

## Eigenaren hogedruk aardgastransportleidingen

### Memo

**Onderwerp**  
Technische grenzen voor invoergegevens in CAROLA

**Datum**

9 maart 2009

**Ons kenmerk**

**Blad**

1/6

**Behandeld door**

Helpdesk CAROLA  
Tel (030) 274 3618  
Fax (030) 274 4442  
CAROLA@rivm.nl

#### *Buitendiameter*

De buitendiameter moet worden aangegeven in mm. Elke waarde tussen 50mm en 1234mm is toegestaan (een 2 inch en 48 inch gasleiding hebben respectievelijk een diameter van 60.3mm en 1219mm). De oorsprong van deze grenzen wordt hieronder uiteengezet. Wanneer er wordt gesproken over "diameter" wordt in deze memo altijd de buitendiameter bedoeld.

#### *Rekgrens*

De rekgrens moet worden gespecificeerd in N/mm<sup>2</sup> en een waarde tussen 180 N/mm<sup>2</sup> en 552 N/mm<sup>2</sup> is toegestaan. De normale ondergrens voor de rekgrens die overeenkomt met Grade B is gelijk aan 241 N/mm<sup>2</sup>, maar lagere rekgrens kan worden ingevuld tot 180 N/mm<sup>2</sup>. De bovengrens komt overeen met X80 leidingen, met een rekgrens van 552 N/mm<sup>2</sup>.

#### *Wanddikte*

De wanddikte moet worden opgegeven in mm. Elke waarde tussen 2mm en 40mm is toegestaan.

#### *Druk*

De druk is aangegeven in bar (g). Elke waarde tussen de 16 bar en 300 bar is toegestaan. Wanneer er hieronder wordt gesproken over "bar" dan wordt bar (g) bedoeld.

#### *Charpy energie*

De Charpy energie moet worden opgegeven in J. Elke waarde tussen 13J en 1000J is toegestaan.

#### *Constructiefactor*

De constructiefactor, zoals hieronder gedefinieerd, is geen invoergegeven, maar wordt gebruikt om te controleren of de combinatie van diameter, druk, wanddikte en rekgrens geldig is. De constructiefactor moet liggen tussen de 0,025 en 0,75.

#### *Diepteligging*

De diepteligging zal worden aangegeven in m. Hoewel er geen strikte bovengrens voor de diepteligging, moet deze liggen tussen de 0m en 50m. Deze bovengrens wordt gebruikt bij het vinden van fouten in de eenheid van de diepteligging; de diepteligging wordt niet geaccepteerd als deze wordt aangegeven in cm. De diepteligging wordt niet gebruikt in de dll.

**Datum**

9 maart 2009

**Ons kenmerk****Blad**

2/6

**Discrete waarden**

Er zijn tabellen gegenereerd voor de warmtestraling, de faalfrequentie vanwege beschadiging door derden en de corrosiefaalfrequentie. Hiervoor zijn discrete waarden voor diameter, druk, wanddikte, rekgrens en Charpy energie nodig waarvoor de warmtestraling en faalfrequenties worden berekend. Echter, wanneer een eenvoudige aanpak wordt gevolgd, zal dit resulteren in tabellen voor de faalfrequenties met veel zinloze waarden, bijvoorbeeld een 1219mm buisleiding, 150bar, Grade B, 2mm wanddikte. Dit is een probleem omdat de tabellen erg groot worden (bijvoorbeeld bij 4 parameters met 20 discrete waarden elk, heeft de tabel al 160.000 cellen). Daarom zal de CAROLA bibliotheek intern geen gebruik maken van de wanddikte als parameter, maar van de constructiefactor, gedefinieerd als

$$\frac{P(D-d)}{20d} = CF \cdot YS, \quad WT = \begin{cases} d + 0.35 & \text{if } d < 10 \\ d + 0.5 & \text{if } d \geq 10 \end{cases}$$

met de druk P in bar, de diameter D in mm, de wanddikte WT in mm, de rekgrens YS in N/mm<sup>2</sup>, en de constructiefactor CF (dimensieloos).

*Diameter*

Voor de diameter worden de volgende waarden gebruikt (de diameters in inch en DN worden slechts ter informatie weergegeven en niet gebruikt):

Diameter (inch)	Diameter (DN)	Diameter (mm)
<ondergrens>		50
2	DN50	60.3
3	DN75	88.9
4	DN100	114.3
6	DN150	168.3
8	DN200	219.1
10	DN250	273.1
12	DN300	323.9
14	DN350	355.6
16	DN400	406.4
18	DN450	457
20	DN500	508
22	DN550	559
24	DN600	610
26	DN650	660
28	DN700	711
30	DN750	762
36	DN900	914
42	DN1050	1067
48	DN1200	1219
<bovengrens>		1234

**Datum**

9 maart 2009

**Ons kenmerk****Blad**

3/6

*Rekgrens*

De volgende waarden worden gebruikt voor de rekgrens (de desbetreffende staalsoort is alleen ter informatie gegeven):

Staalsoort	Rekgrens (N/mm <sup>2</sup> )
ondergrens	180
Grade B	241
X42	290
X46	317
X52	359
X56	386
X60	414
X65	448
X70	483
X80	552

*Constructiefactor*

De volgende (62) waarden worden gebruikt voor de constructiefactor: 0.025, 0.05, 0.1, 0.15, 0.16, ..., 0.71, 0.72, 0.75,

*Druk*

De volgende waarden worden gebruikt voor de druk: 16, 25, 32, 40, 48, 66.2, 73, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 200, 250 en 300 bar.

*Charpy energie*

De waarden 14, 24, 40.5 en 70 J worden gebruikt voor de totale Charpy energie.

Ondergrens Charpy (J)	Bovengrens Charpy (J)	Geselecteerde Charpy (J)
13	23	14
23	39	24
39	69	40 <sup>1</sup>
69	1000	70

*Windsnelheden*

De standaard waarden 1.5, 3, 5, en 9 m/s worden gebruikt.

*Windrichtingen*

12 windrichtingen worden gebruikt (N, NNO, ONO, O, OZO, ZZO, Z, ZZW, WZW, W, WNW, NW).

*Vertraagde ontsteking*

De waarden voor 0s en 120s worden gebruikt.

*Positie op radiale richtingen*

De afstanden 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1000m worden gebruikt voor de radiale afstanden in de warmtestralingstabellen.

<sup>1</sup> Feitelijk wordt om historische redenen 40.5J gebruikt in PIPESAFE berekeningen

**Datum**

9 maart 2009

**Ons kenmerk****Blad**

4/6

**Tabellen***Warmtestraling*

Om de warmtestraling te specificeren worden 5-D-tabellen verstrekt voor diameter / druk / windsnelheid / windrichtingen / positie op radiale richtingen / combinaties voor vertraagde ontsteking, waarbij zoals gespecificeerd, de discrete waarden voor de diameter en de druk worden genomen. Diepteligging en de wanddikte hebben invloed op de warmtestraling (omdat deze van invloed zijn op de afmetingen van de krater en de inwendige diameter), maar deze parameters hebben standaard waarden zoals hieronder gespecificeerd:

Diameter (mm)	Diepteligging (m)
60.3 .. 406.4	1.2
457 .. 1219	1.75

De wanddikte (die is nodig omdat de uitstroom is afhankelijk van de inwendige diameter) wordt berekend uit de diameter (D) en druk (P), met

$$WT = \frac{P \cdot D}{20 \cdot 0.65 \cdot YS + P}, \quad YS = \begin{cases} 240 & \text{if } D < 300 \\ 415 & \text{if } 300 \leq D \leq 700, \\ 480 & \text{if } D > 700 \end{cases}$$

Uiteraard zal de warmtestraling worden gegeven voor de vier windsnelheden (1.5, 3, 5 en 9 m/s) en op 7 radiale richting (de andere 5 richtingen kunnen worden verkregen door spiegeling). De warmtestraling wordt alleen berekend voor de wind uit het zuiden op deze 7 radiale richtingen. De radiale richting nummers 1 tot en met 7 stemmen overeen met N, NNO, ONO, O, OZO, ZO en Z. De grootte van de tabel wordt  $(21-2) \times 18 \times 4 \times 7 \times 28 \times 2 = 536.256$  cellen.

*Faalfrequentie beschadiging door derden*

De faalfrequentie vanwege beschadiging door derden wordt aangegeven als een 5-D tabel afhankelijk van de diameter, druk, constructiefactor, rekgrens en Charpy energie. De frequentie hangt ook af van de diepteligging, maar de tabel wordt gegenereerd voor een standaard diepteligging van 1,31m. De grootte van de tabel is  $21 \times 18 \times 62 \times 10 \times 4 = 937.440$  cellen.

*Corrosiefaalfrequentie*

De corrosiefaalfrequentie zal worden aangegeven als een 4-D tabel afhankelijk van de diameter, druk, constructiefactor, en de rekgrens. De grootte van de tabel is  $21 \times 18 \times 62 \times 10 = 234.360$  cellen.

*Ontstekingskans*

De ontstekingskans wordt beschikbaar gesteld als een functie. Deze functie is afhankelijk van de diameter en de druk

$$IP = \begin{cases} f(p,d) + 0.1 & \text{if } d < 410 \\ f(p,d) & \text{anders} \end{cases}$$

waarbij  $f$  de PIPESAFE-formule is voor de ontstekingskans.

**Datum**

9 maart 2009

**Ons kenmerk****Blad**

5/6

**Interpolatie en extrapolatie**

In het algemeen vindt er geen extrapolatie plaats buiten de aangegeven marges. Interpolatie vindt niet plaats voor de windsnelheid, Charpy energie en vertraagde ontsteking.

*Warmtestraling*

Voor de warmtestraling, wordt geen interpolatie uitgevoerd voor de diameter. In plaats daarvan moet deze worden gekozen met behulp van de volgende tabel. De 5mm is ongeveer 10% van 2 inch, 15mm is ongeveer 10% van 6 inch. Op deze manier is de afronding normaliter conservatief.

Onderdiameter (mm)	Bovendiameter (mm)	Diameter (mm)	Diameter (")
50 (handmatig gekozen)	65 (=diam+5)	60.3	2
65	94 (=diam+5)	88.9	3
94	119 (=diam+5)	114.3	4
119	173 (=diam+5)	168.3	6
173	224 (=diam+5)	219.1	8
224	278 (=diam+5)	273.1	10
278	329 (=diam+5)	323.9	12
329	361 (=diam+5)	355.6	14
361	411 (=diam+5)	406.4	16
411	462 (=diam+5)	457	18
462	513 (=diam+5)	508	20
513	564 (=diam+5)	559	22
564	615 (=diam+5)	610	24
615	665 (=diam+5)	660	26
665	716 (=diam+5)	711	28
716	777 (=diam+15)	762	30
777	929 (=diam+15)	914	36
929	1082 (=diam+15)	1067	42
1082	1234 (=diam+15)	1219	48

De warmtestraling voor een bepaalde druk wordt verkregen door lineaire interpolatie van twee drukken waarvan de straling wordt gegeven, dat wil zeggen wanneer de warmtestraling op 50 bar is vereist, wordt er geïnterpoleerd tussen 48 en 66,2 bar. De interpolatie van de druk is onderdeel van de dll.

Het rekenpakket roteert de warmtestraling voor andere windrichtingen dan de wind uit het zuiden.

Hierboven is beschreven hoe de warmtestraling op de 25 posities van de 12 radiale richtingen wordt verkregen voor een bepaalde diameter, druk, windsnelheid, en ontsteking. Het berekenen van de warmtestraling op een specifieke coördinaat (dus interpolatie tussen de 12 radiale richtingen en 25 posities op de radiale richtingen) wordt uitgevoerd door het rekenpakket.

*Faalfrequenties*

De juiste frequentie voor een bepaalde diameter, druk, constructiefactor, en de rekgrens moeten worden verkregen door interpolatie. Deze interpolatie is onderdeel van de dll. Deze wordt uitgevoerd door eerst het vinden van de twee waarden voor de diameter, druk, constructiefactor en twee waarden voor de rekgrens om te gebruiken in de

**Datum**

9 maart 2009

**Ons kenmerk**

interpolatie. Dan wordt er een logaritmische interpolatie uitgevoerd voor de rekgrens, daarna logaritmische interpolatie voor de wanddikte, dan logaritmische interpolatie voor druk, en uiteindelijk bilogaritmische interpolatie de voor diameter.

**Blad**

6/6