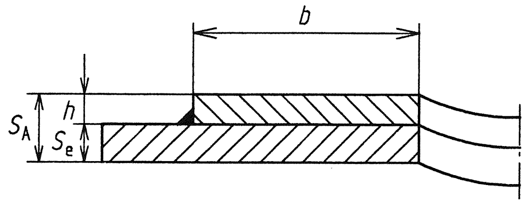

Afbeelding 26 5797-050-020-P

11 Volgorde van berekening met de grafiek en formules

Uit de rompformule volgens AD-Merkblatt B-1 kan de benodigde verzwakkingsfactor worden afgeleid, namelijk:

$$v = \frac{S}{K} \times \frac{D_m \times p}{20 \times s'_e} \qquad (54)$$

D_m = gemiddelde diameter = $D_a - s'_e$

grafiek

Is er een opening in de cilindrische wand dan kan de waarde v_A met behulp van de grafiek en de formule 48 worden bepaald. v_A = de aanwezige verzwakking ('anwesend'). Is de uitkomst van $v_A \geqq v$ dan behoeft geen extra materiaal te worden aangebracht. Indien echter $v_A < v$, dan zal extra versterking in de vorm van een extra dikke tubulure en/of versterkingsring moeten worden aangebracht. Of men moet de pijp zelf dikker uitvoeren. Het benodigde doorsnede-oppervlak van de versterking is af te leiden uit de grafiek, door hiermee de wanddikte s_S van de aftakking, h van de versterkingsring en de lengte l_s te bepalen.

Vraag 16
Zijn er verschillen in de berekening van gelaste en naadloze pijp?

Rekenvoorbeeld 3
Op een hoofdleiding met afmetingen van 521 × 11,5 mm wordt een haakse aftakking geplaatst van 267 × 9,5 mm.

Overige gegevens zijn:

berekeningsdruk van de hoofdleiding	18 bar
rekgrens bij ontwerptemperatuur van het materiaal van de hoofdleiding	190 N/mm^2
rekgrens bij ontwerptemperatuur van het materiaal van de aftakking	170 N/mm^2
veiligheidscoëfficiënt	S = 1,5
toeslagen totaal	1 mm

Uitwerking
De rekenwanddikte s'_A ter plaatse van het gat wordt 11,5 – 1 = 10,5 mm en de rekenwanddikte van de aftakking is 9,5 – 1 = 8,5 mm. Door met formule 54 te rekenen kan de verzwakkingsfactor v worden bepaald, namelijk:

$$v = \frac{1{,}5}{190} \times \frac{510{,}5 \times 18}{20 \times 10{,}5}$$

$$v = 0{,}345$$

Bepaling van v_A uit de grafiek geeft:

$$\frac{s'_S}{s'_A} = \frac{8{,}5}{10{,}5} = 0{,}8095$$

$$\frac{d_i}{\sqrt{\left[D_i + s'_A\right] \times s'_A}} = \frac{250}{\sqrt{510{,}5 \times 10{,}5}} = 3{,}41$$

v_A is nu 0,51; dit is groter dan de benodigde 0,345, zodat geen extra versterking behoeft te worden aangebracht.

Rekenvoorbeeld 4
We nemen dezelfde afmetingen als in het vorige rekenvoorbeeld, echter de inwendige druk is verhoogd naar 36 bar.

Bepaling van de benodigde verzwakking:

$$v = \frac{1{,}5}{190} \times \frac{510{,}5 \times 36}{20 \times 10{,}5}$$

$v = 0{,}691$
We zagen hierboven dat $v_A = 0{,}51$, dus de constructie is hiervoor te zwak (er is een versterking van 0,691 nodig). Er moet nu een versterkingsring rond de aftakking worden aangebracht. Men gaat als volgt te werk: we doen even alsof we $v = 0{,}691$ al ter beschikking hebben. Bij een percentage van $v_A = 0{,}691$, *waarbij alleen de versterking van de aftakking* in rekening is gebracht, moet het benodigde doorsnede-oppervlak voor de versterkingsring worden berekend.

$$\frac{d_i}{\sqrt{\left[D_i + s'_A\right] \times s'_A}} = \frac{250}{\sqrt{510{,}5 \times 10{,}5}} = 3{,}41 \text{ (Dit hadden we reeds)}$$

0,691

Met de waarde van v_A en bovenstaand gegeven van 3,41 kan de verhouding $\frac{s'_S}{s'_A}$ met de grafiek worden bepaald. Deze wordt nu 1,35, dat wil zeggen de totale dikte van s'_S zou moeten worden om de benodigde versterking te geven: (we hebben immers nog geen ring)

$$s'_S = 1{,}35 \times s'_A \times \frac{K_{hoofdleiding}}{K_{aftakking}} = 1{,}35 \times s'_A \times \frac{K}{K_1}$$

$$s'_S = 1{,}35 \times 10{,}5 \times \frac{190}{170}$$

$s'_S = 15{,}84$ mm.

De maximale hoogte l_s welke in rekening mag worden gebracht is

$l_s = 1{,}25 \times \sqrt{(267 + 15{,}84) \times 15{,}84} = 78{,}84$ mm. (AFTAKKING).

De benodigde doorsnede voor de versterkingsring is nu:

$15{,}84 \times 78{,}84 = 1248{,}87$ mm^2. $A = s'_S \times l_S$

De aftakking levert een werkelijke versterking door een oppervlak van:

$$l_s \times s'_S \times \frac{K_1}{K}$$

$$l_s = 1{,}25 \times \sqrt{(267 + 8{,}5) \times 8{,}5}$$

$$l_s = 58{,}59 \text{ mm}$$

$$A = 58{,}59 \times 8{,}5 \times \frac{170}{190} = 445{,}6 \text{ mm}^2 \Rightarrow A = l_S \times s'_A \times \frac{f_A}{f_S}$$

Het oppervlak, aangedragen door de versterkingsring rond het gat, moet nu dus zijn $1248{,}87 - 445{,}6 = 803{,}27$ mm^2.

Neem dikte versterkingsring van 8 mm, dan wordt de nieuwe waarde voor s'_A

$s'_A \rightarrow 10{,}5 + 8 = 18{,}5$ mm.

De breedte b van de versterkingsring volgt uit: (formule 51 toegepast op de versterkingsring)

$$b = \sqrt{\left[D_i + s'_A\right] \times s'_A}$$

$$b = \sqrt{518{,}5 \times 18{,}5}$$

$b = 98$ mm
Deze breedte is groter dan $3 \times s_A = 3 \times (18{,}5 + 1) = 58{,}5$ mm, (in orde).

De vlakke versterkingsring levert hiermee een oppervlak van:

$d \times b \times \frac{f}{f}$

$$8 \times 98 \times \frac{160}{190} = 660{,}21 \text{ mm}^2 < 803{,}27 \text{ mm}^2$$

dus niet in orde.
De rekgrens bij ontwerptemperatuur van het materiaal van de versterkingsring is 160 N/mm^2. Bij een dikte h van de versterkingsring van 10 mm wordt de meewerkende breedte:

$$b = \sqrt{520{,}5 \times 20{,}5}$$

$b = 103{,}3$ mm
Nu levert de vlakke versterkingsring een oppervlak van:

$$10 \times 103{,}3 \times \frac{160}{190} = 869{,}87 \text{ mm}^2 > 803{,}27 \text{ mm}^2\text{; nu in orde.}$$

Controle op de juistheid van de berekende uitkomst

$$\frac{d_i}{\sqrt{\left[D_i + s'_A\right] \times s'_A}} = \frac{250}{\sqrt{520{,}5 \times 20{,}5}} = 2{,}42$$

$$\frac{s'_S}{s'_A} = \frac{8{,}5}{20{,}5} = 0{,}414$$

Uit de grafiek wordt nu $v_A = 0{,}51$.

Wat is nu, na het aanbrengen van de versterkingsring, de benodigde verzwakking ter plaatse van de aftakking? Deze kan nu weer uit de rompformule worden bepaald.

$$v = \frac{1{,}5}{190} \times \frac{36 \times 520{,}5}{20 \times 20{,}5}$$

$v = 0{,}361$ (nodig) $< 0{,}51$, dus in orde.

"REGELS"
Ap = ½*Di1*(½Di2+d2+b)+½*Di2*(d1+a).

Tot slot nog de controle met behulp van formule 49:

$$A_p = 0{,}5 \cdot D_i \cdot (0{,}5 \cdot d_i + s'_S + b) + 0{,}5 \cdot d_i \cdot (s'_A + l_s)$$

$A_P =$ $0{,}5 \times 500 \times (0{,}5 \times 250 + 8{,}5 + 103{,}3) + 0{,}5 \times 250 \times (20{,}5 + 58{,}59) = 59200 + 9886{,}25 = 69086{,}25 \text{ mm}^2$.

$A_{\sigma 0} = (\mathrm{b} + s'_S) \cdot s'_e = (98 + 8{,}5) \times 10{,}5 = 1118{,}25 \text{ mm}^2$.
$A_{\sigma 1} = l_S \cdot s'_S = 58{,}59 \times 8{,}5 = 498{,}02 \text{ mm}^2$.
$A_{\sigma 2} = \mathrm{b} \cdot \mathrm{h} = 98 \times 10 = 980 \text{ mm}^2$.

Hiermee wordt:

$A_\sigma = A_{\sigma 0} + (K_1/K) \cdot A_{\sigma 1} + (K_2/K) \cdot A_{\sigma 2} =$
$= 1118{,}25 + 170/190 \times 498{,}02 + 160/190 \times 980 = 2389{,}11 \text{ mm}^2$.

Nu geldt formule 49:

$$\frac{p}{10} \times \left[\frac{A_p}{A_\sigma} + \frac{1}{2}\right] = \frac{K}{S}$$

$$\frac{36}{10} \times \left[\frac{69086{,}25}{2389{,}11} + \frac{1}{2}\right] = 105{,}9 \leqq \frac{190}{1{,}5} = 126{,}67$$

Dus in orde.