

Dimensionering van expansievaten

Berekening van een Flexcon expansievat met vast of verwisselbaar membraan volgens EN12828 voor c.v.- en koel installaties met aanvullingen van Flamco uit de praktijk.

Grondbegrippen voor de berekening van een Flexcon expansiesysteem

Expansievolume V_e

Bij opwarming van de installatievloeistof zal deze uitzetten. In gesloten systemen leidt dit tot drukverhoging. Deze toename in volume noemen wij het expansievolume. Door dit volume op te vangen in een expansievat wordt de drukverhoging voorkomen. Het afnemen van het volume bij afkoeling noemen we contractie. Bij een GWK systeem moet dit volume ook worden berekend.

Waterreserve V_v

Door een waterreserve op te nemen in het expansievat wordt drukverlies als gevolg van ondichtheden of ontgassing gecompenseerd.

Opmerkingen Flamco:

- Ondichtheden zijn bijvoorbeeld zweetende koppelingen of diffusie door leidingen.

Nuttige (of netto) vatinhoud V_{netto}

Dit is de hoeveelheid water die maximaal aan de wateraansluitzijde van het membraan kan worden opgenomen.

Bruto vatinhoud V_{bruto}

Dit is de totale inhoud van het Flexcon expansievat.

Statische druk P_{st}

Dit is de druk die ontstaat door de statische hoogte H_{st} van de installatie, tussen het aansluitpunt van het Flexcon expansievat en het hoogste punt, gemeten in meters waterkolom (1 meter waterkolom = 0,1 bar).

Dampdruk P_d

Door hoge temperaturen in combinatie met additieven kan het kookpunt van de installatievloeistof tijdens werking worden bereikt. In dit geval gaat ook dampdruk een factor spelen bij de werking van het expansievat.

Druktoeslag P_z

Een druktoeslag dient ter compensatie van tolerantieverschillen in voordrukken en om een overdruk te garanderen op alle momenten en plaatsen in het systeem. Aanbevolen wordt om een druktoeslag van ten minste 0,2 bar in acht te nemen.

Verschildruk circulatiepomp ΔP_{pomp}

Het kan voorkomen dat installatieontwerpen een optimale plaatsing van het vat in de retourleiding niet toestaan. In dat geval kan de differentiële druk van de circulatiepomp wateropname van het expansievat positief of negatief beïnvloeden.

Voordruk van het Flexcon expansievat P_o

Dit is de druk, gemeten op het stikstofvulventiel in onbelaste toestand en bij omgevingstemperatuur. Deze druk wordt als volgt bepaald:

$$P_o = P_{st} + P_d + P_z + \Delta P_{pomp} (\geq 0,5 \text{ bar}, P_z=0,2) (\text{afroonden naar boven op een veelvoud van } 0,5 \text{ bar})$$

Opmerkingen Flamco:

- Omdat Flamco standaard voordrukken levert van 0,5/1,0/1,5/2,0/2,5/3,0 bar dient de berekende voordruk te worden afgerond naar boven op een veelvoud van 0,5 bar.
- Een correctie ($+\Delta P_{pomp}$) kan nodig zijn wanneer de hydraulische situatie ter hoogte van het expansievat daarom vraagt (bijv. plaatsing vat aan de perszijde van de pomp).
- Als ter hoogte van het expansievat een minimale werkdruk gevraagd wordt die hoger ligt dan de berekende voordruk (door bijvoorbeeld een circulatiepomp), dan wordt dit bepalend als voordruk.

Insteldruk veiligheidsventiel P_{sv}

De insteldruk van het veiligheidsventiel is die druk waarbij het ventiel opengaat om de installatie te beschermen tegen te hoge druk. Raadpleeg de fabrikant voor de nauwkeurigheidstoleranties van deze insteldruk, welke van invloed kan zijn op de einddruk.

Einddruk P_e

Dit is de maximaal toelaatbare druk van de installatie ter plaatse van het Flexcon expansievat. Deze wordt als volgt bepaald:

$$P_e = P_{sv} * 0.9 \quad (\geq 0,3 \text{ bar, ventiel-type D/G/H})$$

Opmerkingen Flamco:

- Als het Prescor veiligheidsventiel niet op gelijke hoogte met het Flexcon expansievat is gemonteerd of als er een pomp tussen het Flexcon expansievat en het Prescor veiligheidsventiel is geplaatst dient de einddruk te worden gecorrigeerd.
- De einddruk mag de op het expansievat aangegeven maximale waarde nooit overschrijden.

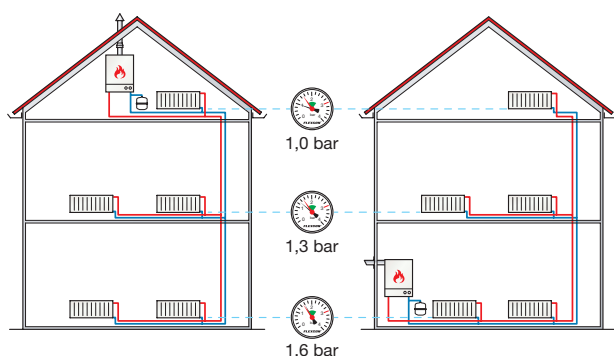
Nuttig effect η_g

Dit is de verhouding tussen bruto- en netto-vatinhoud. Het nuttig effect wordt bepaald door de verhouding tussen vóór- en einddruk, in bar absoluut.

Inhoud van de installatie V_A

Dit is de som van de inhouden van:

- Opwekkers (ketels, warmtewisselaars etc.).
- Buffervaten.
- Verdelers.
- Transportleidingen.
- Afgiftenet (radiatoren, vloerverwarming, luchtverhitters etc.).

**Berekening en keuze expansievoorziening**

Een expansieberekening bestaat uit een aantal vaste stappen.

1) Verzamel benodigde gegevens

- Inhoud van de installatieonderdelen V_a
- Vermogen van de installatie $Q_{n,tot}$
- Statische hoogte boven het vat H_{st}
- Maximale systeemtemperatuur t_{max}
- Minimale systeemtemperatuur t_{min} (Standaard 4 °C)
- Retourtemperatuur t_r

2) Bepaal expansiecoëfficiënt n

De expansie van water als gevolg van temperatuursverandering kan worden uitgerekend met behulp van de dichtheid:

$$n = 1 - (\rho_{t,max} / \rho_{t,min}) \Rightarrow \text{(zie ook tabellen verderop in het boek)}$$

Opmerking Flamco:

- Neem bij c.v.-installaties voor het bepalen van $\rho_{t,max}$ de gemiddelde stooktemperatuur.
- Omdat in moderne systemen meerdere temperatuurtrajecten voorkomen (bijv. vloerverwarming in combinatie met radiatoren), is het raadzaam de expansiefactor per traject uit te rekenen.
- De dichtheid van het installatiewater verandert zodra er additieven zoals anti-vries aan wordt toegevoegd. Raadpleeg hiervoor gegevens van de fabrikant.

3) Bepaal het expansievolume V_e

Dit wordt bepaald door de Installatieinhoud te vermenigvuldigen met het expansiecoëfficiënt:

$$V_e = V_a \times n$$

4) Waterreserve V_{wr}

Standaard is een volume van 0,5% van de installatie nodig om inhoudsverliezen te compenseren. Echter bij kleinere installaties is het effect van een klein verlies op de druk veel groter. Daarom hanteert men een minimum van 3 liter.

Opmerkingen Flamco:

- Hanteer een minimum van 6 liter. Door de waterreserve te vergroten wordt de onderhouds-interval in kleinere installaties aanzienlijk verlengd.

5) Bepaal het nuttig effect η_G

In formulevorm als volgt weergegeven (afgeleid van de wet van Boyle):

$$\eta_G = (P_e - P_o) / P_e \text{ (Drukken in bar absoluut.)}$$

6) Bruto-inhoud Flexcon expansievat V_{bruto}

De bruto-inhoud van het Flexcon expansievat krijg je door de netto inhoud te delen door het nuttig effect:

$$V_{bruto} = (V_e + V_{wr}) / \eta_G$$

Opmerking Flamco:

- Wanneer het maximaal nuttig effect van een expansievat wordt overschreden, kan het membraan te maken krijgen met trekbelasting. Dit heeft beschadiging of zelfs breuk van het membraan tot gevolg.

Maximaal nuttig effect Flexcon vaten:

- Flexcon expansievat met vast membraan : 0,63.
- Flexcon 800 L en 1000 L expansievat : 0,50.
- Flexcon M : 0,72.

Temperatuur in het Flexcon expansievat

De maximum toegestane temperatuur in het Flexcon expansievat is 70 °C continu. Bij hogere temperaturen zal er bij het installatieontwerp in een voorschakelvat moeten worden voorzien. De minimum temperatuur in het Flexcon expansievat is -10 °C.

Thermische expansie van water in %

In navolgende tabel en grafiek staan gegevens over de volumevermeerdering van water in procenten bij temperatuurverhogingen van water van 4 °C tot 105 °C.

Bron: George S. Kell (1975), Åke Melinder

Berekening Koelinstallaties

In het geval van koelberekeningen kan dezelfde methode worden gebruikt, maar zijn er een aantal zaken waarmee rekening gehouden dient te worden:

- De aanvoertemperatuur t_v is de laagste temperatuur in het systeem.
- Als hoogste temperatuur rekent men liever niet met de retourtemperatuur t_r , maar met de de maximale omgevingstemperatuur $t_{max, amb}$ zodat bij stilstand het veiligheidsventiel niet onnodig aangesproken wordt.

Thermische uitzetting van systeemvloeistoffen

Temperatuur Min - Max [°C]	Water	Water + 10% Ethyleen- glycol	Water + 20% Ethyleen- glycol	Water + 30% Ethyleen- glycol	Water + 40% Ethyleen- glycol	Water + 50% Ethyleen- glycol
4 - 5	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04
4 - 10	0,03	0,08	0,13	0,19	0,23	0,26
4 - 15	0,09	0,16	0,26	0,36	0,44	0,49
4 - 20	0,18	0,27	0,41	0,55	0,66	0,74
4 - 25	0,29	0,39	0,57	0,75	0,89	0,99
4 - 30	0,43	0,54	0,75	0,97	1,13	1,25
4 - 35	0,59	0,70	0,95	1,19	1,39	1,53
4 - 40	0,78	0,88	1,16	1,44	1,65	1,81
4 - 45	0,98	1,08	1,38	1,69	1,93	2,10
4 - 50	1,19	1,30	1,62	1,95	2,21	2,40
4 - 55	1,43	1,53	1,88	2,23	2,51	2,70
4 - 60	1,68	1,78	2,15	2,52	2,81	3,02
4 - 65	1,94	2,05	2,43	2,82	3,12	3,34
4 - 70	2,22	2,33	2,73	3,13	3,44	3,66
4 - 75	2,51	2,62	3,04	3,45	3,77	3,99
4 - 80	2,82	2,93	3,36	3,79	4,10	4,33
4 - 85	3,14	3,26	3,69	4,13	4,45	4,67
4 - 90	3,47	3,60	4,04	4,48	4,80	5,01
4 - 95	3,81	3,95	4,40	4,84	5,15	5,36
4 - 100	4,16	4,31	4,76	5,21	5,52	5,72
4 - 105	4,53	4,68	5,14	5,59	5,88	6,07

bron: G. Kell 1975, Åke Melinder, 2007.

- Anti-vriestoevoegingen kunnen de thermische uitzetting vergroten. Controleer hiervoor de data van de leverancier. Onderaan de pagina vindt u een tabel met indicatieve waarden voor water met ethyleenglycol.

Dimensionering Flexcon expansieautomaat

Bij expansieautomaten wordt de compensatie-volumestroom als gevolg van expansie en contractie gereguleerd door een pomp- of compressorgestuurde besturingseenheid.

Bij compressorautomaten wordt de luchtzijdige vulling dynamisch aangestuurd en bij pompautomaten staat de luchtzijde compleet in verbinding met de atmosfeer. Een nuttig effect berekening komt daardoor te vervallen. De vaten worden indien nodig maximaal gevuld.

Het verschil tussen bruto en netto vatinhoud wordt hier bepaald door de maximale nuttige inhoud:

$$V_{bruto} = (V_e + V_{wr}) / \eta_{max}$$

Expansieautomaten kunnen hierdoor een stuk kleiner worden in verhouding tot membraandruk-expansievaten.

Maximaal nuttige inhoud Flexcon automaten:

$$\eta_{max} = 0,85.$$

Selectie Pomp of Compressor aan de hand van de volumestroom.

De capaciteit van de pomp of compressor moet goed worden afgestemd op de te verwachten volume-stromen. In ons berekeningsprogramma op de site worden alle parameters en logaritmes meegenomen. Voor de handmatige selectie kunt u de grafieken raadplegen aan het begin van hoofdstuk 2.



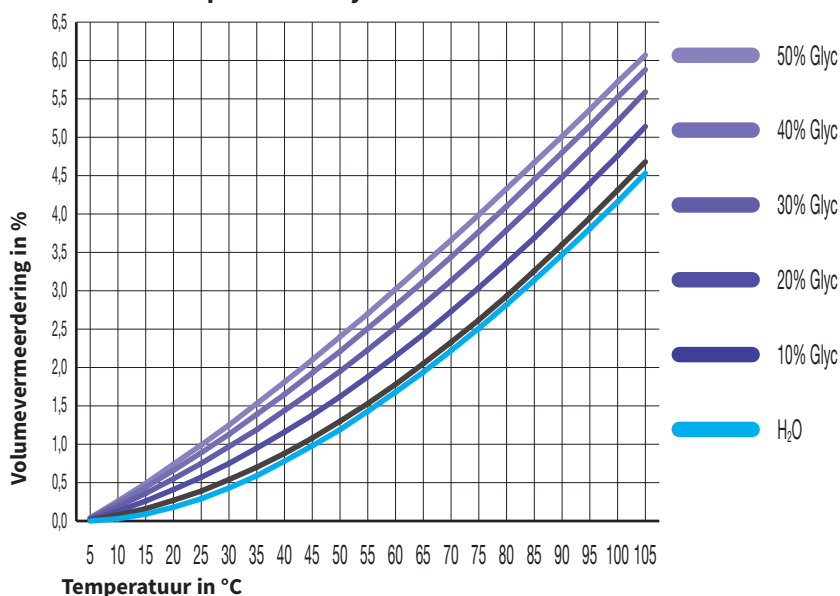
In de grafiek kunt u de volumevermeerdering voor andere temperaturen aflezen.



Toevoegingen aan het water zoals anti-vries kunnen de thermische expansie positief beïnvloeden.

Zie hiervoor de technische gegevens van de leverancier van de toevoegingen. Voor een indicatie kunt u ook de grafieken verderop in het boek raadplegen.

Thermische expansie van systeemvloeistof



Benadering van de waterinhoud van de installatie

Om het benodigde Flexcon expansievat te kunnen bepalen moet de waterinhoud van de installatie worden berekend. Is berekening van de installatie niet mogelijk, dan kan deze inhoud worden benaderd met behulp van de ervaringscijfers hiernaast, tot en met 'Kolomradiatoren' gebaseerd op een aanvoer-/retourtemperatuur van 90/70 °C.

De waterinhoud van de installatie kan worden benaderd door het vermogen van de installatie te vermenigvuldigen met de in de tabel genoemde waarden. De tabel heeft betrekking op nieuwe installaties. Het is aan te bevelen om voor oudere installaties hogere waarden te kiezen. Deze methode is indicatief en geeft geen garantie voor een correcte bepaling van het benodigde Flexcon expansievat.

In moderne installaties worden niet alle subsystemen (bijv. vloerverwarming of buffervat) aan dezelfde minimum en maximum temperaturen blootgesteld. In zo'n geval is het raadzaam om het expansievolumen per substelsysteem uit te rekenen en vervolgens bij elkaar op te tellen.

c.v.-installatie met	Waterinhoud in liter per 1 kW (860 kcal/h)
Convectors en/of luchtverhitters	5,2
Inductie units	5,5
Luchtbehandelingsinstallaties	6,9
Paneelradiatoren	8,8
Utiliteit mix CV	10,0
Kolomradiatoren	12,0
Utiliteit mix GW	15,0
Stralingsplafonds en/of vloerverwarming	18,5
Uitgebreide buisleidingsystemen (wijkverwarming)	25,8



Nuttig effect

In deze tabel kunt u het nuttig effect aflezen zoals dat geldt bij de verschillende voor- en einddrukken. Het advies is om tenminste 1,5 bar tussen de voordruk en de einddruk te houden.

Statische hoogte [m]	Voordruk [bar]	Insteldruk Veiligheidsventiel / Einddruk [bar]			
		3 / 2,7	6 / 5,4	8 / 7,2	10 / 9
3	0,5	0,59	-	-	-
8	1	0,46	0,69	-	-
13	1,5	0,32	0,61	0,70	-
18	2	0,19	0,53	0,63	-
23	2,5	0,05	0,45	0,57	0,65
28	3	-	0,38	0,51	0,60
33	3,5	-	0,30	0,45	0,55
38	4	-	0,22	0,39	0,50
43	4,5	-	0,14	0,33	0,45
48	5	-	-	0,27	0,40
53	5,5	-	-	0,21	0,35
58	6	-	-	0,15	0,30
63	6,5	-	-	0,09	0,25
68	7	-	-	-	0,20
73	7,5	-	-	-	0,15
78	8	-	-	-	0,10

Vuldruk in uw installatie

Theorie

Een juiste vulling past bij een goed berekend expansievat. Door de juiste hoeveelheid water aan het gesloten systeem toe te voegen wordt een minimale waterreserve en daarmee bedrijfsdruk gegarandeerd en wordt voorkomen dat het veiligheidsventiel onnodig wordt aangesproken.



Bij een verkeerd gevuld systeem kunnen de volgende problemen ontstaan:

- Als er teveel water in het systeem zit wordt de einddruk van het systeem te snel bereikt en kan het veiligheidsventiel onnodig worden aangesproken met het in storing vallen van de ketel als gevolg.
- Door het onvoldoende vullen van het systeem kan het expansievat bij afkoeling van de installatie droog komen te staan. Het gevolg hiervan is het plotseling wegvallen van de druk en het in storing vallen van de ketel. Er kan zelfs een onderdruk ontstaan met luchtproblemen in het systeem tot gevolg.

Het vaststellen van de vuldruk in koude toestand

De juiste vuldruk in koude toestand is eenvoudig te berekenen. In EN 12828 annex D wordt de volgende formule voorgesteld:

P_0 = voordruk: gasdruk in het vat in onbelaste toestand.

P_{ini} = vuldruk: installatiedruk na het vullen van het systeem

$P_{ini} = P_0 + 0,3 (\geq 0,5)$

Opmerkingen Flamco:

- Als men in koude toestand kleinere installaties direct vanaf de waterleiding bijvult, is het soms lastig om op 0,1 bar nauwkeurig bij te vullen. Het is daarom veel praktischer om van een maximale en een minimale vuldruk uit te gaan.
- Zorg voor een vuldruktolerantie ΔP_{ini} van minimaal 0,25. Is dit niet mogelijk, kies dan een groter vat.

- Als men meer waterreserve wenst (zoals bijv. minimaal 6 liter ipv 3 liter), dan zal dit moeten worden verrekend in de vuldruk. Dat wil zeggen: om meer water in het vat te krijgen zul je tot een hogere druk moeten bijvullen.
- Als een c.v.-installatie al op temperatuur is bij het instellen van de vuldruk, dan gelden andere waarden die ook in ons berekeningsprogramma kunnen worden opgeroepen.

Minimale en maximale vuldruk in uw installatie

Door de volgende benadering wordt met al de hiervoor genoemde opmerkingen rekening gehouden. De minimaal benodigde vuldruk kun je het best berekenen gerelateerd aan de hand van de temperatuur die op het moment van vullen in de installatie aanwezig is. Door maximaal toelaatbare vuldruk uit te rekenen wordt een goed beeld gegeven van de toleranties die men heeft bij het vullen.

Begrippen

$P_{ini, min}$	= minimale vuldruk
P_0	= voordruk van het vat
V_{vat}	= nominaal vatvolume
V_v	= waterreserve
$V_{e, vul}$	= expansievolume bij vultemperatuur
ΔV_e	= Verschil in expansievolume tussen de maximale - en de vultemperatuur.

Minimale vuldruk

$$P_{ini, min} = \frac{V_{vat} \times (P_0 + 1)}{(V_{vat} - V_v - V_{e, vul})} - 1 (\geq P_0 + 0,3)$$

Maximale toelaatbare vuldruk

$$P_{ini, max} = \frac{V_{vat} \times (P_0 + 1)}{[V_{vat} \times (P_0 + 1) / (P_e + 1) + \Delta V_e]} - 1$$

Bedrijfsdruk Automaten

Bij automaten wordt over het algemeen een werkdruk ingesteld die een minimale druk van 1 bar op het hoogste punt garandeert. Uiteraard afhankelijk van de randvoorwaarden van het systeem.

Berekeningsvoorbeelden Flexcon expansievaten

Voorbeeld 1: c.v.-installatie

Gegevens

- Installatieinhoud V_A = 340 liter
- Hoogste stooktemperatuur (90/70 °C) t_{max} = 80 °C
- Installatie hoogte = 8 m
- Insteldruk veiligheidsventiel P_{sv} = 3,0 bar
- Flexcon expansievat en ketel **boven** geplaatst.
- Dus: statische hoogte H_{st} = 3 m.

Berekening

Expansiecoëfficiënt $n = 2,82\%$

Expansievolume $V_e = 340 \times 2,82\% \approx 9,59$ liter

Waterreserve $V_{wr} = 340L \times 0,5\% (\geq 6)$ liter = 6 liter

H_{st} : Omdat het expansievat boven in het systeem zijn geplaatst, is de statische hoogte niet meer dan 3 m.

Voordruk $P_0 = (H_{st}/10) + 0,2 = 0,5$ bar

Einddruk $P_e = 3,0 - 10\% = 2,7$ bar

Nuttig effect $\eta_e = \frac{(2,7 + 1) - (0,5 + 1)}{(2,7 + 1)} = 0,5945$

Benodigde bruto-inhoud V_{bruto} van het
Flexcon expansievat = $\frac{9,59 + 6}{0,5945} \approx 26,22$ liter

Te kiezen: een Flexcon 35/0,5.

Vuldruktoleranties bepalen bij 20°C:

Expansievolume $V_e = \frac{340 \times 0,18}{100} \approx 0,6$ liter

$P_{ini,min} = \frac{35 \times (0,5 + 1)}{(35 - 0,6 - 6)} - 1 \approx 0,9$ bar

$P_{ini,max} = \frac{35 \times (0,5 + 1)}{[35 \times (0,5 + 1) / (2,7 + 1) + (9,59 - 0,6)]} - 1$

$\approx 1,3$ bar.

Voorbeeld 2: c.v.-installatie

Gegevens

- Waterinhoud onbekend
- Vermogen van de ketel = 280 kW
- Hoogste stooktemperatuur (80/60 °C) = 80 °C
- Installatie hoogte = 12 m
- Insteldruk veiligheidsventiel P_{sv} = 3,0 bar
- Flexcon expansievat en ketel **beneden** geplaatst.
- Installatiedelen: 100% paneelradiatoren

Berekening

Berekening installatie-inhoud = $280 \times 8,8 = 2.464$ liter
Expansiecoëfficiënt $n = 2,22\%$

Expansievolume $V_e = 2.464 \times 2,22\% = 54,7$ liter

Waterreserve $V_{wr} = 2.464 \times 0,5\% (\geq 6) = 12,32$ liter
Statische hoogte $H_{st} = 12$ m

Voordruk $P_0 = (12/10) + 0,2 = 1,4$ bar
 \Rightarrow afronden naar 1,5 bar

Nuttig effect $\eta_e = \frac{(2,7 + 1) - (1,5 + 1)}{(2,7 + 1)} = 0,324$

Benodigde bruto-inhoud V_{bruto} van het
Flexcon expansievat = $\frac{54,7 + 12,32}{0,324} = 206,9$ liter

Te kiezen: een Flexcon 300/1,5.

Vuldruktoleranties bepalen bij 20°C:

Expansievolume $V_e = \frac{2.464 \times 0,18}{100} \approx 4,4352$ liter

$P_{ini,min} = \frac{300 \times (1,5 + 1)}{(300 - 4,4352 - 12,32)} - 1 \approx 1,65$ bar

Let op: $1,65 \geq P_0 + 0,3 \Rightarrow$ neem $P_0 + 0,3 = 1,8$ bar

$P_{ini,max} = \frac{300 \times (1,5 + 1)}{[300 \times (1,5 + 1) / (2,7 + 1) + (54,7 - 4,4352)]} - 1$
 $\approx 1,96$ bar

Let op: er is te weinig tolerantie tussen
 $P_{ini,min}$ en $P_{ini,max}$ (min. 0,25 bar)

Conclusie: neem een 425/1,5 en bereken opnieuw de maximale vuldruk (= 2,15 bar).

Voorbeeld 3: GWK-installatie**Gegevens**

- Installatieinhoud V_a = 13.889 l.
- Systeenvloeistof: water met 30% Glycol
- Eis: **vat met verwisselbaar membraan**
- Vermogen van de GWK installatie = 1000 kW
- Laagste koeltemperatuur (6/12 °C) = 6 °C
- Maximale omgevingstemperatuur = 35 °C
- Installatie hoogte = 30 m
- Insteldruk veiligheidsventiel P_{sv} = 4,0 bar
- Flexcon expansievat **boven** geplaatst.
- Dus: Statische hoogte H_{st} = 3 m.

Berekening

Expansiecoëfficiënt $n = 1,19\%$ (4 - 35 °C)

Expansievolume $V_e = 13.889 \times 1,19\% \approx 165,3$ liter

Waterreserve $V_{wr} = 13.889 \times 0,5\% (\geq 6) = 69,445$ liter

Voordruk $P_0 = (H_{st}/10) + 0,2 = 0,5$ bar

Einddruk $P_e = 4,0 - 10\% = 3,6$ bar

Nuttig effect $\eta_g = \frac{(3,6 + 1) - (0,5 + 1)}{(3,6 + 1)} = 0,6739$

Benodigde bruto-inhoud V_{bruto} van het

Flexcon expansievat = $\frac{165,3 + 69,445}{0,6739} \approx 348,3$ liter

Te kiezen: een Flexcon M 400/0,5

Vuldruktoleranties bepalen bij 20°C:

Expansievolume $V_e = \frac{13.889 \times 0,55}{100} \approx 76,4$ liter

$P_{ini,min} = 400 \times (0,5 + 1) / (400 - 76,4 - 69,445) - 1$
 $\approx 1,4$ bar ($\geq P_0 + 0,3$)

$P_{ini,max} = 400 \times (0,5 + 1) / [400 \times (0,5 + 1) / (3,6 + 1) + (165,3 - 76,4)] - 1$
 $\approx 1,7$ bar

Voorbeeld 4: Expansieautomaat voor c.v.-installatie**Gegevens**

- Installatieinhoud V_a c.v.-installatie = 130 m³.
- Vermogen van de installatie = 13 MW
- Hoogste stooktemperatuur (90/70 °C) = 90 °C
- Gebouwhoogte = 53 m
- Insteldruk veiligheidsventiel P_{sv} = 8,0 bar
- Flexcon expansievat en ketel **beneden** geplaatst.

Berekening

Expansiecoëfficiënt $n = 2,82\%$

Expansievolume $V_e = 130.000 \times 2,82\% = 3.666$ liter

Waterreserve $V_{wr} = 130.000 \times 0,5\% (\geq 6) = 650$ liter

Minimale bedrijfsdruk = $(53/10) + 0,8 = 6,1$ bar

Einddruk $P_e = 8,0 - 10\% = 7,2$ bar

NB: We kiezen voor een pomp-expansieautomaat vanwege de functionaliteit.

Benodigde bruto-inhoud V_{bruto} van de Flamcomat

expansieautomaat = $\frac{3.666 + 650}{0,85} \approx 5.078$ liter

Te kiezen:

1 x FG 2.800 hoofdvat

1 x FB 2.800 bijschakelvat

Volumestroomberekening: $V_{DH} = f_v \times Q_{n,tot}$

V_{DH} = Benodigde volumestroom

f_v = volumestroomfactor in m³/h.MW

$Q_{n,tot}$ = Totale vermogen van de installatie

$f_v = \frac{(1000 / 965,304) - (1000 / 977,759)}{4,21058 \times 20} \times 3.600$
 $\approx 0,5655$

$V_{DH} = 0,5655 \times 13 \text{ MW} \approx 7,4 \text{ m}^3/\text{h}$

Deze berekening zit standaard in het online berekeningsprogramma. Raadpleeg ook pompgrafieken verderop in het boek, Te kiezen: Pompset D60 of D80 (lastafhankelijk)