

Prijsberekingsmethode voor stalen kegeldaktanks met een inhoud tussen de 50 en 500 m³

Ing. J. M. L. Nijssen

1.	Inleiding	Y2020- 3
2.	Tijdsonafhankelijke variabelen	Y2020- 3
2.1.	Massa	Y2020- 3
2.1.1.	Rompmassa	Y2020- 3
2.1.2.	Aanbouwdelen	Y2020- 4
2.1.2.1.	Tubelures	Y2020- 4
2.1.2.2.	Mangaten	Y2020- 5
2.1.2.3.	Kooiladders	Y2020- 5
2.1.2.4.	Railing	Y2020- 5
2.1.3.	Elektrodenmassa	Y2020- 5
2.2.	Fabricage-uren	Y2020- 5
2.3.	Montage-uren	Y2020- 6
3.	Tijdsafhankelijke variabelen	Y2020- 6
4.	Rekenvoorbeeld prijsberekening kegeldak- tank	Y2020- 6
5.	Grafiek ter bepaling van de massa van het dak, de mantel en de bodem uitgaande van de diameter	Y2020- 8
6.	Grafiek ter bepaling van de elektroden- massa als percentage van de basismassa	Y2020- 9
7.	Grafiek ter bepaling van de correctiefactor voor de fabricage-uren uitgaande van het percentage aan- en inbouwdelen	Y2020-10
8.	Grafiek ter bepaling van de (pre-)fabricage- en montage-uren uitgaande van de basis- massa	Y2020-11

Bij dit artikel ontvangt u een diskette met rekenmodel voor de prijs-
berekening van stalen kegeldaktanks.

1. Inleiding

De prijs van elk apparaat kan men splitsen in materiaal- en loonkosten. Materiaalkosten bestaan uit de hoeveelheid materiaal (uitgedrukt in kg, vermenigvuldigd met de materiaalsprijs per kg. Loonkosten bestaan uit het aantal fabricage- en/of montage-uren, vermenigvuldigd met het tarief per uur.

De hoeveelheid materiaal en het aantal uren veranderen niet of nauwelijks in de loop van de tijd en worden daarom wel *tijdsonafhankelijke* of statische gegevens genoemd. De materiaalsprijs/kg en het tarief/uur zijn daarentegen wel *tijdsafhankelijk* en moeten dus steeds worden herzien.

In volgende paragrafen wordt aangegeven hoe voor kegeldaktanks de tijdsonafhankelijke variabelen kunnen worden bepaald en welke waarden voor de tijdsafhankelijke variabelen zijn gebruikt.

2. Tijdsafhankelijke variabelen

2.1. Massa

2.1.1. Rompmassa

Om de massa van de romp te kunnen bepalen is het noodzakelijk dat de wanddiktes van resp. dak, mantel en bodem bekend zijn. Op grond van geldende voorschriften is een minimum wanddikte voor het dak van 4,8 mm en voor de bodem van 6 mm aangehouden. De wanddikte van de mantel is berekend met behulp van de formule volgens British Standards (BS2654). Hierbij is de mantel opgedeeld in een aantal horizontale ringen elk met een hoogte van 2 à 2,5 meter. Voor elke ring is de minimum vereiste wanddikte berekend.

De formule volgens BS2654 luidt:

$$t = (D/20.s).[98.W.(H - 0,3) + p] + c$$

waarbij

- t : minimum vereiste wanddikte van het betreffende ringvormige mantelgedeelte [mm]
- D : Diameter [m]
- s : ontwerpspanning [N/mm²]. Voor HII geldt: $s = 0,67 \times 240$ [N/mm²]
- W : dichtheid van de vloeistof. [kg/dm³]

Y2020-4 Prijsberekingsmethode voor stalen kegeldaktanks met een inhoud tussen de 50 en 500 m³

- H : rekenhoogte [mm]. Is de afstand van de bovenkant van de tankmantel tot aan de onderkant van het betreffend ringvormig mantelgedeelte.
p : ontwerpdruk overdruk [mbar].
c : corrosietoeslag [mm]. $c = 0,5$

Uit berekeningen is gebleken dat voor kegeldaktanks kleiner dan 500 m³ (L/D-verhouding tussen 0,9 en 1,3) de berekende minimale wanddikte ruim beneden de toe te passen minimale wanddikte van 5 mm blijft.

De massa van dak, mantel en bodem kan ook worden afgelezen in grafiek 5. De basismassa van de tank is de som van respectievelijk dak-, mantel en bodemmassa.

2.1.2. Aanbouwdelen

Voor wat de aanbouwdelen betreft beperken we ons tot tubelures, mangaten, kooiladders en de railing.

Van kooiladders en railing wordt hier de lengte en de massa per meter opgegeven om de totale massa van de kegeldaktank te kunnen berekenen. Bij de bepaling van het percentage aanbouwdelen worden ze buiten beschouwing gelaten. In de prijsberekening worden prijzen per meter gehanteerd.

2.1.2.1. Tubelures

Voor meetpunten geldt een nominale diameter van 50 mm, voor de groottebepaling van de overige tubelures is rekening gehouden met de optredende vultijden. Voor de nominale diameters zie tabel 1, voor de massa van tubelures zie tabel 2.

Tabel 1.

	Aantal	Inhoud tussen 50 en 60 m ³	Inhoud tussen 60 en 160 m ³	Inhoud tussen 160 en 500 m ³
Meetpunt	2	ND 50	ND 50	ND 50
Toevoer	1	ND 100	ND 100	ND 150
Afvoer	1	ND 100	ND 150	ND 150
Ventilatie	1	ND 50	ND 80	ND 100

Tabel 2.

Nom. diam.	Massa
ND 50	3.9 kg
ND 80	6.0 kg
ND 100	8.0 kg
ND 150	14.0 kg

2.1.2.2. *Mangaten*

Zie tabel 3 voor het aantal, de grootte en de massa van mangaten.

Tabel 3.

	Aantal	Nom. diam.	Massa
Mangaten	2	ND 500	230 kg

2.1.2.3. *Kooiladders*

De hoogte van de kooiladder wordt gelijkgesteld aan de hoogte van de tank, terwijl gerekend wordt met zowel een kooiladder in de tank als buiten de tank. Massa van de kooiladder 35 kg/meter.

2.1.2.4. *Railing*

De lengte van de railing is gelijk aan de omtrek van de tank. Massa van de railing 15 kg/meter.

2.1.3. *Elektrodenmassa*

De benodigde massa aan elektroden ten behoeve van het aan elkaar lassen van de verschillende onderdelen wordt uitgedrukt in een percentage van het rompgewicht. Het percentage kan worden afgelezen uit grafiek 6.

2.2. *Fabricage-uren*

Voor het bepalen van de fabricage-uren is gebruikgemaakt van gegevens uit tabel 70: Lagertanke uit „Analytische Angebotskalkulation im Stahl- und Apparatebau mit empirische Werte” van Jacob Ruckes.

Afhankelijk van de hoeveelheid aan- en inbouwdelen moeten de fabricage-uren echter worden gecorrigeerd. De hoeveelheid aan- en inbouwdelen wordt uitgedrukt als een percentage van de basismassa, de hieruit resulterende correctiefactor kan worden afgelezen in grafiek 7.

Met behulp van gegevens uit tabel 70 is grafiek 8 gemaakt, hierin kunnen de ongecorrigeerde fabricage-uren worden afgelezen.

Y2020-6 Prijsberekingsmethode voor stalen kegeldaktanks met een inhoud tussen de 50 en 500 m³

2.3. Montage-uren

Ook voor het bepalen van de montage-uren is gebruikgemaakt van gegevens uit tabel 70: Lagertanke uit „Analytische Angebotskalkulation im Stahl- und Apparatebau mit empirische Werte” van Jacob Ruckes.

In grafiek 8 kunnen ook de montage-uren worden afgelezen.

3. Tijdsafhankelijke variabelen

Er is van afgezien een gedetailleerde beschrijving te geven van de totstandkoming van de diverse eenheidsprijzen, aangezien dit buiten het bestek van dit artikel valt. Daarom is hier volstaan met het geven van een overzicht van de toegepaste eenheidsprijzen:

Materiaalprijs HII	0,50 € /kg
Fabricagetarief	40,— € /uur*
Montagetarief	37,50 € /uur*
Elektroden	5,— € /kg
Kooiladder	175,— € /m
Railing	65,— € /m

* Tekenuren etcetera zijn in de tarieven verwerkt, tarieven zijn inclusief overhead.

4. Rekenvoorbeeld prijsberekening kegeldaktank

Gegeven:

Inhoud: 200 m³

Bij een L/D-verhouding van 1 resulteert een inhoud van 200 m³ in een diameter van 6.338 meter, afgerond 6.35 meter.

De hoogte wordt $200/(0.25 \cdot \pi \cdot 6.35^2) = 6.315$ meter, afgerond 6.35 meter.

Prijsberekingsmethode voor stalen kegeldaktanks met een inhoud tussen de 50 en 500 m³

Y2020-7

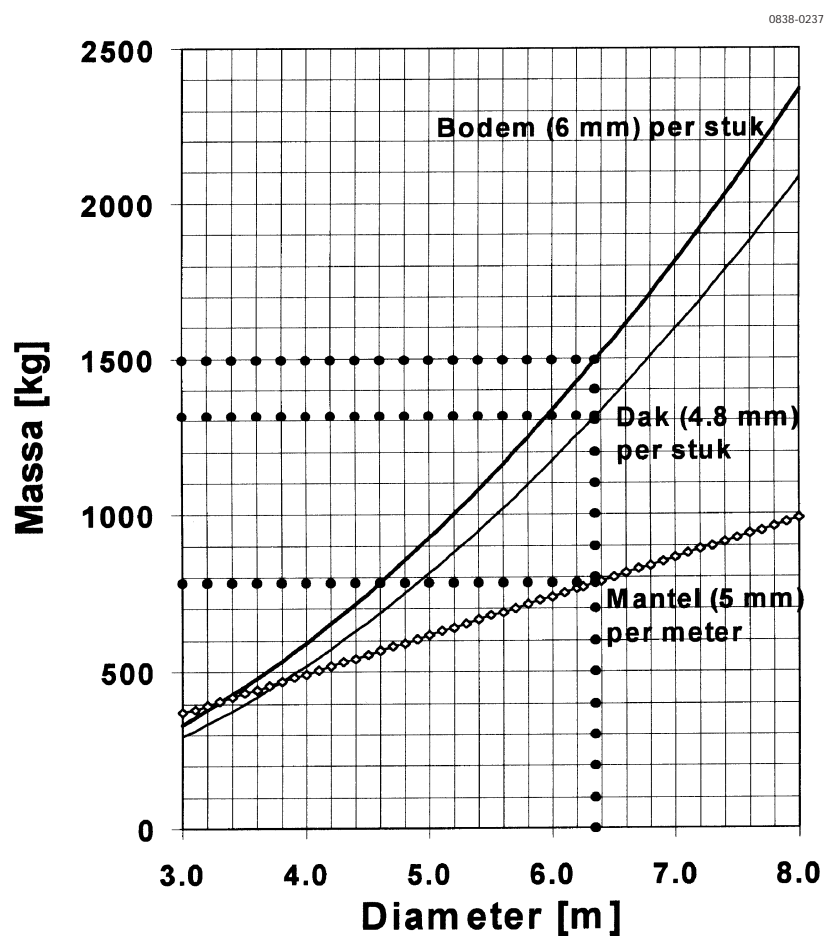
0838-0855

Prijsberekening stalen kegeldaktanks						Apparaatcode:	
Inhoud >=50 en <500m³							
		Invoer	Systeem gebruikt				
Uitwendige diameter	m	6.350	6.350				
Hoogte	m	6.350	6.350				
Inhoud	m ³		201.1				
L/D-verhouding			1.00				
Wanddikte dak	mm		4.8				
Wanddikte mantel	mm		5.0				
Wanddikte bodem	mm		6.0				
Dak	oppervlak: m ²		34.8	Massa:		1,313 kg	
Mantel	oppervlak: m ²		126.7	Massa:		4,972 kg	
Bodem	oppervlak: m ²		31.7	Massa:		1,492 kg	
Totaal oppervlak	m ²		193.2				
Massa van de kale kegeltank						7,776 kg	
Tubelures&mangaten							
Tubelures	Aantal ND 50		2	3.9 kg/stuk		8 kg	
	Aantal ND 80		0	6.0 kg/stuk		0 kg	
	Aantal ND 100		1	8.0 kg/stuk		8 kg	
	Aantal ND 150		2	14.0 kg/stuk		28 kg	
Mangaten	Aantal ND 500		2	230.0 kg/stuk		460 kg	
Extra Aan- en inbouw delen	kg		0				
totaal tubelures&mangaten						504 kg	
Basismassa van de tank						8,280 kg	
Electrodenmassa			0.60%	van 8,280=		49 kg	
Koolladder	Aantal		2				
	Lengte m		6.4	2 stuks	35 kg/m	448 kg	
Railing	Lengte m		20		15 kg/m	300 kg	
Massa koolladder + railing						748 kg	
Totale masa van de kegeldaktank						9,077 kg	
Materiaal	€/kg		0.50	8,280 kg		4,140 €	
Electroden	€/kg		5.00	49 kg		247 €	
Fabricage							
- uren, ongecorrigeerd	uren/ton		25.6				
- correctie voor aan- en inbouw delen:			10.3%	A&ID= 6.5% = (504 / 7,776) x 100			
- uren, gecorrigeerd	uren/ton		28.3	8.280 ton	235 uren		
- (loon)kosten	uurtarief €/uur		40.00		235 uren		9,400 €
Montage							
- uren	uren/ton		65.3	8.3 ton	542 uren		
- (loon)kosten	uurtarief €/uur		37.50		542 uren		20,325 €
Koolladder	€/m		175.00	13 m			2,240 €
Railing	€/m		65.00	20 m			1,300 €
Totaal						37,652 €	
						(per kg: 37,652/9,077 = 4.15 €)	
Cgebruiker (zie toelichting)			1.00	Totaal x Cgebruiker		37,652 €	
						Afgerond	
						38,000 €	
						per kg: 38,000/9,077 =	
						4,19 €	
In bovenstaande kosten zijn niet begrepen:							
- oppervlaktebehandeling							
- keuren							
- testen							
- internals							
- fundaties							
- steigerwerk, bijzondere hijsvoorzieningen							

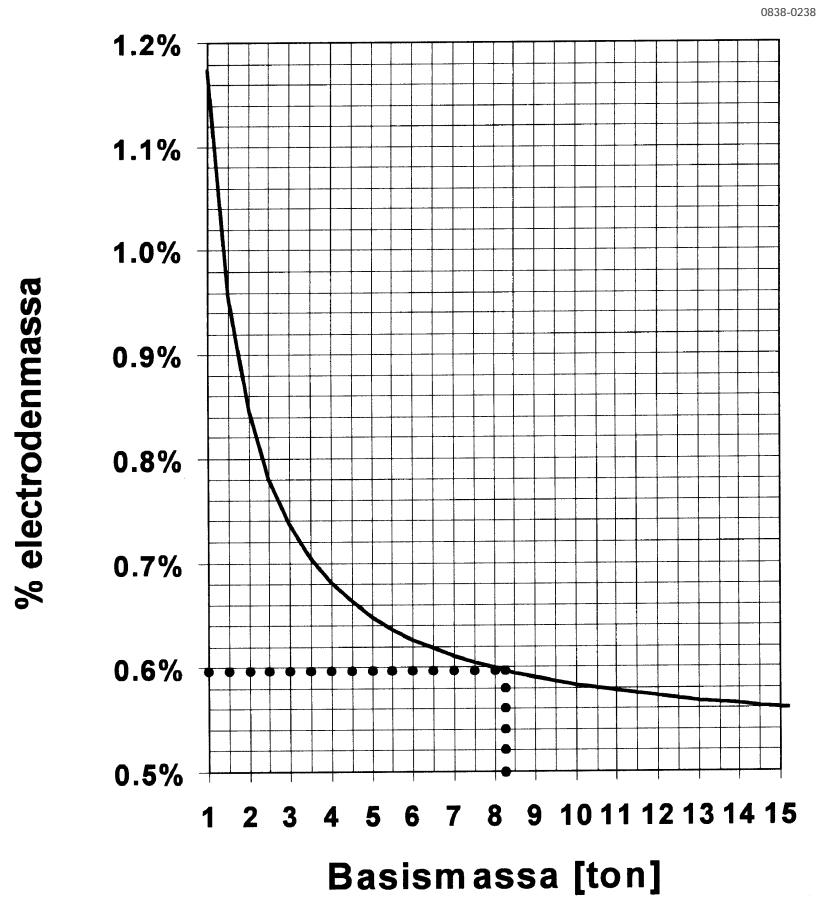
Y2020-8 Prijsberekingsmethode voor stalen kegeldaktanks met een inhoud tussen de 50 en 500 m³

Opmerking:
Door afleesverschillen kan de uitkomst van het voorbeeld afwijken van de uitkomst van een berekening met dezelfde invoergegevens gemaakt in het excel-spreadsheet.

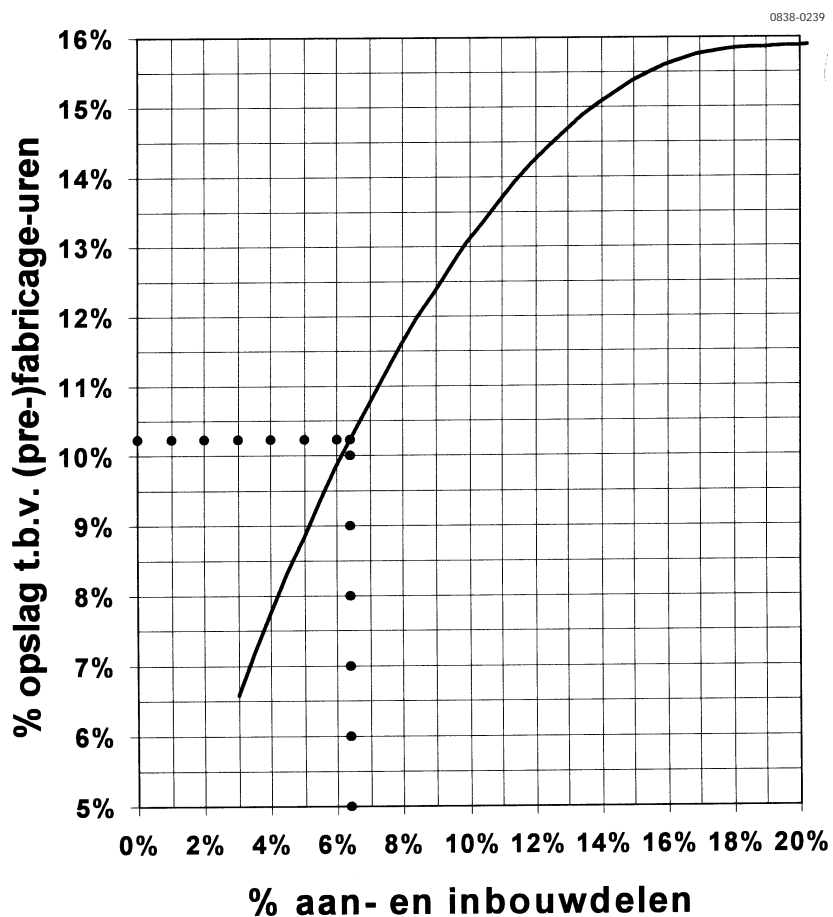
5. Grafiek ter bepaling van de massa van het dak, de mantel en de bodem uitgaande van de diameter



6. Grafiek ter bepaling van de elektrodenmassa als percentage van de basismassa



7. Grafiek ter bepaling van de correctiefactor voor de fabricage-uren uitgaande van het percentage aan- en inbouwdelen



8. Grafiek ter bepaling van de (pre-)fabricage- en montage-uren uitgaande van de basismassa

