

Apparatskåp i gass och is

FRÅGA: Vi monterar apparatskåp utomhus. Ibland tvingas vi montera det så att det utsätts för direkt solstrålning. Skåpets ytterdimensioner är 800x400x100 mm. Vilken temperaturhöjning kan solen ge?

Roger W

SVAR: För att kunna göra en uppskattning av apparatskåpets temperatur måste vi införa ett antal förutsättningar. Se även svaret i StoPextra 3-06. Vi tänker oss en het sommar dag då strålningen från solen är 700 W/m², när den når skåpet. Vi antar också att skåpet är så ofördelaktigt monterat som möjligt, vilket betyder att solstrålarna träffar skåpet vinkelrätt den stora ytan som är A m². Ytan antas reflektera 20 % av den inkommande strålningen från solen, vilket innebär att 560 W/m² (1) tillförs skåpet. Se figuren.

Ytan A avger värme till omgivningen genom strålning, men den tillförs också värme från omgivningen genom strålning. Vi antar att skåpytans temperatur är T kelvin (K) och omgivningstemperaturen är 25 °C eller 273 + 25 = 298 K. Om skåpytans emissionskoefficient antas vara 0.9 blir värmeutbytet med omgivningen

$$Q = 0.9 A 5.67 \cdot 10^{-8} (T^4 - 298^4) \text{ W} \quad (2)$$

De samband som används finns närmare förklarade i t ex Repetitionskurs i värmeöverföring, se www.pentronic.se/stopextra och Teknikartiklar.

Den omgivande luften tillförs värme från skåpets yta genom konvektion. Om vi antar att det blåser svagt blir värmövergångskoefficienten 5 - 10 W/m²K. Låt oss välja 8 W/m²K. Värmeflödet genom konvektion till omgivningen blir

$$Q = 8 A (T - 298) \text{ W} \quad (3)$$

Värme transporteras också in i skåpet och vidare genom skåpets övriga väggar och infästning. Det mest ofördelaktiga fallet är att detta värmeflöde är noll (4). Om vi därför enbart betraktar skåpets framsida får vi följande värmebalans

$$(1) = (2) + (3) + (4) \text{ med insatta värden}$$

$$560 A = 0.9 A 5.67 \cdot 10^{-8} (T^4 - 298^4) + 8 A (T - 298) + 0$$

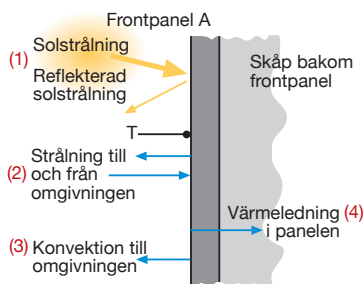
De frågor som vi tar upp här skall ha allmänt mättekniskt och/eller värmekniskt intresse.

FRÅGA?
SVAR!

Skåpytans temperatur, T, blir 337 K eller 64 °C. Solen åstadkommer i detta fall en beräknad temperaturökning på 39 °C över temperaturen i omgivningen, 25 °C. Om man tar hänsyn till den temperaturhöjning som orsakas av elektroniken i apparatskåpet, blir temperaturen i skåpet väsentligt högre än vid kalibreringstillfället (normalt rumstemperatur) eller ännu värre utanför normala komponenters arbetsområde.

Den beräknade temperaturen är emellertid beroende av de förutsättningar som vi har infört. Solinstrålningen varierar i verkligheten kraftigt med såväl tiden som platsen. Om inte ytan är vinkelrät mot strålningen från solen, blir den tillförda effekten till skåpet lägre och därmed temperaturen. Apparatskåpet bör naturligtvis också placeras på en så skuggig plats som möjligt. För att ytterligare minska inverkan av strålningen kan man förse skåpet med strålningskydd.

Ytans absorptionskoefficient och emissionskoefficient påverkar i hög grad inverkan av strålningen. Nedsmutsning gör tyvärr att ytorna med tiden tenderar att bli allt svartare, vilket ändrar båda koefficienterna. Vid beräkningarna försummas värmeflödet i skåpets infästning och övriga väggar. Om infästningens temperatur är lägre än skåpets, bortförs värme och därmed sjunker skåptemperaturen. Motsvarande gäller för skåpets övriga väggar. Avslutningsvis kan man konstatera att det är betydligt lättare att värma apparatskåpet än att kyla det för att hålla temperaturen inom arbetsområdet.



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