

Ökensol värmer processledning?

Längs inloppsledningen till en kylare minskar normalt kylvattentemperaturen. Kim J. Vasa, Finland, upplevde det motsatta i det australiska solskenet. Professor Dan Loyd beskriver mätproblemet och reder ut vad som kan ligga bakom fenomenet.

Kim medverkade vid uppstart av en processanläggning i Australien där kylvatten med temperaturen 90°C transporterades i en rak oisolerad rörledning till en värmeväxlare. Se figuren för mer data.

Vattentemperaturen mättes med hjälp av två laboratorietermometrar som var placerade i fickor vid rörets inlopp och vid dess utlopp. Till sin förvåning fann man att temperaturen var 1°C högre vid utloppet än vid inloppet. 1°C är ganska mycket i förhållande till 6°C.

Korrekt termometrar

Man misstänkte först att det rörde sig om ett mätfel och bytte därför plats på de båda termometrarna. Skiftet gav inget märkbart resultat utan det var fortfarande 1°C varmare vid utloppet. Alltså inget fel på termometrarna.

Vid mätningarna var det närmare 40°C varmt i luften och solen lyste från en nästan molnfri himmel. Kim undrar nu om temperaturstegringen kan bero på att solen värmede kylvattnet i röret?

Vad betyder mätfelet?

Frågan innehåller en mycket viktig kommentar om betydelsen av 1°C, vilken förtjänar att upprepas. En temperaturredifferens på 1°C kan tyckas liten, men det gäller inte i detta fall. Om man beräknar värmeflödet i värmeväxlaren med hjälp av temperaturredifferensen (6°C) betyder en avvikelse på 1°C att värmeflödet ändras cirka 17%! För vattenflödet 100 m³/timme är den effekt som överförs i värmeväxlaren 700 kW och 17% motsvarar 120 kW.

Värmeförlust dominerar

Den oisolerade rörledningen värms av solen men kyls av konvektion och strålning till omgivningen. Under en het dag i Australien kan värmeflödet från solen mycket väl uppgå till 1000 W/m², vilket innebär att rörledningen skulle kunna tillföras drygt 2 kW.

Värmeflödet från rörledningen (90°C) till omgivningen (40°C) kan uppskattas till närmare 4 kW, om vi räknar med både naturlig konvektion och strålning till omgivningen.

Uppskattningen innebär att nettovärme-flödet från rörledningen till omgivningen är 2 kW. Vattnets temperatursänkning blir då knappt 0,02°C, om vi antar att vattenhastigheten är 1 m/s, vilket ungefär motsvarar vattenflödet 110 m³/timme.

Värmeflödet till och från rörledningens

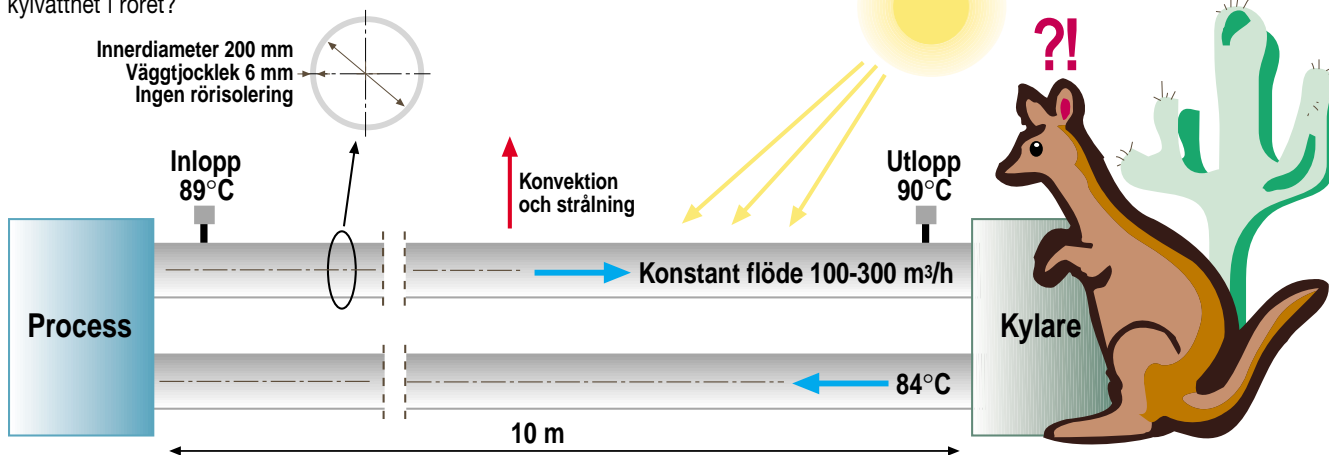
mantelyta resulterar inte i en temperaturhöjning utan i en sänkning på 0,02°C. Denna lilla temperaturändring kan därför inte förklara den uppmätta temperaturhöjningen på 1°C.

Skiktningproblem?

En trolig orsak till avvikelsen är att det råder skiktning i strömningen vid rörinloppet. Skiktning kan uppstå om vatten av olika temperatur skall blandas. Innan temperaturen har utjämnats finns vattenstråk med olika temperatur. Mätningen vid inloppet kan ha skett i ett sådant stråk med låg temperatur.

Vid rörtutloppet som ligger 50 rördiametrar nedströms räknat från inloppet har vattentemperaturen utjämnats och temperaturvariationerna i rörtvärsnittet är försumbara. Termometern vid rörtutloppet mäter då medeltemperaturen i röret.

Det kan tyvärr vara mycket svårt att mäta i områden med skiktning, eftersom man måste mäta i många punkter i ett tvärsnitt för att kunna bestämma medeltemperaturen. Helst bör man mäta långt nedströms blandningsområdet så att temperaturen har utjämnats. En skiktning i strömningen indikerar också att blandningsområdet är olämpligt utformat. Stora temperaturvariationer i ett rörtvärsnitt bör undvikas, eftersom det kan orsaka sprickbildning.



Har du synpunkter eller frågor kontakta professor Dan Loyd, LiTH, på e-post: danlo@ikp.liu.se