

Prijsberekingsmethode voor kolommen

Ing. J. M. L. Nijssen

1.	Inleiding	Y2010- 3
2.	De massa van de kolom	Y2010- 3
3.	Prijsberekening	Y2010- 6
4.	Rekenvoorbeeld prijsberekening kolom	Y2010- 7
5.	Nabeschouwing	Y2010- 9
6.	Schematische voorstelling van een kolom	Y2010-10
7.	Grafieken voor de bepaling van de globale wanddikte	Y2010-11
7.1.	Correctiefactor voor de bepaling van de wanddikte, uitgaande van een inwendige diameter van 2 m	Y2010-11
7.2.	Correctiefactor voor de bepaling van de wanddikte, uitgaande van de ontwerpdruk	Y2010-12
7.3.	Correctiefactor voor de bepaling van de wanddikte, uitgaande van de ontwerptemperatuur	Y2010-13
7.3.1.	Materiaal H II	Y2010-13
7.3.2.	Materiaal CrNi18.9	Y2010-14
7.3.3.	Materiaal CrNi18.10	Y2010-15
7.4.	Correctiefactor voor de bepaling van de wanddikte, uitgaande van de L/D-verhouding	Y2010-16
7.4.1.	Wanddikte < 20 mm	Y2010-16
7.4.2.	Wanddikte = 20 mm	Y2010-17
8.	Grafiek ter bepaling van de massa van mantel en bodems, uitgaande van de inwendige diameter	Y2010-18
9.	Bepaling van de massa van het skirt, skirttop- en skirtbodeming	Y2010-19
9.1.	Grafiek ter bepaling van de massa van het skirt, uitgaande van de inwendige diameter	Y2010-19

Y2010-2 Prijsberekingsmethode voor kolommen

9.2.	Grafiek ter bepaling van de massa van de skirttop- en skirtbodemring uitgaande van de inwendige diameter	Y2010-20
9.3.	Grafiek ter bepaling van de massa van de versterkingsschotten, uitgaande van de inwendige diameter	Y2010-21
10.	Massa van tubelures en mangaten	Y2010-22
10.1.	Tubelures	Y2010-22
10.2.	Mangaten (incl. davit)	Y2010-23
11.	Grafiek ter bepaling van de massa van een isolatiering en een tray-ondersteuningsring, uitgaande van de inwendige diameter	Y2010-24
12.	Bepaling van de prijs van een kolom	Y2010-25
12.1.	Grafiek ter bepaling van de prijs van een kolom, uitgaande van de massa exclusief kooiladders, bordessen en trays	Y2010-25
12.2.	Correctiefactor voor aan en inbouw delen (A&ID), uitgaande van de verhouding totale massen/massa mantel en fronten	Y2010-26
13.	Bepaling van de massa van bordessen en kooiladders	Y2010-27
13.1.	Grafiek ter bepaling van de massa van een kooiladder, uitgaande van de lengte van de kooiladder	Y2010-27
13.2.	Grafiek ter bepaling van de massa van een bordes, uitgaande van de inwendige diameter	Y2010-28
14.	Grafiek ter bepaling van de sieve-tray massa, uitgaande van de inwendige diameter	Y2010-29
Bijlage 1:	Toelichting bij de diskette prijsberekening van stalen kolommen	Y2010-30
Bijlage 2:	Voorbeeld output rekenprogramma	Y2010-31

Bij dit artikel ontvangt u een diskette met

- een rekenmodel voor de prijsberekening van kolommen, materiaal HII
- een rekenmodel voor de prijsberekening van kolommen, materiaal CrNi18.9
- een rekenmodel voor de prijsberekening van kolommen, materiaal CrNi18.10

1. Inleiding

Voor een snelle en redelijk nauwkeurige prijsberekening van stalen kolommen wordt vaak uitgegaan van de massa's van de verschillende kolomdelen, die eenvoudig op grafische wijze of uit tabellen kunnen worden bepaald. Door deze massa's te vermenigvuldigen met de verwerkte kg-prijs vindt men de totale kolomkosten.

Men dient hierbij minimaal te beschikken over de volgende ontwerpgegevens:

- materiaal (Modellen voor HII, CrNi18.9 en CrNi18.10)
- tangentlengte;
- diameter;
- ontwerptemperatuur;
- ontwerpdruk;
- gemiddelde wanddikte;
- het aantal en type internals.

De ontwerpgegevens van de overige kolomdelen (bijv. de skirt-hoogte, het aantal tubelures, mangaten enz.) zijn met behulp van vuistregels afgeleid van bovengenoemde (minimaal benodigde) ontwerpgegevens.

Deze vuistregels zijn verkregen door statistische verwerking van gegevens van geïnstalleerde kolommen.

2. De massa van de kolom

Een schematische voorstelling van een kolom is gegeven in paragraaf 6.

Als uitgangspunt voor de berekening is genomen een kolom, geplaatst op een skirt.

De massa van een kolom kan men splitsen in:

- de massa van de mantel en de bodems (= massa van de kale kolom)
- de massa van de aan- en inbouwdelen (kortweg A&ID),
- de massa van de kooiladder/bordessen
- de massa van de internals.

a. De massa van de kale kolom

Voor het berekenen van de kale massa ga als volgt te werk:

- Indien de wanddikte van de kolom niet bekend is, bereken deze dan o.b.v. tangentlengte, inwendige diameter, ontwerpdruk en ontwerptemperatuur.

Y2010-4 Prijsberekingsmethode voor kolommen

In dit artikel wordt voor een *globale* berekening van de gemiddelde wanddikte gebruikgemaakt van de formule die wordt toegepast voor het berekenen van de wanddikte van de mantel. Er wordt rekening gehouden met windbelasting, maar er wordt geen rekening gehouden met noodzakelijke plaatselijke versterkingen in verband met grote wandverzwakkingen door bijvoorbeeld grote wanddoorvoeringen. Ook de invloed van vacuüm op de wanddikte wordt buiten beschouwing gelaten.

De op deze manier berekende wanddikte wordt voor HII met 10% en voor CrNi (CrNi18.9 en CrNi1810) met 5% verhoogd omdat gebleken is, dat de gerealiseerde gemiddelde wanddikte voor HII ca 10% en voor CrNi 5% groter is dan de op bovenstaande wijze berekende wanddikte.

- Bereken de oppervlakte van mantel en bodems en vermenigvuldig deze met de wanddikte en de dichtheid van staal.

b. De massa van de aan- en inbouwdelen

Onder aan- en inbouwdelen van de kolom worden verstaan:

- skirt;
- skirttopring;
- versterkingsschotten;
- skirtbodemring;
- tubelures;
- mangaten;
- isolatieringen;
- ondersteuningsringen voor trays/roosters.

Met behulp van de onderstaande vuistregels en de grafieken en tabellen in de paragrafen 9 tot en met 11 kan de massa van de aan- en inbouwdelen worden berekend:

Skirt

Neem aan:

skirtdiameter = manteldiameter

skirtlengte = 3 meter

wanddikte skirt = $1,25 \times$ gemiddelde wanddikte kolom (naar boven afronden).

Skirttopring

Neem aan:

ringdikte = $2 \times$ wanddikte skirt (naar boven afronden op de, in onderstaande tabel, aangegeven diktes).

Wanddikte skirt kleiner dan of gelijk aan	Ringdikte (mm)
10	20
12,5	25
15	30
20	40
25	50
32	65

Skirtbodemring

Neem aan:

ringdikte = $2,5 \times$ wanddikte skirt (naar boven afronden op de, in onderstaande tabel, aangegeven diktes).

Wanddikte skirt kleiner dan of gelijk aan	Ringdikte (mm)
8	20
10	25
12	30
16	40
20	50
26	65

Tubelures

Neem aan:

aantal tubelures = 1 per meter tangentlengte (TL)

$n = TL/1$ (met een afronding naar boven)

gemiddelde nominale diameter van de tubelures = NW 100.

Mangaten

Neem aan:

aantal mangaten = 1 per 4 meter tangentlengte

$n = TL/4$ (met een normale afronding)

gemiddelde nominale diameter van de mangaten = NW 500

mangaten uitgevoerd met davit.

Isolatieringen

Neem aan:

aantal isolatieringen = 1 per 4 meter tangentlengte

$n = TL/4$ (met een afronding naar boven).

Y2010-6 Prijsberekingsmethode voor kolommen

Ondersteuningsringen voor trays/roosters

Neem aan:

aantal ondersteuningsringen = aantal trays/roosters.

Mochten de werkelijke afmetingen en aantallen van de aan- en inbouwdelen bekend zijn, dan dient daarmee te worden gerekend.

c. De massa van de kooiladders/bordessen

De massa's hiervan kunnen worden bepaald met de grafieken in paragraaf 13. Hierbij gelden de onderstaande vuistregels:

Kooiladder

Neem aan:

lengte kooiladder = tangentialengte + skirtlengte.

Bordessen

Neem aan:

bordes 180° (rondom helft van de kolom)

bordesbreedte = 1,1 meter

aantal bordessen = 1 per 4 meter tangentialengte

$n = TL/4$ (met een afronding naar boven).

d. De massa van de internals

Onder internals worden verstaan:

- trays (sieve trays, valve trays, bubble cap trays, enz.);
- roosters, distributors, bed limiters, enz.;
- vullichamen (pall-ringen, raschig-ringen, enz.).

Vanwege de grote verscheidenheid aan internals zijn in paragraaf 14 alleen de massa's van sieve trays opgenomen. De massa's van de overige internals zijn in de vakliteratuur en leveranciersdocumentatie te vinden.

3. Prijsberekening

a. Kosten kolom exclusief kooiladders, bordessen, internals

In grafiek 12.1 kan de prijs/kg bij een bepaalde massa worden afgelezen. De kosten van de kolom worden verkregen door de aldus verkregen prijs/kg te vermenigvuldigen met de berekende totale massa exclusief kooiladders, bordessen, internals.

Voor de (arbeidsintensieve) bewerking van de A&ID moet nog gecorrigeerd worden.

Afhankelijk van het aandeel A&ID in de totale massa worden de kosten van de kolom nog vermenigvuldigd met een correctiefactor die is af te lezen in grafiek 12.2

b. Kosten van de kooiladder/bordessen

De kosten van de kooiladder en bordessen kunnen als volgt worden bepaald:

Kooiladder

Prijs kooiladder = lengte kooiladder × geldende meterprijs (richtprijs medio 2004: 200 € /m).

Bordessen

Prijs bordessen = aantal × bordesmassa/stuk × geldende kg-prijs (richtprijs medio 2004: 4.75 € /kg).

c. Kosten van internals

De kosten van de internals zijn niet gebaseerd op hun massa's, maar kunnen worden verkregen door het aantal/hoeveelheid te vermenigvuldigen met de prijs per stuk/eenheid (f/tray, f/rooster, f/m³ vulling).

4. Rekenvoorbeeld prijsberekening kolom

Gegevens:

materiaal	=	HII
tangentlengte (TL)	=	20 meter
diameter	=	1.5 meter
ontwerptemperatuur	=	100 °C
ontwerpdruk	=	15 bar
aantal trays	=	8 stuks
type tray	=	sieve tray (850 € /stuk)

In de gebruikte grafieken/tabellen is met een streepjeslijn het rekenvoorbeeld aangegeven.

Y2010-8 Prijsberekenningsmethode voor kolommen

Overzicht voorbeeld

	Massa	Prijs	Zie paragraaf	
Bepalen wanddikte			7.	
Bodems	494 kg		8.	
Mantel	9,880 kg		8.	
Massa mantel en bodems	10,374 kg			
Aan- en inbouw delen				
Skirt	1,923 kg		9.1.	
Toring	248 kg		9.2.	
Bodemring	390 kg		9.3.	
Versterkingsschotten	325 kg		10.1.	
Tubelures	160 kg		10.2.	
Mangaten	1,150 kg		11.	
Isolatie ringen	60 kg			
Tray-ondersteuningsringen	196 kg			
	4,452 kg			
Totale massa (exclusief kooiladder, bordessen en schotels)	14,826 kg			
Prijs, gebaseerd op een totale massa van	14,826 kg	59,304 €	12.1.	
Totale massa	$= \frac{4,452}{14,826} = 1.43$			
Massa mantel & fronten				
Correctie voor Aan- en inbouw delen:	$0,475 \times 59,304 =$	28,169 €	12.2.	
Totaal, gecorrigeerd voor aan- en inbouw delen		87,473 €		
Kooiladder	820 kg		13.1.	
Bordessen	3240 kg		13.2.	
Sieve trays	992 kg		14.	
Totaal kooiladder, bordessen en schotels	5,052 kg			
Totaal	19,878 kg			
Kooiladder	23 m	200 €/m	4,600 €	3.c.
Bordessen	3240 kg	4.75 €/m	15,390 €	3.c.
Sieve trays	8 stuks	850 €/stuk	6,800 €	4.
Totaal			114,263 €	

5. Nabeschuwing

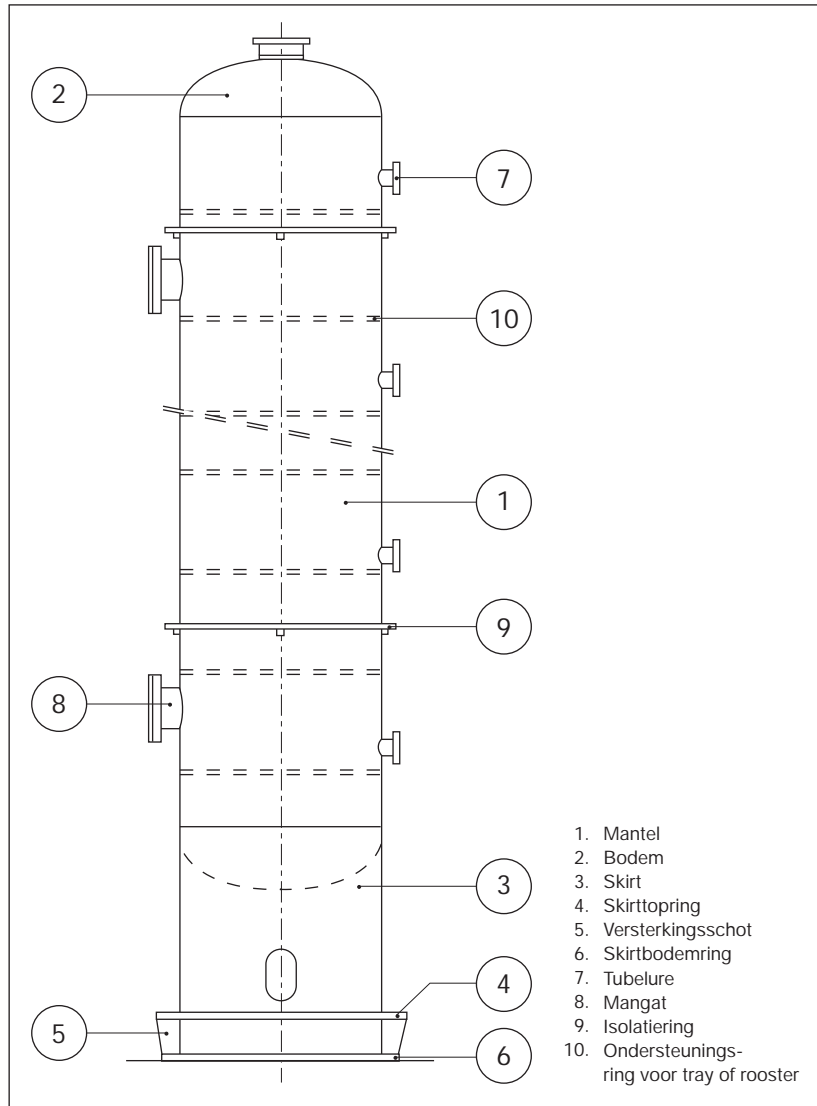
De beschreven handmethode is geschikt voor een snelle raming van de kolomkosten, zonder dat alle gegevens tot in detail bekend zijn. De nauwkeurigheid hiervan is voldoende voor studies en evaluaties. Met behulp van de vuistregels wordt door de cost engineer zelf als het ware een standaardkolom gedefinieerd. Wijkt de latere, definitieve kolom af van de standaardkolom, dan zullen de kosten eveneens afwijken. Het onderhoud van het model beperkt zich tot het jaarlijks updaten van de gebruikte eenheidsprijzen/tarieven en het toetsen van de uitkomsten aan de hand van offertes.

Een van de beperkingen van de bovenstaande methode is dat er wordt gerekend met de gemiddelde wanddikte van de mantel. In werkelijkheid is de mantel opgebouwd uit mantelringen met verschillende wanddikten.

Het zal duidelijk zijn dat de gebruikte grafieken en tabellen de stand van de techniek op dit moment weergeven. Bij technologische verschuivingen (bijv. verandering van normen, standaards) dienen deze grafieken/tabellen te worden aangepast.

6. Schematische voorstelling van een kolom

0838-0228



7. Grafieken voor de bepaling van de globale wanddikte

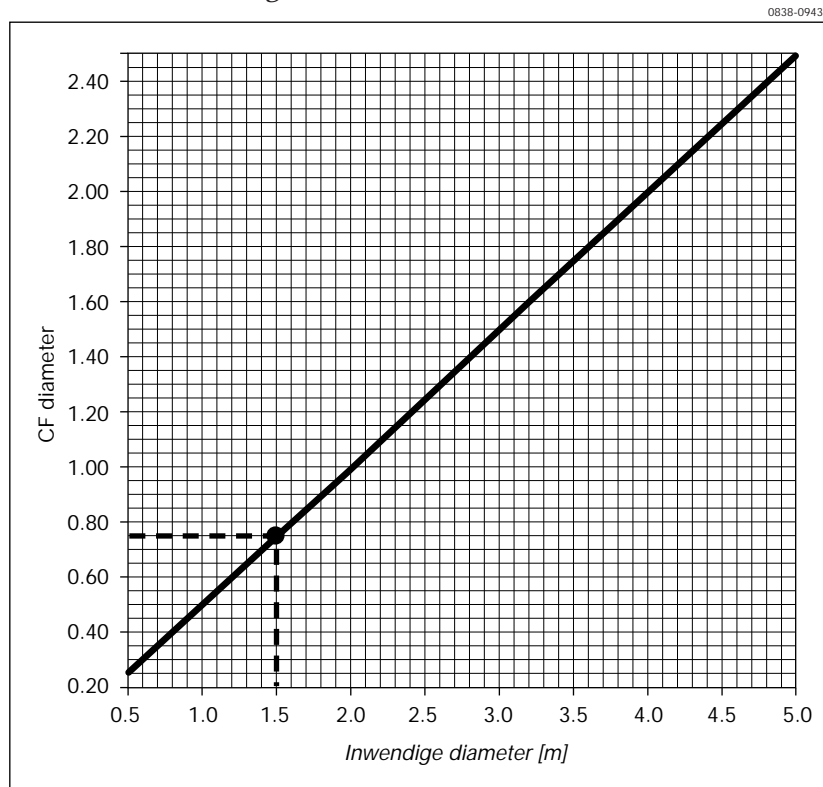
Op basis van een:

- inwendige diameter = 2 m
- ontwerpdruk = 10 bar
- ontwerptemperatuur = 20 gr. C

wordt een wanddikte voor H II van 8.3 mm* berekend. Deze wanddikte moet nog gecorrigeerd worden voor de „echte” inwendige diameter, ontwerpdruk, ontwerptemperatuur en windbelasting.

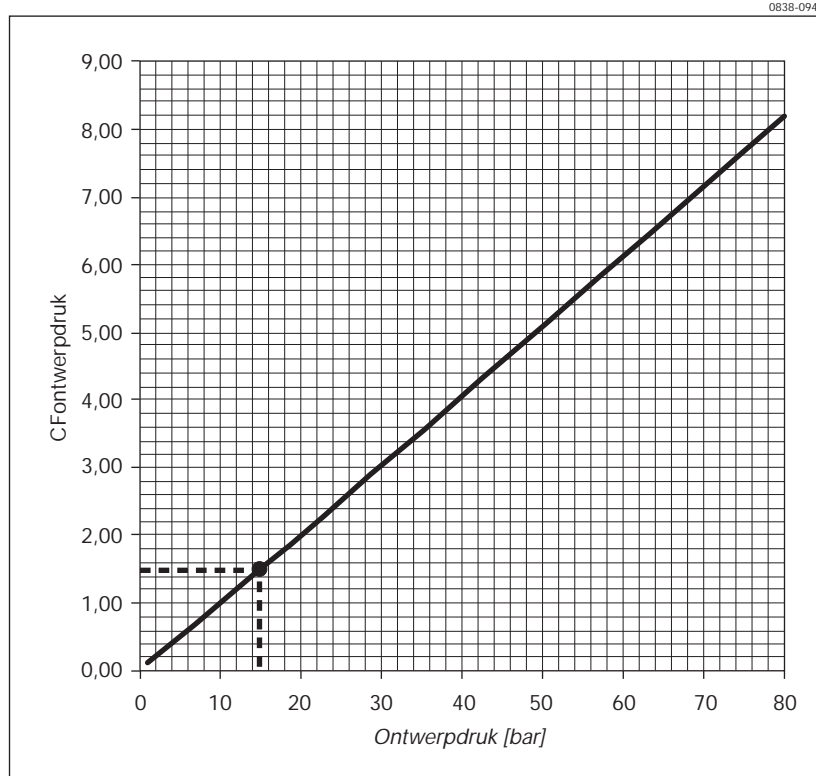
* voor CrNi18.9 is deze wanddikte 12.2 mm en voor CrNi18.10: 11.2 mm.

7.1. Correctiefactor voor de bepaling van de wanddikte, uitgaande van een inwendige diameter van 2 m



Lees af bij inwendige diameter = 1.5; CFdiameter = 0.75.

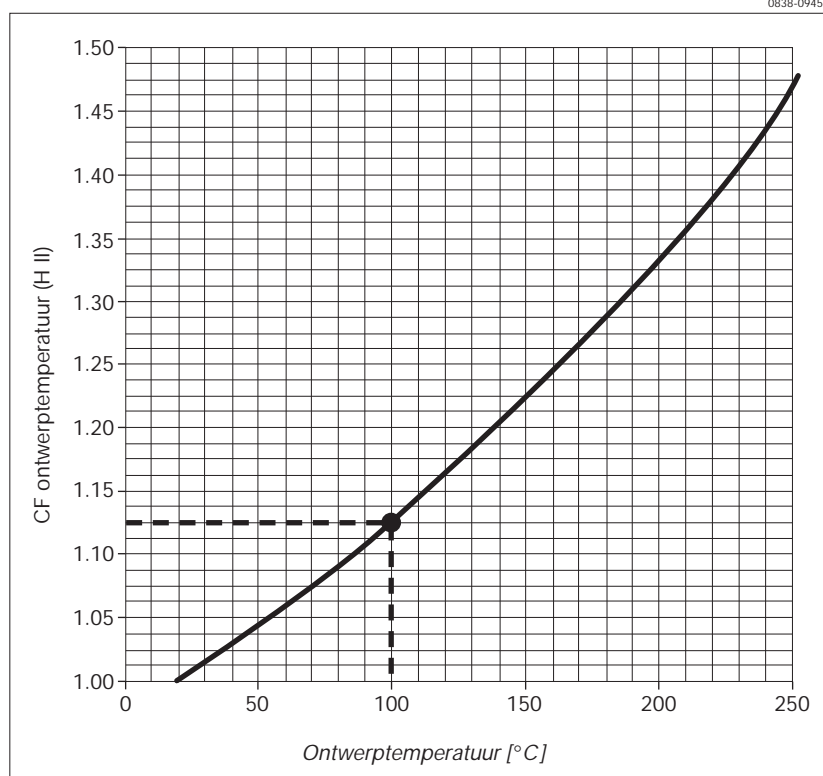
7.2. Correctiefactor voor de bepaling van de wanddikte, uitgaande van de ontwerpdruk



Lees af bij ontwerpdruk = 15 bar; CFontwerpdruk = 1.5.

7.3. *Correctiefactor voor de bepaling van de wanddikte, uitgaande van de ontwerptemperatuur*

7.3.1. *Materiaal H II*



Lees af bij ontwerptemperatuur = 100 °C; CFontwerptemperatuur = 1.125.

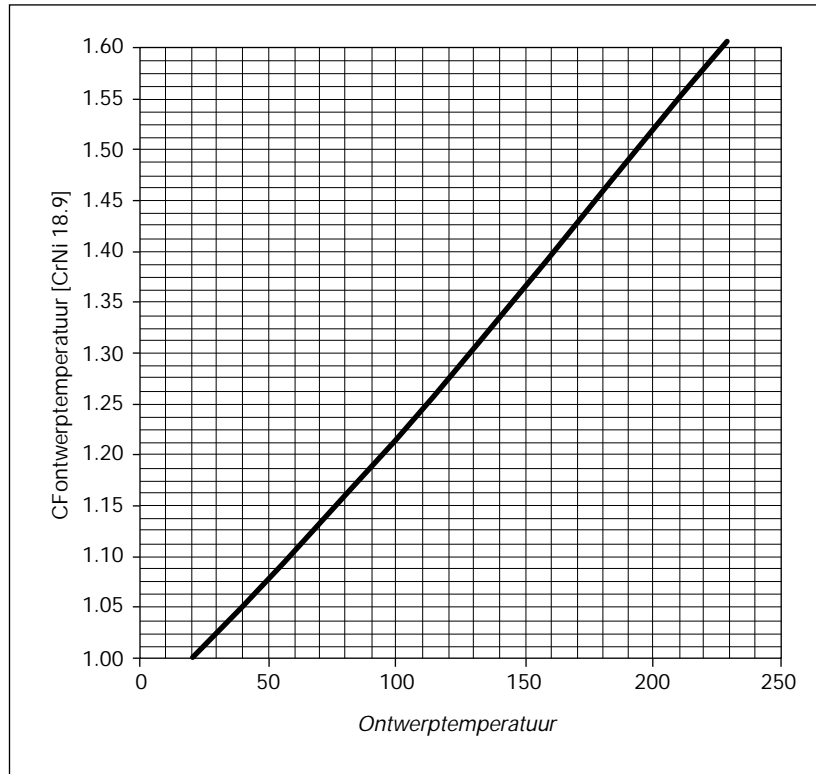
De wanddikte, gecorrigeerd voor diameter, ontwerpdruk en ontwerptemperatuur wordt dan:

Wanddikte × CFdiameter x; CFontwerpdruk × CFontwerptemperatuur = $8.3 \times 0.75 \times 1.5 \times 1.125 = 10.5$ mm.

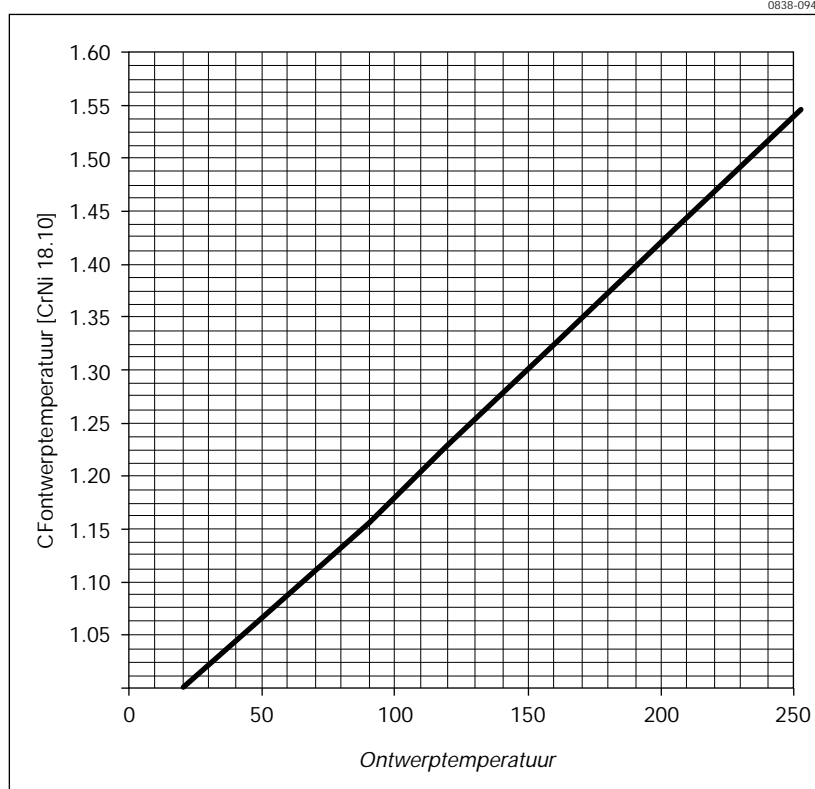
Zie grafiek 7.4. voor de verrekening van de invloed van de windbelasting.

7.3.2. *Materiaal CrNi18.9*

0838-0946

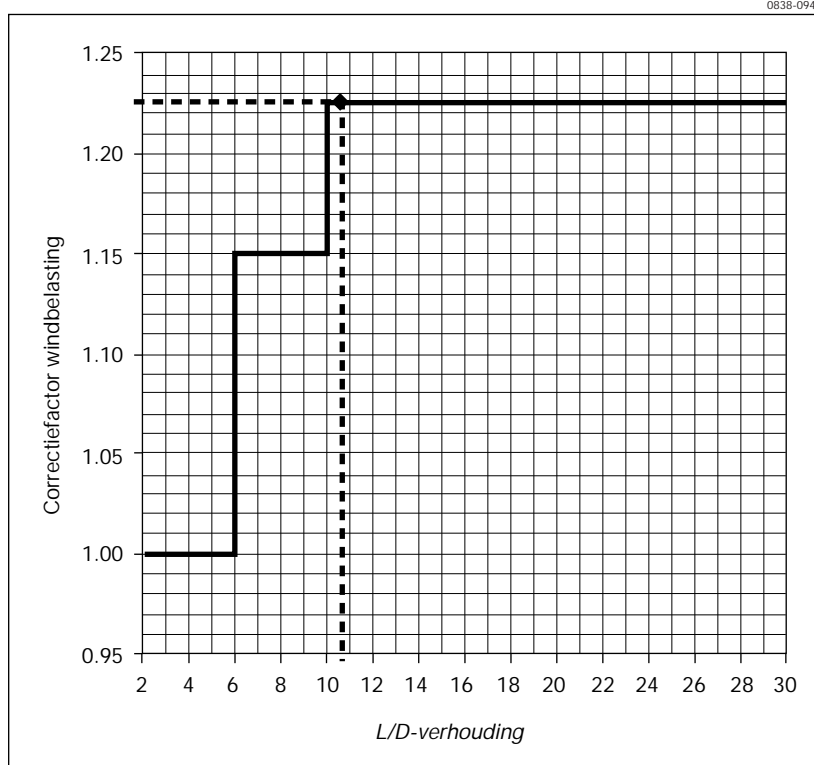


7.3.3. *Materiaal CrNi18.10*



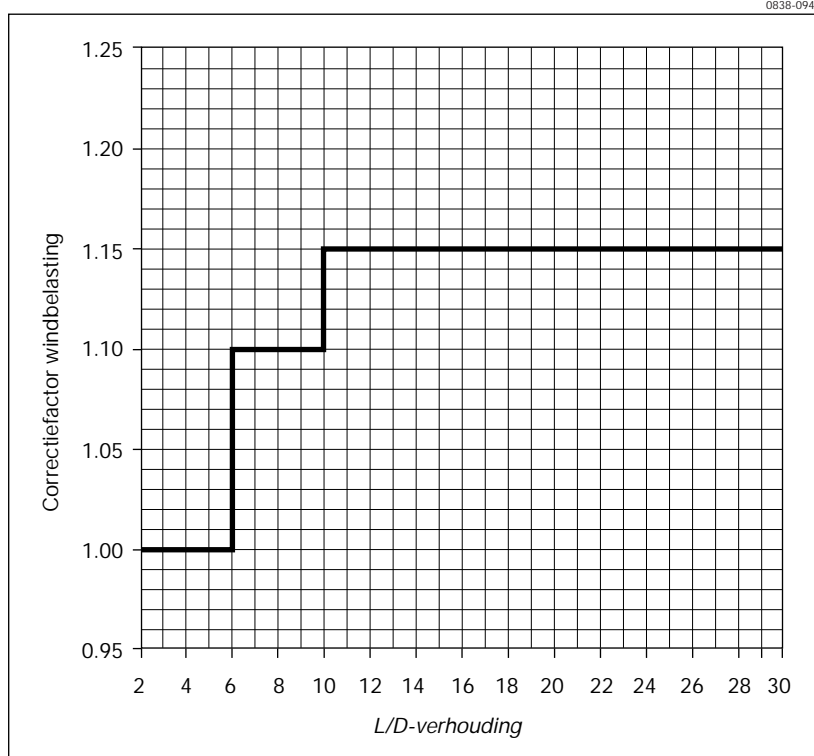
7.4. Correctiefactor voor de bepaling van de wanddikte, uitgaande van de L/D-verhouding

7.4.1. Wanddikte < 20 mm

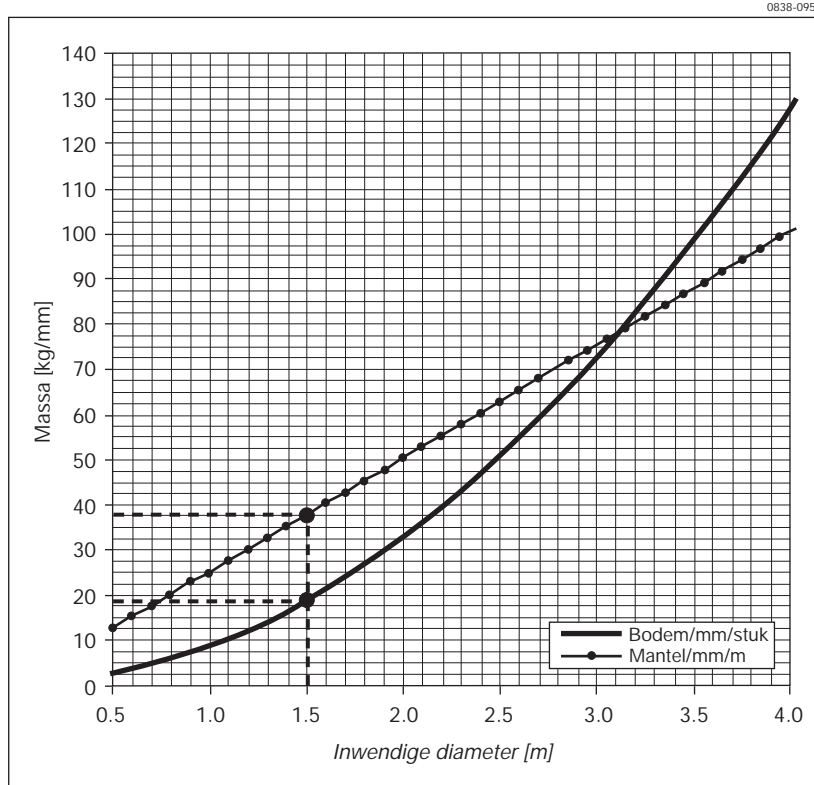


De totale gecorrigeerde wanddikte wordt:
wanddikte \times correctiefactor windbelasting = $10.5 \times 1.225 = 12.9$
afgerond 13 mm.

7.4.2. *Wanddikte = 20 mm*



8. Grafiek ter bepaling van de massa van mantel en bodems, uitgaande van de inwendige diameter



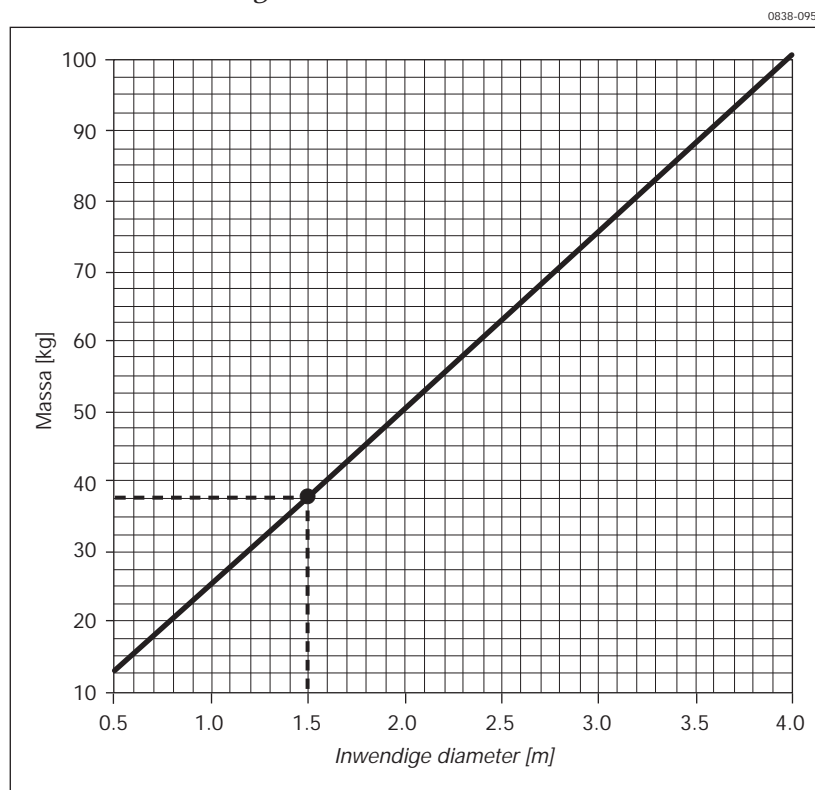
Lees af bij inwendige diameter = 1.5 m; massa bodem/stuk = 19 kg/mm en massa mantel/m = 38 kg/mm.

$$\text{Massa bodem: } 19 \times 2 \times 13 = 494 \text{ kg}$$

$$\text{Massa mantel } 38 \times 20 \times 13 = 9,880 \text{ kg}$$

9. Bepaling van de massa van het skirt, skirttop- en skirtbodemring

9.1. Grafiek ter bepaling van de massa van het skirt, uitgaande van de inwendige diameter



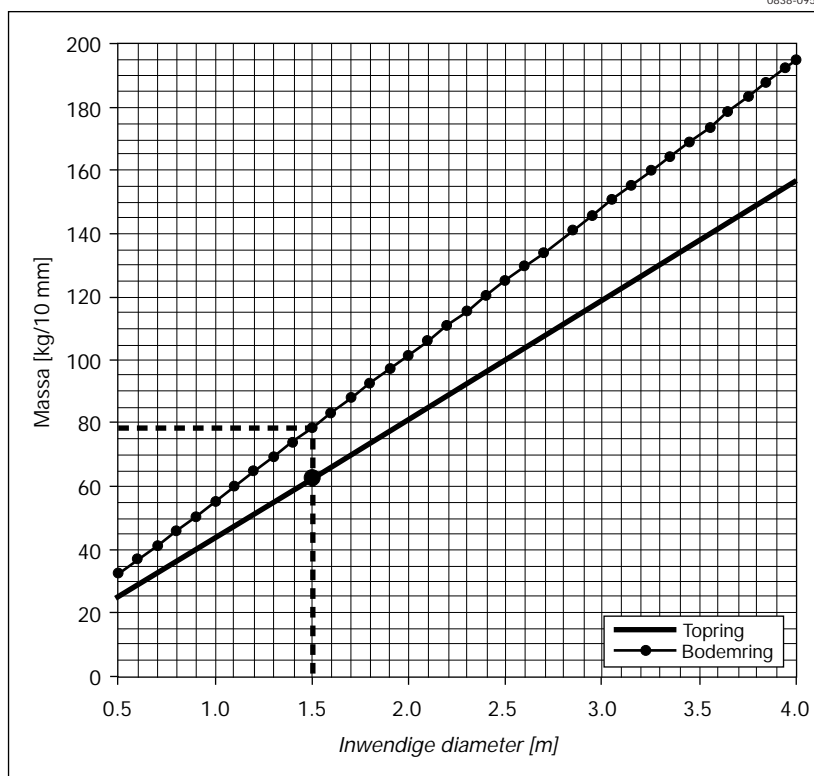
Lees af skirtdiameter 1.5 m , massa skirt 37.5 kg/mm.

Wanddikte skirt = $1.25 \times$ wanddikte mantel = $1.25 \times 13 = 16.25$
afgerond 17 mm

Lengte skirt = 3 m

Massa skirt = $3 \times 17 \times 37.5 = 1923$ kg

9.2. Grafiek ter bepaling van de massa van de skirrtop- en skirrtodemring uitgaande van de inwendige diameter

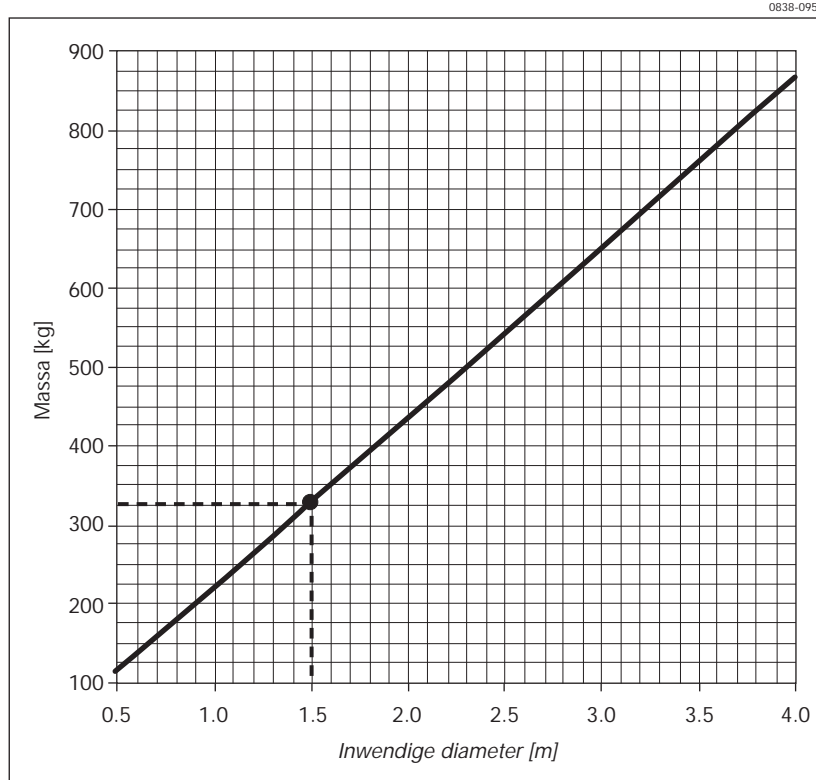


Lees af bij skirtdiameter 1.526 m, topring 62 kg/10 mm en bodemring 78 kg/10 mm.

Dikte topring = $2 \times$ wanddikte skirt = $2 \times 17 = 34$ mm, afgerond 40 mm (volgens tabel zie paragraaf 2)
Massa topring = $62 \times 40/10 = 248$ kg.

Dikte bodemring = $2.5 \times$ wanddikte skirt = $2.5 \times 17 = 42.5$ mm, afgerond 50 mm (volgens tabel zie paragraaf 2)
Massa bodemring = $78 \times 50/10 = 390$ kg.

9.3. *Grafiek ter bepaling van de massa van de versterkingsschotten, uitgaande van de inwendige diameter*



Lees af bij inwendige diameter 1.5 m, massa versterkingsschotten 325 kg.

10. Massa van tubelures en mangaten

10.1. Tubelures

0838-0954

Nominale diameter	Nominale druk [bar]			
	10	16	25	40
	Massa [kg]			
15	1.0	1.0	1.0	1.0
20	1.3	1.3	1.4	1.4
25	1.8	1.8	2.0	2.0
40	2.8	2.8	3.3	3.3
50	3.9	3.9	4.2	4.2
80	6	6	7	7
100	8	8	10	10
150	14	14	18	18
200	19	22	32	36
250	25	29	45	55
300	34	45	59	77
350	42	56	80	101
400	49	73	98	130
500	68	112	148	170

Aantal tubelures: tangentlengte/1 tub/meter = 20 / 1 = 20.
 Gemiddelde nominale diameter = 100, massa tubelure = 8 kg/stuk.
 Massa tubelures = 20 × 8 = 160 kg.

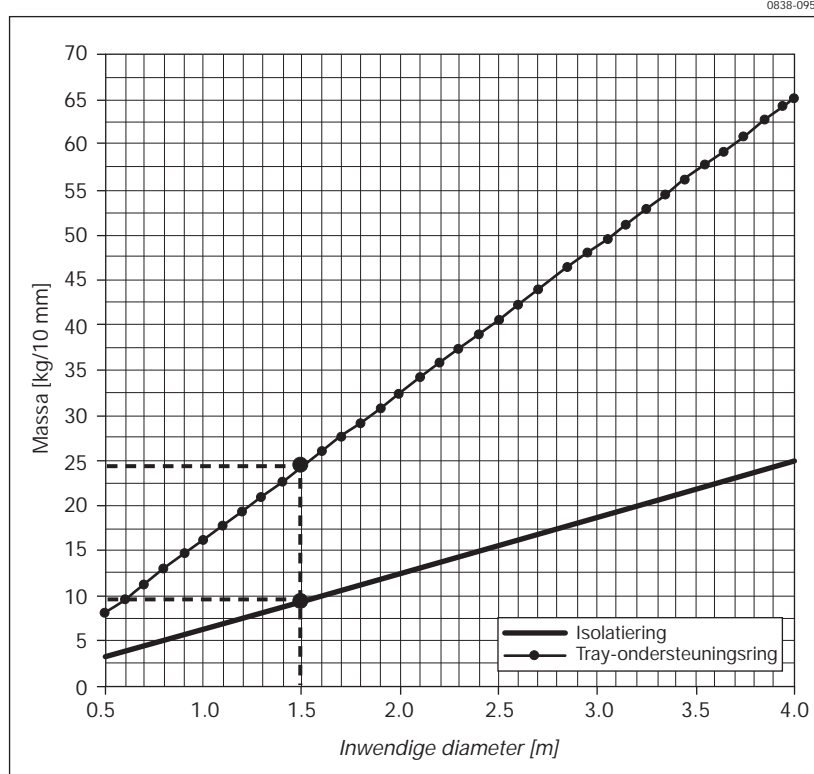
10.2. *Mangaten (incl. davit)*

0838-0955

Nominale diameter	Nominale druk [bar]			
	10	16	25	40
Massa [kg]				
500	230	230	260	-
600	245	300	375	-

Aantal mangaten: $\text{tangentlengte} / 1 \text{ mangat} / 4 \text{ meter} = 20 / 4 = 5$
 Gemiddelde nominale diameter = 500, massa mangat = 230 kg/stuk.
 Massa mangaten = $5 \times 230 = 1150 \text{ kg}$.

11. Grafiek ter bepaling van de massa van een isolatiering en een tray-ondersteuningsring, uitgaande van de inwendige diameter



Lees af bij inwendige diameter 1.5 m isolatiering 10 kg/stuk en tray-ondersteuningsring 24.5 kg/stuk.

Aantal isolatieringen: tangentlengte/1 ring/ 4 meter + 1 = 20 / 4 + 1 = 6

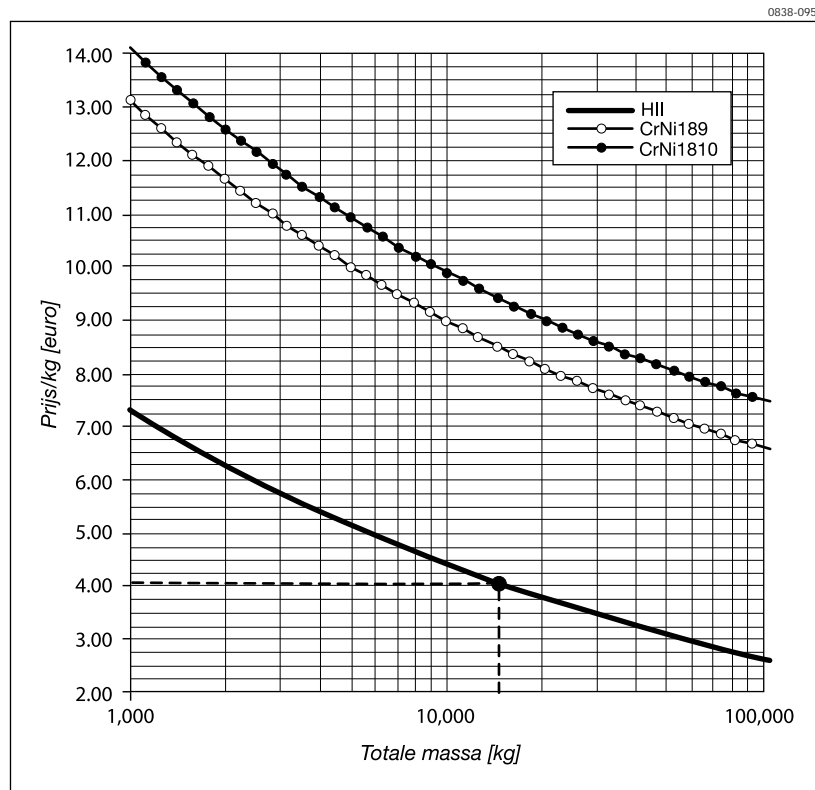
Massa isolatieringen = 6 × 10 = 60 kg.

Aantal tray-ondersteuningsringen: aantal trays = 8

Massa tray-ondersteuningsringen = 8 × 24.5 = 196 kg.

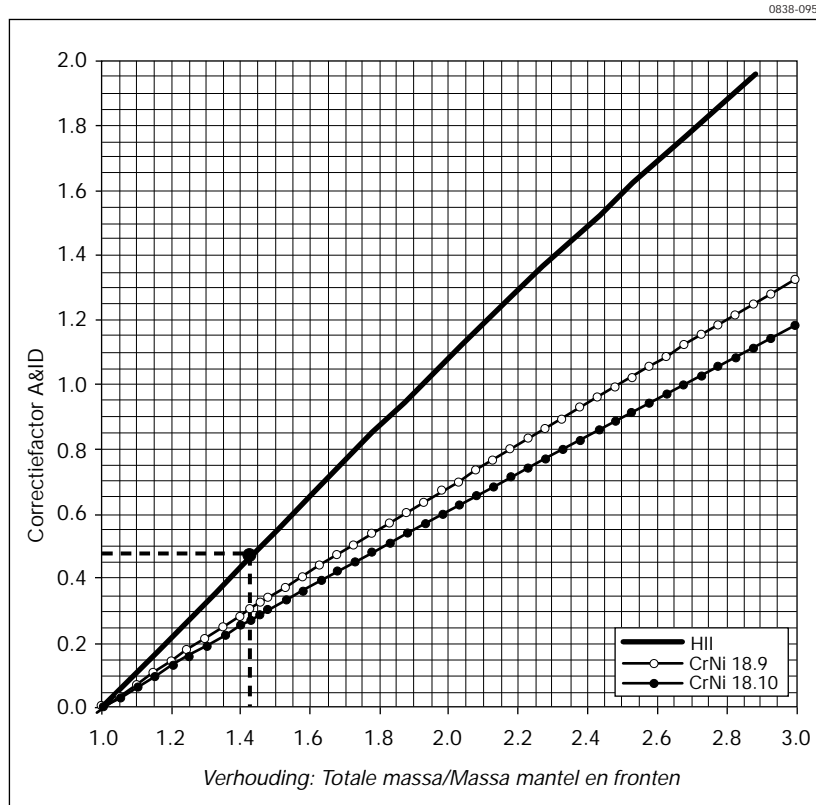
12. Bepaling van de prijs van een kolom

12.1. Grafiek ter bepaling van de prijs van een kolom, uitgaande van de massa exclusief kooiladders, bordessen en trays



Lees af bij een totale massa van 14,826, prijs/kg 4.00 euro.
 Prijs = totale massa × prijs/kg = 14,826 × 4.00 = 59,304 euro.

12.2. Correctiefactor voor aan en inbouwdelen (A&ID), uitgaande van de verhouding totale massen/massa mantel en fronten

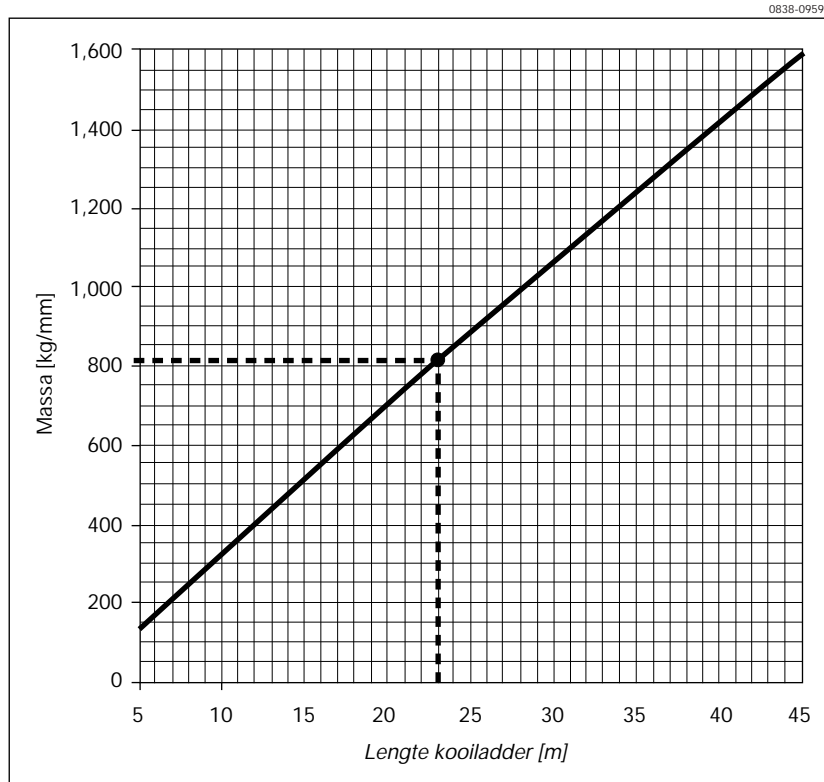


Lees af bij verhouding: totale massa/massa mantel&massa bodems 1.43, correctiefactor A&ID 0.47.

Prijs kolom exclusief kooiladders, bordessen, schotels = 59,304 + $0.475 \times 59,304 = 87,473$ euro.

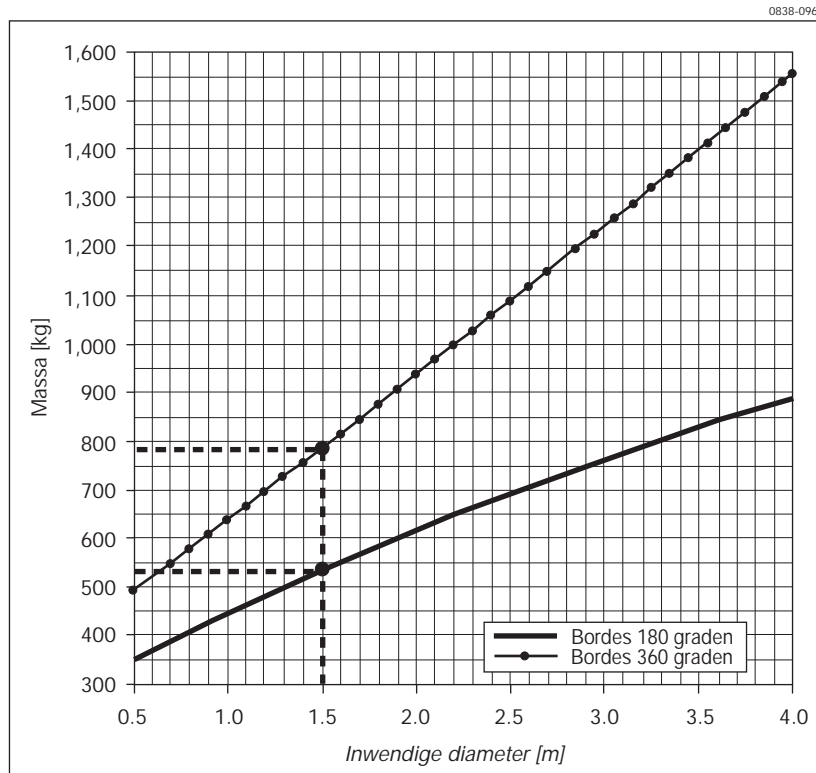
13. Bepaling van de massa van bordessen en kooiladders

13.1. *Grafiek ter bepaling van de massa van een kooiladder, uitgaande van de lengte van de kooiladder*



Lees af bij een lengte van 23 meter, massa kooiladder 820 kg.

13.2. Grafiek ter bepaling van de massa van een bordes, uitgaande van de inwendige diameter

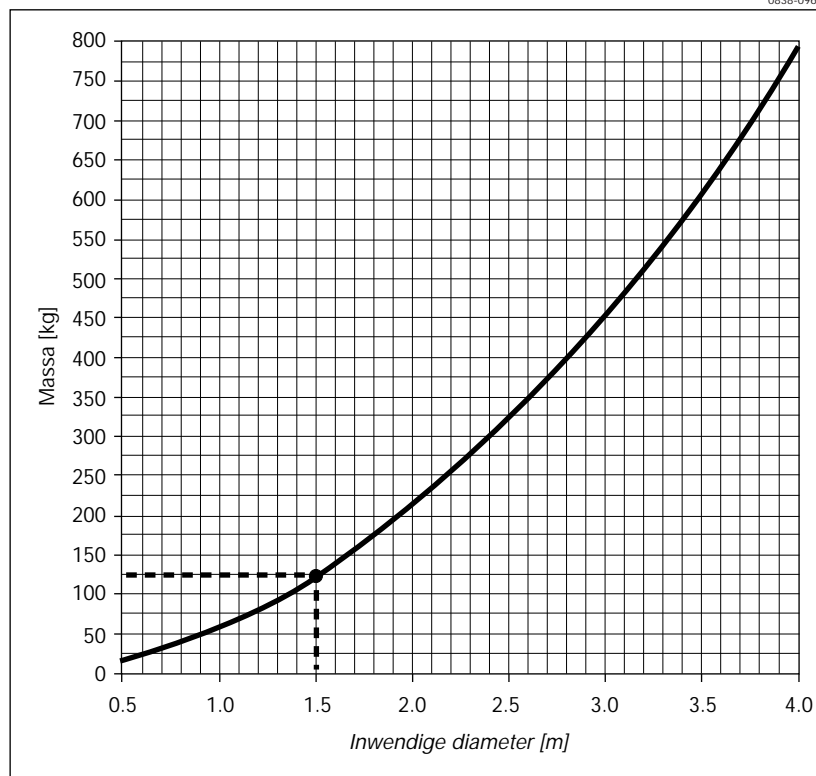


Lees af bij inwendige diameter 1.5 m bordes 180 graden 540 kg/stuk en bordes 360 graden 780 kg/stuk.

Aantal bordessen: $\text{tangentialengte} / 1 \text{ bordes} / 4 \text{ meter} + 1 = 20 / 4 + 1 = 6$

Massa bordessen = $6 \times 540 = 3,240 \text{ kg}$.

14. Grafiek ter bepaling van de sieve-tray massa, uitgaande van de inwendige diameter



Lees af bij inwendige diameter 1.5 meter, massa sieve tray 124 kg/stuk.

Aantal 8, massa sieve tray = $8 \times 124 = 992$ kg.

Y2010-30 Prijsberekingsmethode voor kolommen

Bijlage 1: Toelichting bij de diskette prijsberekening van stalen kolommen

0838-0962

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
99	Toelichting:														
100	Terug naar berekening														
101	Invoercellen:	Achtergrond: grijs													
102		Letters: zwart (vet)													
103		verplicht, wanneer in de (rechtse) aangrenzende cel een vraagteken staat													
104		6													
105	Foutmeldingen:	Bij foutieve invoer wordt rechts naast de invoer de foutmelding getoond.													
106		(in rood)													
107															
108	Hyperlink 1	Klikken op cel H1 de toelichting verschijnt in het scherm													
109		Klikken op cel K99 terug naar cel F4 in de berekening													
110															
111	Hyperlink 2	Wanneer het aantal tubelures en/of mangaten bekend zijn													
112		Klikken op cel A30 het specificatie-deel voor tubelures en mangaten verschijnt													
113		Klikken op cel C59 terug naar de cel A30 in de berekening.													
114															
115	Prijspeil:	Medio 2004													
116															
117	Cgebruiker	Door de gebruiker, naar behoefte, in te vullen correctiefactor. Default = 1													
118															
119	Opmerkingen	Dit rekenmodel is gebaseerd op algemene kentallen uit de literatuur.													
120		Om de betrouwbaarheid van dit model te vergroten is het nuttig om de uitkomsten													
121		hiervan te vergelijken met ontvangen offertes en/of bestellingen.													
122															

Prijsberekingsmethode voor kolommen **Y2010-31**

Bijlage 2: Voorbeeld output rekenprogramma

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	
1	Prijsberekening Kolommen							Toelichting		Apparaatcode:						
2	HII					Invoer gebruiker	Systeem gebruikt									
3						1.500	1.500									
4	Uitwendige diameter	m				1.500	1.500									
5	Tangentlengte	m				20.000	20.000									
6	L/D-verhouding						13,33									
8	Ontwerpdruk	bar				15,0	15,0									
9	Ontwerp temperatuur	°C				100	100									
11	Wanddikte bij 2.000 m, 10,0 bar en 20°C						8,3									
12	Correctie voor - diameter 1.500 i.p.v 2.000 m						0,75									
13	- ontwerpdruk 15,0 i.p.v. 10 bar						1,50		Totale correctie = 0,75 x 1,50 x 1,12 x 1,23 = 1,55							
14	- ontwerp temperatuur 100 i.p.v 20°C						1,12									
15	- windbelasting L/D-verhouding >=6						1,23									
16	Berekend bij 1.500 m, 15,0 bar en 100 °C						12,8									= 8,30 x 1,55
17	Wanddikte toeslag	mm					0									
18	Gemiddelde wanddikte (afgerond)	mm					13									
19	Wanddikte mantel	mm					13	490 kg/m x 20,0 m =				9.802 kg				
20	Wanddikte bodems	mm					13	242 kg/stuk x 2 =				483 kg				
21	Massa van mantel en fronten													10,285 kg		
22	Aan- en inbouw delen:															
23	Skirt															
24	Lengte	m					3									
25	Wanddikte	mm					17	641 kg/m				1.923 kg				
26	Dikte Topring	mm					40	62 kg/mm				249 kg				
27	Versterkingsschotten															
28	Dikte bodemring	mm					50	7.8 kg/mm				392 kg				
29	Tubekures & mangaten															
30	volgens specificatie						tubekures								160 kg	
31							mangaten								1.150 kg	
32	Isolatie ringen		(J/N)	j												
33	Aantal					6	9,4 kg/stuk						57 kg			
34	Tray-ondersteuningensringen		Aantal	8	8	24,3 kg/stuk						195 kg				
35	Overige aan- en inbouw delen		kg												kg	
36	Massa aan- en inbouw delen (A&ID)													4,454 kg		
37	Totale massa (exclusief kooladder, bordessen en schotels)															14,739 kg
39	Prijs/kg, gebaseerd op de massa van 14,739 kg							4,05 €								
40	Totale kosten van de kolom (exclusief correctie A&ID, kooladder, bordessen en schotels): 14,739 x 4,05 =													59,660 €		
41	Verhouding:		Totale massa		=	1,43	Correctiefactor A&ID:=		0,47						283,02 €	
42	Verhouding:		Massa mantel & fronten		=											
43	Totale kosten van de kolom (exclusief correctie A&ID, kooladder, bordessen en schotels)													87,962 €		
44	Cgebruiker (zie toelichting)							1,00	Totale kosten x Cgebruiker 87,962 x 1,00 =							87,962 €
46	Totale massa (exclusief kooladder, bordessen en sieve trays)													14,739 kg		
47	Kooladder	Lengte	m				23								813 kg	
48			€/m				200,00								4,600 €	
49	Bordessen	180 graden					6	531 kg/stuk	3,186 kg							
50		360 graden					0	785 kg/stuk	0 kg							
51			€/kg				4,75								3,188 kg	15,135 €
52	Sieve trays		Aantal	8	8	121 kg/stuk						971 kg				
53			€/stuk				850								6,800 €	
54	Totale massa (inclusief schotels)													19,709 kg		
55	Totale kosten													114,498 €		
56														Afgerond	114,000 €	
57	per kg: 114,000/19,709 =															5,78 €

