



Ontwerp specificatie

Opdrachtgever	: Unica Industry
Solutions B.V.	
Project nr. Bos Nieuwerkerk	: 24C22
Opgesteld door	[REDACTED]
Revisie	: 1
Datum	: 31 oktober 2022

Inhoudsopgave

- 1. Inleiding**
- 2. Overzicht van de relevante geurbronnen volgens het Peutz rapport FL 15263-19-RA-002**
- 3. Bepaling diameters van de kanalen zonder nieuwe warmtewisselaar na de droogkap.**
- 4. Bepaling diameters van de kanalen met nieuwe warmtewisselaar na de droogkap**
- 5. Geluideisen**
- 6. Meetpunten**
- 7. Drukvalberekening**
- 8. Debiet regeling**
- 9. Compensatoren**
- 10. Ondersteuningen**
- 11. Materiaalkeuze**
- 12. Ontwerpberekening schoorsteen**
- 13. Aandachtspunten**

Bijlage

Inleiding

Voor WEPA Nederland BV te Swalmen is in dit rapport de ontwerpspecificatie gegeven voor het afvoeren van diverse procesgassen en de ruimteventilatie vanaf het dakniveau naar een nieuw te bouwen schoorsteen.

Het ontwerp is voor wat betreft debieten en temperaturen gebaseerd op tabel 2.2 van het Peutz rapport FL15263-19-RA-002 d.d. 8 maart 2022.

De volgende processen uit deze tabel (zie Tabel 1) worden niet aangesloten op het systeem:

- Vacuumpomp PM4
- Droger KM1
- Afzuiging ontinkting.

De wel aangesloten processen zijn gegeven in Tabel 2 (geen nieuwe warmtewisselaar na de droogkap) en Tabel 3 (met nieuwe warmtewisselaar na de droogkap).

Bij het ontwerp zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- De ruimteventilatie van dakluik 1 en 2 wordt volledig gescheiden van de andere processen.
- De schoorsteen wordt dubbelwandig uitgevoerd.
De stofafzuiging + droogkap PM4 + mischantus wordt door de liner afgeblazen.
- De ruimteventilatie dakluik 1 en 2 wordt afgeblazen door de ringvormige ruimte tussen de schoorsteenmantel en de liner.
- Uitgangspunt voor de debieten en temperaturen zijn gegeven in Tabel 2 (m^3/h bij procestemperatuur).
Indien hiervan in de praktijk wordt afgeweken kan dit leiden tot andere benodigde diameters teneinde de geeiste mondingssnelheid van minimaal 15 m/s te realiseren.
Ook kan de berekende weerstand hierdoor wijzigen.
- De ruimteventilatie draait altijd.
- De stofafzuiging PM4, de droogkap PM4 en de mischantus worden 1 maal per 6 weken gedurende enige tijd uitgeschakeld.
- De berekeningen zijn gebaseerd op de lay out zoals gegeven in tekening 7206 GA0-Rev B.

2. Overzicht van de relevante geurbronnen volgens het Peutz rapport FL 15263-19-RA-002

Bron	Debiet [nm ³ /h] @ 20°C	Temperatuur [°C]	Vochtgehalte [[g/m ³] [RV %]		Debiet [m ³ /h] @ Tproces
Stofafzuiging PM4	26.000	31	34	106	26.976
Droogkap PM4	12.000	90 (na bestaande ww)*	21	5	14.867
Vacuumpomp PM4	6.500	61	118	87	7.410
Ruimteventilatie dakluik 1	80.000	42	35	63	86.007
Ruimteventilatie dakluik 2	50.000	42	35	63	53.754
Droger KM1	9.000	180	20	0,45	13.915
Afzuiging ontinkting	6.700	35	31	78	7.559
Mischantus	20.000	50			22.048
	210.200				

Tabel 1. Geurbronnen volgens rapport van Peutz

* De temperatuur van 90°C is de aangenomen temperatuur na de bestaande warmtewisselaar.

Van de in tabel 1 genoemde geurbronnen worden de volgende geurbronnen aangesloten op de schoorsteen:

Bron	Debiet [nm ³ /h] @ 20°C	Temperatuur [°C]	Vochtgehalte [[g/m ³] [RV %]		Debiet [m ³ /h] @ Tproces
Stofafzuiging PM4	26.000	31	34	106	26.976
Droogkap PM4	12.000	90 (na bestaande ww)	21	5	14.867
Ruimteventilatie dakluik 1	80.000	42	35	63	86.007
Ruimteventilatie dakluik 2	50.000	42	35	63	53.754
Mischantus	20.000	50			22.048
	188.000				

Tabel 2. Geurbronnen die aangesloten worden op de schoorsteen zonder nieuwe warmtewisselaar na de droogkap.

Indien er wel een nieuwe warmtewisselaar wordt aangesloten na de droogkap neemt het debiet af.

Aangenomen wordt, dat de temperatuur na de eventueel geplaatste nieuwe warmtewisselaar 40 °C bedraagt.

Bron	Debiet [nm ³ /h] @ 20°C	Temperatuur [°C]	Vochtgehalte [[g/m ³] [RV %]		Debiet [m ³ /h] @ Tproces
Stofafzuiging PM4	26.000	31	34	106	26.976
Droogkap PM4	12.000	40 (na nieuwe ww)	21	5	12.819
Ruimteventilatie dakluik 1	80.000	42	35	63	86.007
Ruimteventilatie dakluik 2	50.000	42	35	63	53.754
Mischantus	20.000	50			22.048
	188.000				

Tabel 3. Geurbronnen die aangesloten worden op de schoorsteen met nieuwe warmtewisselaar na de droogkap.

3. Bepaling diameters van de kanalen zonder nieuwe warmtewisselaar na de droogkap.

Bron	Debiet [m ³ /h] @ Tproces	Diameter [mm]	Snelheid [m/s]
Stofafzuiging PM4	26.976	850	13,2
Droogkap PM4	14.867	600	14,6
Ruimteventilatie dakluik 1	86.007	1450	14,5
Ruimteventilatie dakluik 2	53.754	1150	14,4
Mischantus	22.048	750	13,9
Ruimteventilatie dakluik 1 +2	139.761	1850	14,4
Mischantus + Droogkap PM4	36.915	950	14,5
Mischantus + Droogkap PM4 + Stofafzuiging	63.891	1250	14,5

Tabel 4. Diameters van de kanalen zonder nieuwe warmtewisselaar na de droogkap

Bron	Debiet [m ³ /h] @ Tproces	Diameter		Snelheid [m/s]
		Liner [mm]	Mantel [mm]	
Ruimteventilatie dakluik 1 +2	139.761		2.125	16,1
Mischantus + Droogkap PM4 + Stofafzuiging	63.891	1.200		15,7

Tabel 5. Diameters van de schoorsteen zonder nieuwe warmtewisselaar na de droogkap

4. Bepaling diameters van de kanalen met nieuwe warmtewisselaar na de droogkap

Bron	Debiet [m ³ /h] @ Tproces	Diameter [mm]	Snelheid [m/s]
Stofafzuiging PM4	26.976	850	13,2
Droogkap PM4	12.819	600	12,6
Ruimteventilatie dakluik 1	86.007	1.450	14,5
Ruimteventilatie dakluik 2	53.754	1.150	14,4
Mischantus	22.048	750	13,9
Ruimteventilatie dakluik 1 +2	139.761	1.850	14,4
Mischantus + Droogkap PM4	34.867	950	13,7
Mischantus + Droogkap PM4 + Stofafzuiging	61.843	1.250	14,0

Tabel 6. Diameters van de kanalen met nieuwe warmtewisselaar na de droogkap.

Bron	Debiet [m ³ /h] @ Tproces	Diameter		Snelheid [m/s]
		Liner [mm]	Mantel [mm]	
Ruimteventilatie dakluik 1 +2	139.761		2.125	16,1
Mischantus + Droogkap PM4 + Stofafzuiging	61.843	1.200		15,2

Tabel 7. Diameters van de schoorsteen met nieuwe warmtewisselaar na de droogkap.

Uit de tabellen 5 en 7 blijkt dat het plaatsen van een nieuwe warmtewisselaar bij de gegeven waarden geen invloed hebben op de afmetingen van de schoorsteen.

5. Geluideisen

Voor wat betreft het geluid gelden de volgende eisen:

Geluidvermogen aan de top van de schoorsteen	85	dB(A)
Geluidvermogen uitstraling leidingwerk (per strekkende meter).	64	dB(A)/m

Om het geeiste geluidvermogen aan de top van de schoorsteen te realiseren zal aan de perszijde van beide ventilatoren een coulissendemper geplaatst moeten worden.

De specificatie van de coulissendempers hangt af van de gekozen ventilatoren.

Voor de aanvraagspecificatie van de ventilatoren, zie hoofdstuk 7.

Omdat het geluidsspectrum van de ventilatoren nog niet bekend is, is voorlopig gekozen voor coulissendempers met de afmetingen L x B x H van:

Ruimteventilatie dakluik 1 + 2:	2,5 x 2,5 x 2,5 m
Mischantus + Droogkap PM4 + Stofafzuiging:	2,5 x 1,6 x 1,6 m

Om de geluideis ten aanzien van de uitstraling van de kanalen te realiseren zal hoogst waarschijnlijk ook aan de zuigzijde van de ventilatoren een coulissendemper noodzakelijk zijn.

Afhankelijk van het geluidsspectrum van de ventilatoren is het mogelijk dat de kanalen om geluidtechnische redenen geïsoleerd moeten worden om de geluideis van 64 dB(A)/m te halen.

Als alternatief is het misschien mogelijk de eis van 64 dB(A) te realiseren zonder uitwendige isolatie door de lengte van de coulissendemper aan te passen.

In verband met de temperatuur moet het kanaal van de droogkap naar het verzamelkanaal worden voorzien van thermische isolatie.

6. Meetpunten

Het systeem moet worden voorzien van meetpunten.

Er wordt vanuit gegaan, dat de meetpunten worden geplaatst in de kanalen na de ventilator en na de coulissendemper, dus aan de perszijde van de ventilatoren.

Bij het bepalen van de positie van de meetpunten moet de norm NEN-EN 15259 worden aangehouden.

Hierin staat onder andere, dat een meetpunt zodanig wordt gepositioneerd, dat er stroomopwaarts een storingvrije zone bestaat met een lengte van 5 x D en stroomafwaarts een storingvrije zone met een lengte van 2 x D.

7. Drukvalberekening

Voor de drukvalberekening zijn de volgende uitgangspunten gekozen:

- Materiaalruwheid:	1	mm
- Nieuwe toekomstige warmtewisselaar (aannee)	400	Pa
- Bestaande demper stofafzuiging (aannee)	300	Pa
- Omgevingstemperatuur	25	°C

Berekende weerstand:

Ruimteventilatie dakluik 1 en 2:	ca 1.100 Pa
Mischantus + Droogkap PM4 + Stofafzuiging:	ca 1.600 Pa

Voor de specificatie van de ventilatoren wordt voorlopig uitgegaan van:

- Ruimteventilatie dakluik 1 en 2:			
	Debiet:	140.000	m ³ /h
	Pst:	1.250	Pa
	Temperatuur:	50	°C
- Mischantus + Droogkap PM4 + Stofafzuiging			
	Debiet:	65.000	m ³ /h
	Pst:	1.750	Pa
	Temperatuur:	50	°C

De ventilatoren worden aangestuurd door een frequentie omvormer.

De ventilatoren worden voorzien van een geluidsomkasting.

Het materiaal voor de delen die in contact komen met het medium wordt vooralsnog RVS 304L, tenzij de samenstelling van de rookgassen RVS 316L vereist (zie ook hoofdstuk 11).

8. Debiet regeling

De debietregeling voor de mischantus, de droogkap PM4 en de stofafzuiging wordt gerealiseerd door middel van drukregeling.

In het aanzuigkanaal van ieder van de 3 processen dient hiertoe een drukopnemer en een geregelde klep gemonteerd te worden (een "drall" klep), waarmee per proces het juiste debiet kan worden ingeregeld.

De regeling van de Ruimteventilatie dakluik 1 en 2 moet nader worden bekeken.

Hier kan een regeling op basis van een drukopnemer of een debietmeter worden toegepast, of omdat de ruimteventilatie niet zo kritisch lijkt, is misschien een handklep voldoende.

De definitieve uitvoering moet worden bepaald in overleg met Unica.

9. Compensatoren

De kanalen dienen daar waar nodig voorzien te worden van compensatoren.

Indien het medium het toelaat gaat de voorkeur gaat uit naar doekcompensatoren.

Plaats en aantal van de compensatoren kan pas bepaald worden als de vaste- en glijpunten bekend zijn.

10. Ondersteuningen

Kanalen, ventilatoren en overige appendages dienen ondersteund te worden op de bestaande stalen constructie.

Ondersteuning zal geschieden door middel van poeren welke door het dakleer zullen worden af gesteund op (hoofd)liggers in het gebouw.

Op deze poeren zullen stalen balken (aantallen + afmetingen nader te bepalen) worden gemonteerd met klemverbindingen om staal bovendaks te voorzien voor oplegging kanaalwerk en anderen.

Poeren kunnen worden voorzien van kabeldoorvoeren t.b.v. besturing/meetapparatuur.

Ondersteuning voor leidingbrug zal links en rechts moeten worden voorzien in bestaande staalstructuren.

Vaste punten dienen worden voorzien zodat glij/vastpunt kan worden gemonteerd.

Leverancier kanaal/ventilator/demper is verantwoordelijk voor het aanleveren van haar krachten met betrekking tot de constructie bovendak.

Opdrachtgever is verantwoordelijk voor de berekeningen in de bestaande gebouwconstructies.

Opdrachtgever dient voldoende stijfheid in het gebouw aanvullend te voorzien indien nodig. Hiernaast is opdrachtgever verantwoordelijk voor het maken van poeropeningen en (water)dicht afwerken.

11. Materiaalkeuze

Voor de kanalen en de schoorsteen is gekozen voor roestvast staal.

Indien de chemische belasting en/of het ontstaan van condens daar aanleiding toe geeft zou gekozen moeten worden voor RVS 316L ipv RVS 304L.

12 Ontwerpberekening schoorsteen

Samenvatting resultaten:

Diameter mantel	2.125	mm
Diameter liner	1.200	mm
Massa	7.500	kg
Veiligheids factor windbelasting	1,4	
Windgebied	III	
Terrein categorie	2 (onbebouwd)	
Schuifkracht aan de voet	35	kN
Buigmoment aan de voet	600	kNm
Flens op 14 m		

Voor details van de berekening wordt verwezen naar de bijlage.

13. Aandachtspunten

Zoals reeds eerder vermeld dienen de volgende punten de nodige aandacht:

- De mondingssnelheid van de schoorsteen moet minimaal 15 m/s bedragen.
De berekende diameters om dit te realiseren zijn gebaseerd op de debieten en temperaturen zoals gegeven in het Peutz rapport.
Tevens is als uitgangspunt genomen dat de processen altijd tegelijk draaien bij de aangegeven debieten, met uiteraard als uitzondering als er een stop is.
- De berekeningen zijn gebaseerd op de lay out van tekening 7206 GA0-Rev B.
- In de berekeningen voor de weerstand zijn waarden aangenomen voor de weerstand van de (eventuele) nieuwe warmtewisselaar en van de bestaande demper van de Stofafzuiging. Afwijkingen hiervan kunnen invloed hebben op de berekende weerstand.

Bijlage

Schoorsteenberekening:

=====

NB: vloeigrens, vermoeiing, momenten, krachten, etc. zijn ONTWERP waarden!

=====

HOOFDKENMERKEN VAN DE BEREKENING

=====

Enkelvoudige vrijstaande of getuide schoorsteen.
Berekening met alleen windbelasting.
Vortex exitatie is berekend m.b.v. benadering 3 (Vickery-Basu).
De schoorsteen is uitgerust met een massa-veer-demper.

AFMETINGEN EN MASSA VAN DE SCHOORSTEEN

Massa van de schacht	:	4.64E+03 kg
Massa van de isolatie + bekleding	:	0.00E+00 kg
Massa van de extra massa's (ladders, bordessen, ringen, flenzen)	:	1.74E+03 kg
Massa van de massa-veer-demper	:	2.00E+02 kg
Totale massa van de schoorsteen	:	6.58E+03 kg
Gegeneraliseerde massa van de schoorsteen (SDF-massa), mode 1	:	1.55E+03 kg
Gegeneraliseerde massa van de schoorsteen (SDF-massa), mode 2	:	1.50E+03 kg
Gegeneraliseerde massa van de schoorsteen (SDF-massa), mode 3	:	1.70E+03 kg
Equivalentente massa per meter, mode 1	:	2.33E+02 kg/m
Equivalentente massa per meter, mode 2	:	2.57E+02 kg/m
Equivalentente massa per meter, mode 3	:	2.54E+02 kg/m
Eerste resonantiefrequentie schacht	:	2.46 c/s
Tweede resonantiefrequentie schacht	:	14.43 c/s
Derde resonantiefrequentie schacht	:	41.32 c/s
Werktemperatuur	:	50.00 °C
Damping: Gelaste wand zonder liner of isolatie		
Totale dampingsdecrement in windrichting (mat. + aerod. + TMD)	:	2.00E-01
Totale dampingsdecrement dwars op windrichting, mode 1	:	1.78E-01
Totale dampingsdecrement dwars op windrichting, mode 2	:	1.20E-02
Totale dampingsdecrement dwars op windrichting, mode 3	:	1.20E-02
Windsnelheid aan de top (10 minuten gemiddeld)	:	24.77 m/s
Vortex exitatie is berekend m.b.v. benadering 3 (Vickery-Basu).		
Kritische windsnelheid voor trillen, mode 1	:	29.09 m/s
Kritische windsnelheid voor trillen, mode 2	:	170.33 m/s
Kritische windsnelheid voor trillen, mode 3	:	487.80 m/s
Kritische windsnelheid voor ovalsing (r=2)	:	9.18 m/s
Scrutongetal, mode 1	:	14.71
Scrutongetal, mode 2	:	1.09
Scrutongetal, mode 3	:	1.08

Aantal lastwisselingen in 50. jaar (minimum 1.E+4), mode 1	:	1.00E+04
Berekend aantal lastwisselingen in 50. jaar, mode 1	:	1.05E+02
Aantal lastwisselingen in 50. jaar (minimum 1.E+4), mode 2	:	1.00E+04
Aantal lastwisselingen in 50. jaar (minimum 1.E+4), mode 3	:	1.00E+04
Reynoldsgetal gebaseerd op Vcrit, mode 1	:	4.12E+06
Reynoldsgetal gebaseerd op Vcrit, mode 2	:	2.41E+07
Reynoldsgetal gebaseerd op Vcrit, mode 3	:	6.91E+07
Maximale uitbuiging in de windrichting	:	2.07E-02 m
Maximale uitbuiging dwars op de windrichting, mode 1	:	5.24E-02 m
Maximale uitbuiging dwars op de windrichting, mode 2	:	0.00E+00 m
Maximale uitbuiging dwars op de windrichting, mode 3	:	0.00E+00 m

MAXIMUM SPANNINGEN EN BUIGMOMENTEN

=====

Gecombineerde trekspanning / vloeigrens	:	0.177
Gecombineerde drukspanning / vloeigrens	:	0.209
Vertikale drukspanning / toelaatbare knikspanning	:	0.189
Gecombineerde verticale en omtrek knikspanningstoestand	:	0.059
Vermoeiingsspanning / grens vermoeiingssp., mode 1	:	0.228
Vermoeiingsspanning / grens vermoeiingssp., mode 2	:	0.000
Vermoeiingsspanning / grens vermoeiingssp., mode 3	:	0.000
Schuifkracht aan de voet in windrichting	:	2.24E+04 N
Schuifkracht aan de voet dwars op windrichting	:	3.12E+04 N
Buigmoment aan de voet in windrichting (incl. tweede orde mom.)	:	3.17E+05 Nm
Buigmoment aan de voet dwars op windrichting	:	5.43E+05 Nm
Tweede orde moment aan de voet (wind)	:	5.52E+02 Nm
Minersom	:	1.81E-08
Verwachte levensduur (Minersom = 1.0; "worst case scenario")	> :	5.00E+01 jaar

APPENDAGES

=====

Isolatie	:	-
Liner	:	x
Spiralen	:	-
Tuidraden	:	-
Openingen	:	-
Verstevigingsringen	:	x
Flenzen	:	x
Massa-veer-demper	:	x

AFMETINGEN EN MATERIAAL GEGEVENS

=====

Ontwerp hoogte (m)	Ext.dia. schacht (m)	Plaat dikte (mm)	Corrosie dikte (mm)	Extra massas (kg)	Windbel. opperv. (m ²)	Staal soort	Vloei grens (N/mm ²)	Elast. modulus (N/mm ²)
25.000	2.125	3.0	0.0	6.96E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
24.000	2.125	3.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
23.000	2.125	3.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
22.000	2.125	3.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
21.000	2.125	3.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
20.000	2.125	3.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
19.000	2.125	3.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
18.000	2.125	3.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
17.000	2.125	3.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
16.000	2.125	3.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
15.000	2.125	3.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
14.000	2.125	3.0	0.0	1.93E+02	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
13.000	2.125	3.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
12.000	2.125	4.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
11.000	2.125	4.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
10.000	2.125	4.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
9.000	2.125	4.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
8.000	2.125	4.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
7.000	2.125	4.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
6.000	2.125	4.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
5.000	2.125	4.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
4.000	2.125	4.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
3.000	2.125	4.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
2.000	2.125	4.0	0.0	6.02E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
1.000	2.125	4.0	0.0	5.42E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
0.200	2.125	4.0	0.0	9.70E+01	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05
0.000	2.125	4.0	0.0	6.02E+00	0.00	1.4404	165.5	1.68E+05

VOETPLAAT EN ANKERBOUTEN

=====

Diameter voetplaat	:	2286.00 mm
Steekcirkel ankerbouten	:	2214.00 mm
Staalsoort van de voetplaat	:	1.4404
Voetplaatconstructie is een dubbele ring met schetsplaatjes.		
Afstand tussen schetsplaatjes (ankerbout centraal)	:	166.897 mm
Hoogte dubbele ring	:	46.098 mm
Minimum dikte voetplaat (of bovenste ring)	:	8.171 mm
Vloei grens voetplaat	:	172.73 N/mm ²
Elasticiteitsmodulus voetplaat	:	1.70E+05 N/mm ²
Grensvermoedingsspanning voetplaat, mode 1	:	175.93 N/mm ²
De stijfheid van de fundering is	:	1.00E+09 Nm/rad
De hoekverdraaiing van de voetplaat is	:	2.26E-04 rad
Aantal ankerbouten	:	40
Vloei grens ankerboutmateriaal	:	512.00 N/mm ²
Kerndiameter ankerbouten	:	9.600 mm
Uitwendige diameter ankerbouten	:	12.000 mm
Belasting ankerbouten	:	22.73 kN
Spanning ankerbouten	:	314.09 N/mm ²

OPMERKINGEN

=====

1. De belastingen zijn vermenigvuldigd met de betreffende veiligheidsfactor.
2. De vloeigrens geldt bij de werktemperatuur en is gedeeld door de veiligheidsfactor voor materiaal (ontwerp waarde).
3. De elasticiteitsmodulus geldt bij de werktemperatuur.