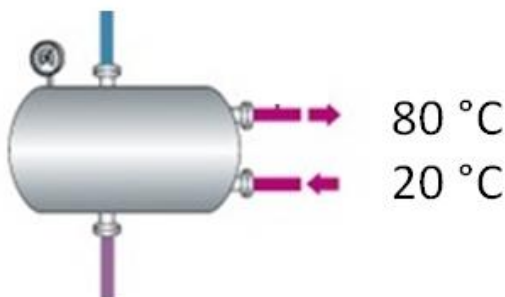


## Dimensionering och dränering av värmeväxlare

Ånga används främst i värmningsprocesser. I nedanstående exempel går vi igenom dimensionering och dränering av en värmeväxlare.

### Exempel

Vi vill värma vatten från 20 °C till 80 °C vid ett flöde av 30 l/min, ångtrycket från pannan är 10 barg. För att kunna dimensionera värmeväxlaren, rörledningar och armatur behöver vi veta hur mycket ånga som går åt.



### Energibehov i växlaren

Ångbehovet beräknas med energiekvationen  $Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$ . Energin som går åt att värma ett media beror på massflödet ( $m$ ), mediets specifika värmekapacitet ( $C_p$ ) och temperaturhöjningen ( $\Delta T$ ).

I vårt exempel får vi följande beräkning:

$$Q_{\text{behov}} = m \cdot C_p \cdot \Delta T = 30 \text{ l/min} \cdot 60 \text{ min/h} / 1000 \text{ l/m}^3 \cdot (80 - 20 \text{ °C}) \cdot 4,18 \text{ kJ/kg, °C} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 451'440 \text{ kJ/h}$$

Vi behöver med andra ord tillföra 451 MJ/h till vår värmeväxlare, energi vi får ifrån ånga. Hur mycket ånga motsvarar detta? Det kan vi beräkna genom följande ekvation:

$$M_{\text{ånga}} = Q_{\text{behov}} / Q_{\text{ånga}}$$

Massa ånga = Energibehovet i värmeväxlaren / Energin i ångan vid drifttrycket

### Ångflöde

För att kunna beräkna ångflödet, så behöver vi veta trycket på ångan. Trycket från ångpannan är 10 barg, men behöver vi så högt tryck i växlaren? Fördelen med ett högt tryck är att vi kan ha en mindre ångledning, medan fördelen med lågt tryck är att vi har högre ångbildningsvärme (mer energi i ångan). I detta fall kan vi ha 1 barg ånga för då har vi en temperatur på 120 °C, vilket räcker mer än väl för att värma vattnet upp till 80 °C. I ångtabellen ser vi att vid 1 barg har ångan 2 202 kJ/h i ångbildningsvärme. Beräkningen blir då:

Filnamn: Dimensionering och dränering av värmeväxlare.docx

$$M_{\text{ånga, 1 bar}} = Q_{\text{behov}} / Q_{\text{ånga}} = 451\,440 \text{ kJ/h} / 2\,202 \text{ kJ/h} = 205 \text{ kg/h}$$

Vi behöver 205 kg/h av 1 bars ånga. Vi kan enkelt beräkna hur mycket mer ånga det krävs om ångtrycket hade varit 10 bar.  $M_{\text{ånga, 10 bar}} = 451\,440 / 1\,999 = 226 \text{ kg/h}$ , med andra ord 21 kg/h mer.

### Rördimensioner

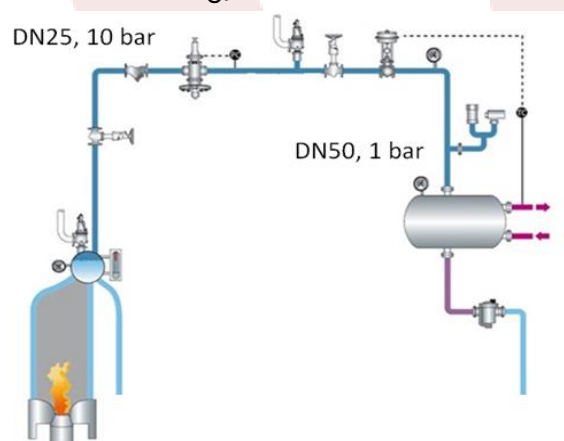
Vilken rördimension behöver vi ha på ångledningen till värmeväxlaren? I tabellen längst bak ser vi hur mycket ånga som får plats i rören beroende på ångtryck och rördimension. Vi tittar i tabellen. Vi har 1 bars ånga och vi vill inte ha en hastighet över 25 m/s på ångan. Med en DN50 klarar vi 238 kg/h, det vill säga något mer än 205 kg/h. Om vi räknar med att vi kommer att behöva öka kapaciteten på värmeväxlaren, ska vi dock tänka på att välja en större dimension. Som vi ser räcker det med att ångledningen innan reducerventilen (på 10 bars systemet) är DN25.

När vi drar vår ångledning från stamledningen ska vi även tänka på att ta uttaget från toppen. Tar vi uttaget från botten riskerar vi att få med kondensat och inte torr fin ånga.

### Kondensatavledare

Nu ska vi placera en kondensatavledare i vårt värmeväxlarsystem. Vi väljer en mekanisk då vi har temperaturstyrning. Vi går i detta exempel inte in i detalj på hur avledaren dimensioneras, men förenklat så vet vi att det krävs 200 kg/h ånga vilket medför att det bildas 200 kg/h kondensat. Då vi vill ha en säkerhetsfaktor på runt 2 behöver vi en fälla som klarar ca 400 kg/h vid rätt differenstryck. Vi har 1 bar innan fällan och behöver veta vad vi har för tryck efter fällan. Om vi antar att vi har atmosfärstryck efter fällan (kondensatet går mot en öppen tank), då ska fällan klara 400 kg/h vid 1 bars differenstryck.

Vilken dimension ska vi ha på rörledningen? Vi hade DN50 innan värmeväxlaren, vill vi ha samma nu? Nej, eftersom ånga tar 1700 gånger större plats än samma mängd kondensat, så behöver vi en betydligt mindre dimension på kondensatledningen. Däremot får vi inte glömma att ångan kommer att flasha efter fällan på grund av tryckskillnaden.



Flashhången tar mer plats än kondensatet och det måste vi ta hänsyn till när rörledningen dimensioneras.

**Formeln för att beräkna flashning:**

$$\% \text{-flashning} = (q_1 - q_2) / r \times 100$$

Det är helt enkelt differensen mellan vätskevärmets vid det höga trycket ( $q_1$ ) och vätskevärmets vid låga trycket ( $q_2$ ) delat med ångbildningsvärmets vid låga trycket ( $r$ ). Kondensatet kommer anpassa sig till sitt nya tryck och därmed avge sin överskottsenergi som går till att förångas en del av kondensatet.

**I vårt exempel blir uträkningen följande:**

I ångtabellen ser vi att vätskevärmets vid det höga trycket, det vill säga 1 bar, är 505 kJ/h. Vätskevärmets vid det låga trycket, 0 bar, är 418 kJ/h och ångbildningsvärmets vid samma tryck är 2 258 kJ/h.

Uträkningen blir då:

$$\% \text{-flashning} = (505 - 418) / 2258 \times 100 = 4 \%$$

4 % av kondensatet kommer att förångas igen: 4 % av 205 kg = 8 kg. Vilken rörledning krävs för att ta hand om 8 kg ånga vid 0 bar? I tabellen ser vi 0,4 bar som lägst, men en DN15 ledning verkar fungera bra.

