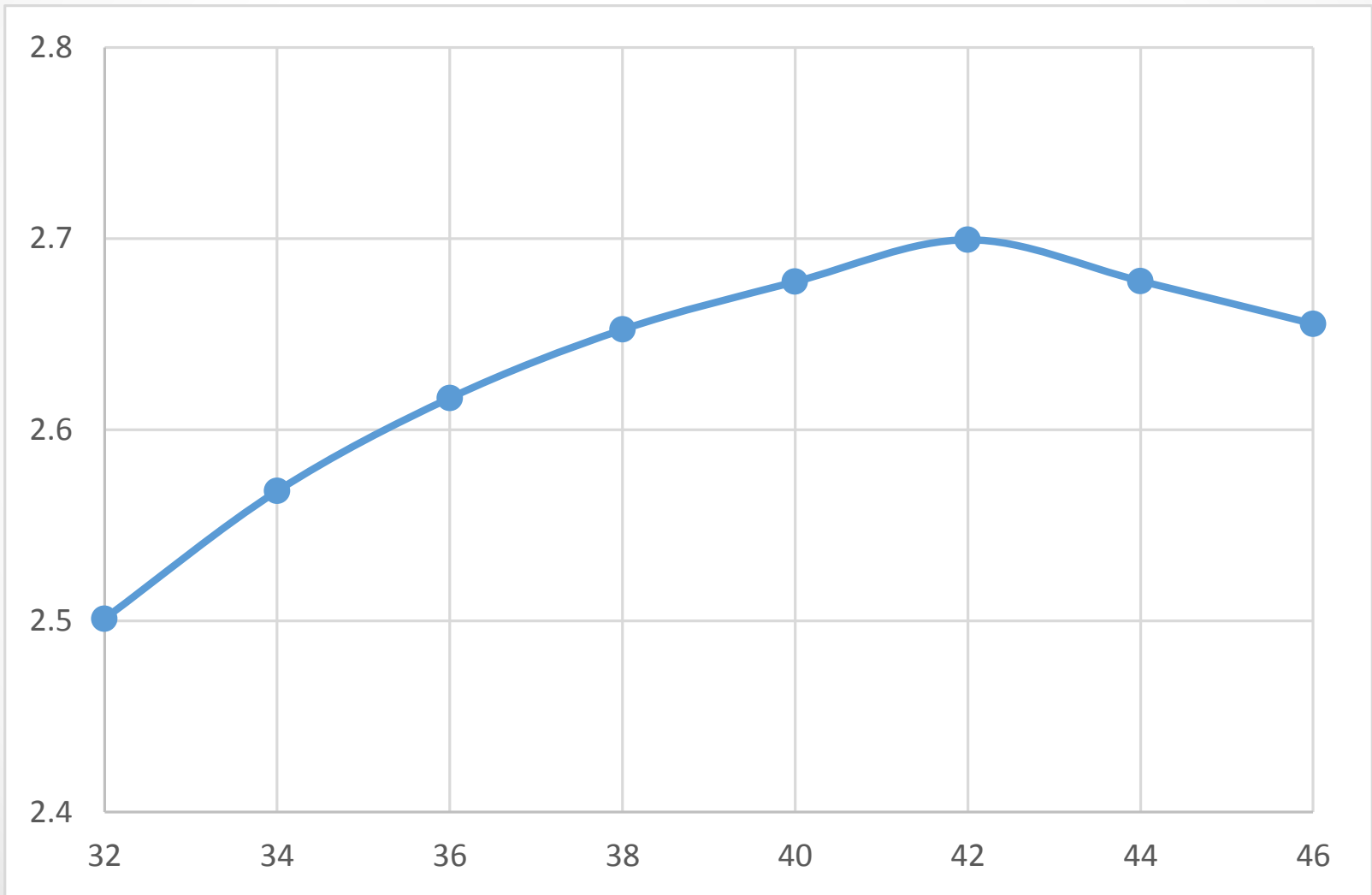
Year 2 Elec. Energy Consumption



Year 2 Elec. Energy Consumption



SCOP





Slutsats för Sverige

- Mer komplicerad modellering pga vattenfyllda borrhål och tappvatten
- För normala svenska förhållanden håller sig flödet turbulent eller i övergångszonen för temperaturer över noll grader
- Relativt okänsligt för slangdimension



Tack för er uppmärksamhet!

