

Montage van apparaten en machines

J. C. de Wit

1.	Inleiding	Y8110- 3
2.	Algemeen	Y8110- 3
3.	Veiligheidsaspecten	Y8110- 3
4.	Bepalen van de montagekosten	Y8110- 4
4.1.	Montagekosten als percentage van de kosten van het apparaat of de machine	Y8110- 5
4.2.	Montagekosten te bepalen op basis van de massa van de apparatuur	Y8110- 5
4.3.	Montage-uren calculeren en deze vermenigvuldigen met een „all-in” uurtarief, per categorie	Y8110- 6

1. Inleiding

Dit hoofdstuk geeft een aantal methoden aan om de kosten te bepalen van de montage van apparaten en machines.

Deze apparatuur kan in een gebouw of in de open lucht worden gemonteerd, zoals dit bijvoorbeeld voor een procesinstallatie het geval is. Tevens is aangenomen dat andere op het terrein in uitvoering zijnde werkzaamheden geen belemmering vormen voor de montage.

2. Algemeen

De montagewerkzaamheden dienen te worden uitgevoerd door montagefirma's (aannemers) die ervaring hebben op dit gebied en hiervoor volledig geoutilleerd zijn. De ervaring van aannemers is belangrijk aangezien zij immers omgaan met onderdelen van een te bouwen fabriek, die een groot deel van de investeringskosten vertegenwoordigen.

Een specificatie van de te plaatsen apparaten en machines is over het algemeen tijdig voor de montageperiode bekend. Ook is in een vroeg stadium reeds een goede werkomschrijving mogelijk.

Dit betekent dat een montagecontract in aanmerking komt om op lumpsum-basis (vaste prijs) te worden uitgevoerd. Wijzigingen tijdens de montage zijn hier dan ook over het algemeen minimaal.

3. Veiligheidsaspecten

Veiligheidsaspecten spelen bij dit type werk een belangrijke rol, in het bijzonder ten aanzien van hijswerkzaamheden van grote apparaten.

Zo zullen er bij een windkracht hoger dan vier Beaufort, over het algemeen geen hijswerkzaamheden kunnen plaatsvinden.

Tevens dient er een door de opdrachtgever goedgekeurd hijsplan te zijn dat ook ter goedkeuring wordt voorgelegd aan de verzekeringsmaatschappij met wie een CAR (Construction all-risk) verzekering is afgesloten. De kranen dienen voorzien te zijn van een certificaat van betrouwbaarheid. Dit certificaat wordt verkregen na periodieke, over het algemeen, jaarlijkse keuring van de kranen. Ook dient de kraanmachinist in het bezit te zijn van een certificaat waaruit blijkt dat hij bevoegd is de kraan te bedienen.

Een ander veiligheidsaspect is het afzetten van het terrein rondom de plaats van het te monteren apparaat, binnen een straal welke gelijk is aan vijftig procent van de masthoogte van de kraan.

Y8110-4 Montage van apparaten en machines

Voorts is er een veiligheidsinspecteur aanwezig die toezicht houdt en adviezen geeft betreffende alle veiligheidseisen.

4. Bepalen van de montagekosten

Om de montagekosten van apparaten en machines te bepalen kunnen over het algemeen de volgende begrotingstechnieken worden toegepast:

- A. Montagekosten bepalen als percentage van de kosten van het apparaat of de machine (factorbegrotingsmethode).
- B. Montagekosten bepalen op basis van het gewicht van de apparatuur, waarbij een bedrag per ton wordt toegepast per categorie.
- C. Montage-uren calculeren en deze vermenigvuldigen met een „all-in” uurtarief per categorie.

Het toepassen van één van de bovengenoemde methoden is mede afhankelijk van de vereiste nauwkeurigheid en de beschikbare informatie. Ook kan een combinatie van de genoemde methoden worden toegepast, afhankelijk van het te plaatsen object.

In de montagekosten zijn doorgaans opgenomen:

- Het transport op de bouwplaats van het apparaat van het magazijn of de vrachtwagen, naar de locatie.
- Het plaatsen op de fundering, het stellen, bevestigen en uitlijnen.
- De kosten van gereedschap, kranen, hulpmiddelen etcetera welke direct nodig zijn om de montage te kunnen uitvoeren.
- De kosten van tijdelijke bouwvoorzieningen, voorzover niet door de opdrachtgever beschikbaar gesteld.

De kostenopbouw is in eerste instantie gebaseerd op nieuwbouwwerkzaamheden, uitgevoerd onder normale condities, zoals redelijke weersomstandigheden, ononderbroken uitvoering van het werk tijdens normale werkuren, de aanwezigheid van gekwalificeerd personeel, redelijk ruim opstellingsplan van de apparaten, etcetera, uitgevoerd in Nederland of directe omgeving.

Voor afwijkende situaties worden dan toeslagen op de geschatte basiskosten toegepast.

4.1. *Montagekosten als percentage van de kosten van het apparaat of de machine*

Hierbij dient rekening gehouden te worden met de materiaalsoort, waarvan het apparaat of de machine is vervaardigd.

Immers een duurder materiaal zal de kostprijs van het apparaat of de machine verhogen. Dit heeft echter over het algemeen geen invloed op de montagekosten.

Tevens zullen de verhoudingscijfers aangepast dienen te worden als de verhouding van de materiaalkosten en de montagekosten zich wijzigt. Dit kan ontstaan door verandering van de kosten van de basismaterialen, de loonkosten en door verandering van de produktiemethoden en technieken.

Hieronder volgen enkele voorbeelden gebaseerd op koolstofstalen uitvoering, franco bouwplaats geleverd:

Fornuizen (in delen geleverd)	25-30%
Kolommen (excl. schotels etc.)	6- 9%
Drukvaten	7- 9%
Warmtewisselaars	4- 6%
Luchtkoelers (in delen geleverd)	10-15%
Pompen – elektromotor gedreven	5- 7%
Compressoren – elektromotor gedreven	6- 9%
Compressoren – turbine gedreven	7-10%

Ook is het belangrijk te weten of bijv. compressoren als één geheel, of in verschillende delen worden aangeleverd, terwijl ook de verschillende typen een rol spelen, alsmede het wel of niet aanwezig zijn van een specialist van de leverancier tijdens de montage. Deze kosten worden dikwijls separaat geschat en aan de begroting toegevoegd. Grote, zware apparaten kunnen eveneens de verhoudingscijfers beïnvloeden.

4.2. *Montagekosten te bepalen op basis van de massa van de apparatuur*

Dit is een techniek om vrij snel en dus met weinig kosten de montagekosten te bepalen van die apparatuur die zich hiervoor leent. Op grond van door analyse verkregen ervaringscijfers is het mogelijk om de montagekosten te bepalen met een nauwkeurigheid van plus of minus 10-20%.

Hiervoor verdeelt men de apparaten per categorie in enkele gewichtsgroepen.

Onder het gewicht verstaan we het leeg gewicht van het apparaat. Hieronder volgen enkele globale voorbeelden gebaseerd op het prijspeil van 1987:

Y8110-6 Montage van apparaten en machines

	Massa in tonnen	Prijs per ton in guldens
Kolommen	10-20	550-490
Drukvaten	5-10	560-440
Warmtewisselaars	5-10	490-365

Men dient er echter wel rekening mede te houden dat voor bijvoorbeeld verticale drukkaten met een L/D verhouding van 15 ten opzichte van een L/D verhouding van 4, bij eenzelfde gewicht, de kosten per apparaat kunnen verschillen.

Evenzo liggen de montagekosten van een turbinegedreven pomp hoger dan van een elektrisch gedreven pomp etcetera.

4.3. Montage-uren calculeren en deze vermenigvuldigen met een „all-in” uurtarief, per categorie

Dit is de meest nauwkeurige, doch ook de meest tijdrovende methode, omdat hier de uren per apparaat of machine afzonderlijk worden berekend.

De figuren 1 t/m 7 tonen een aantal grafieken die globaal de montage-uren aangeven van verschillende apparaten en machines.

Het toe te passen „all-in” uurtarief is per groep van apparaten of machines verschillend, aangezien de samenstelling van de werkploeg en de benodigde hulpmiddelen (kranen etc.) per categorie verschillen.

Het „all-in” uurtarief voor zware kolommen ligt hoger dan voor bijvoorbeeld transportbanden. Opgemerkt wordt, dat kraankosten niet altijd deel uitmaken van het „all-in” uurtarief, maar als afzonderlijke post op de begroting kunnen worden opgevoerd.

Het te gebruiken „all-in” uurtarief is gerelateerd aan de gecalculerde uren. Beide horen bij elkaar. Niet elke montagefirma zal voor eenzelfde werk hetzelfde aantal uren gebruiken, terwijl de kosten wel gelijk kunnen zijn.

Daarom verdient het aanbeveling om met behulp van historische gegevens een systeem met kengetallen op te bouwen op basis van de gemiddeld gebruikte montage-uren. Hiervoor is het nodig om van verschillende projecten de gebruikte uren per apparaat te registreren en te analyseren.

Door middel van nacalculatie kan men de kosten per categorie bepalen en delen door de gecalculerde uren. De uitkomst hiervan geeft het „all-in” uurtarief per categorie.

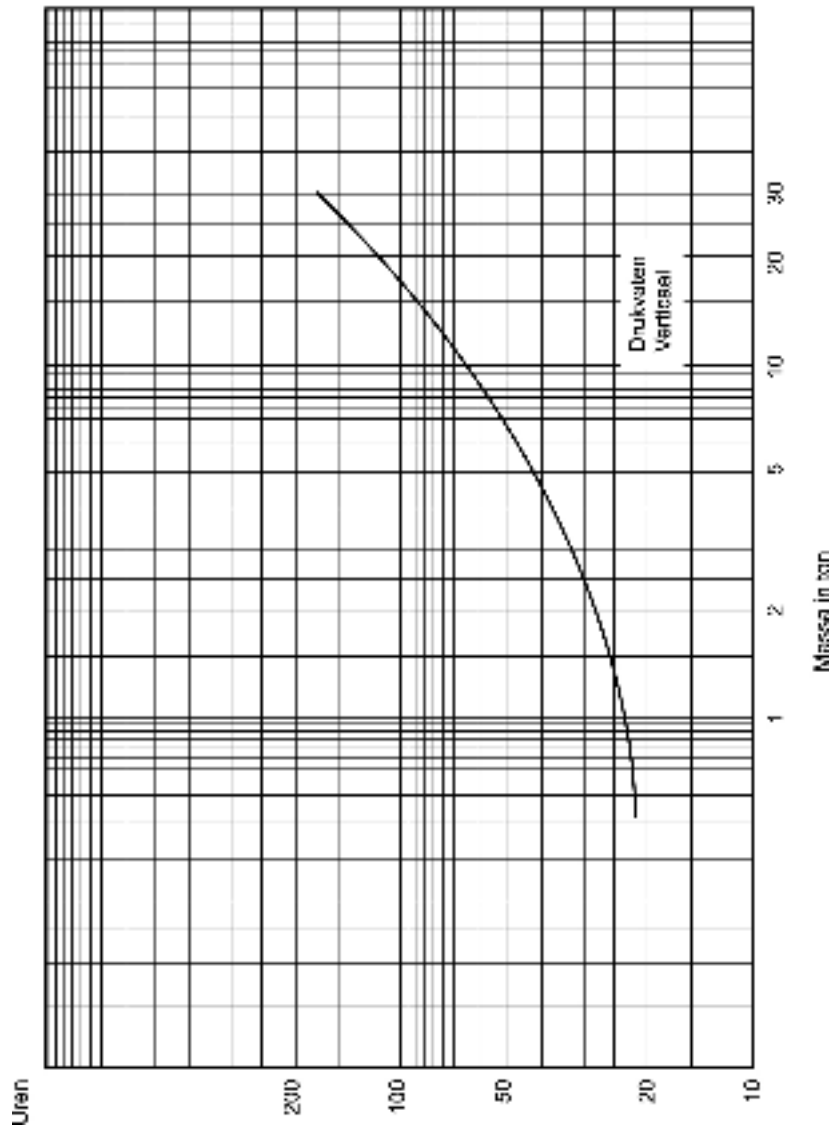
De tarieven zullen periodiek moeten worden bijgesteld voor optredende escalatie en actuele marktomstandigheden.

Tenslotte dient het aantal gecalculeerde uren, indien nodig, nog te worden gecorrigeerd voor produktiviteit, bouwplaatscondities, eventueel overwerk, risico, etc.

Een voordeel van deze methode is dat de gecalculeerde uren kunnen worden gebruikt voor het maken van tijdschema's en voor de voortgangscntrole van de montage.

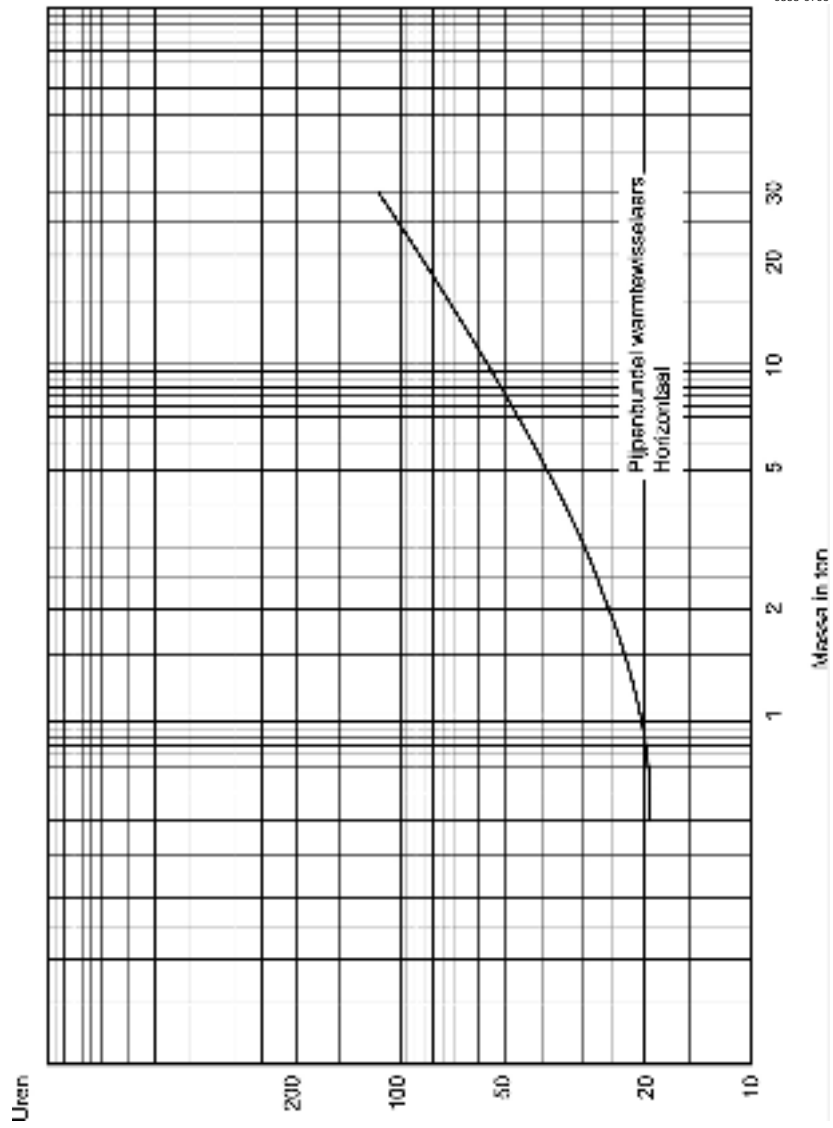
Y8110-8 Montage van apparaten en machines

0838-0705

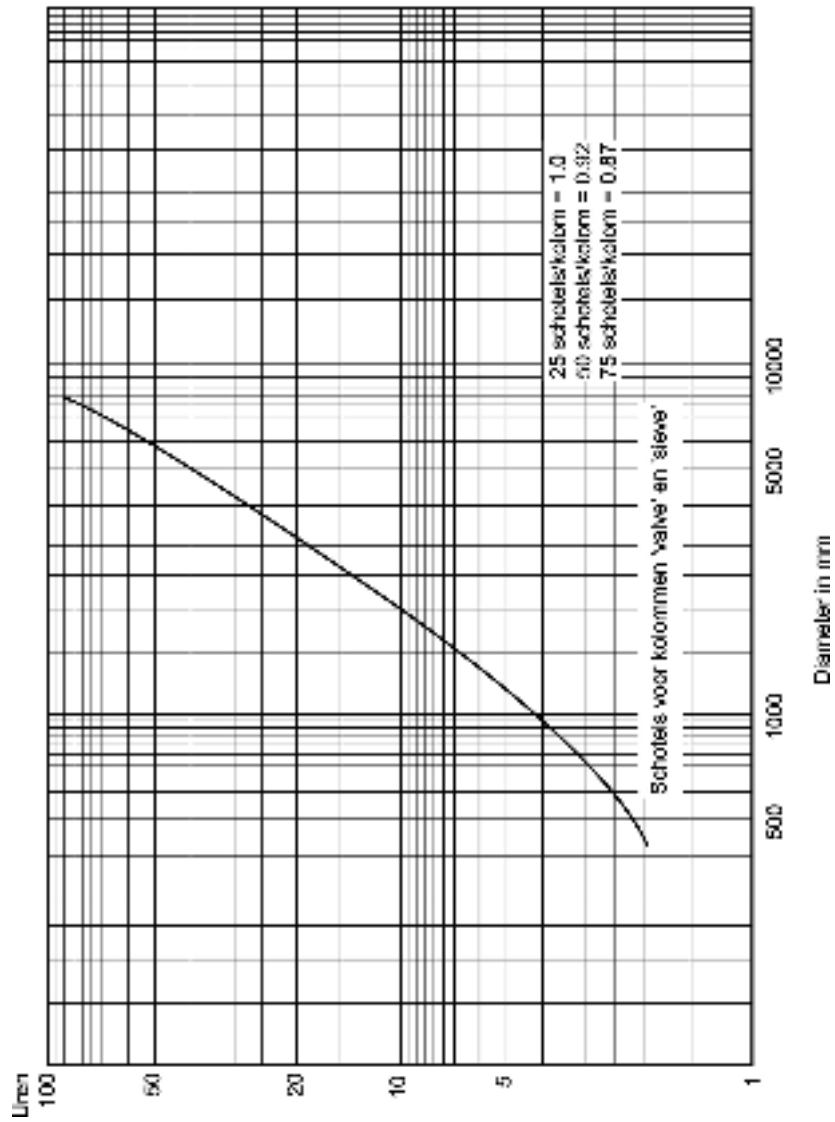


Figuur 1.

0838-0706

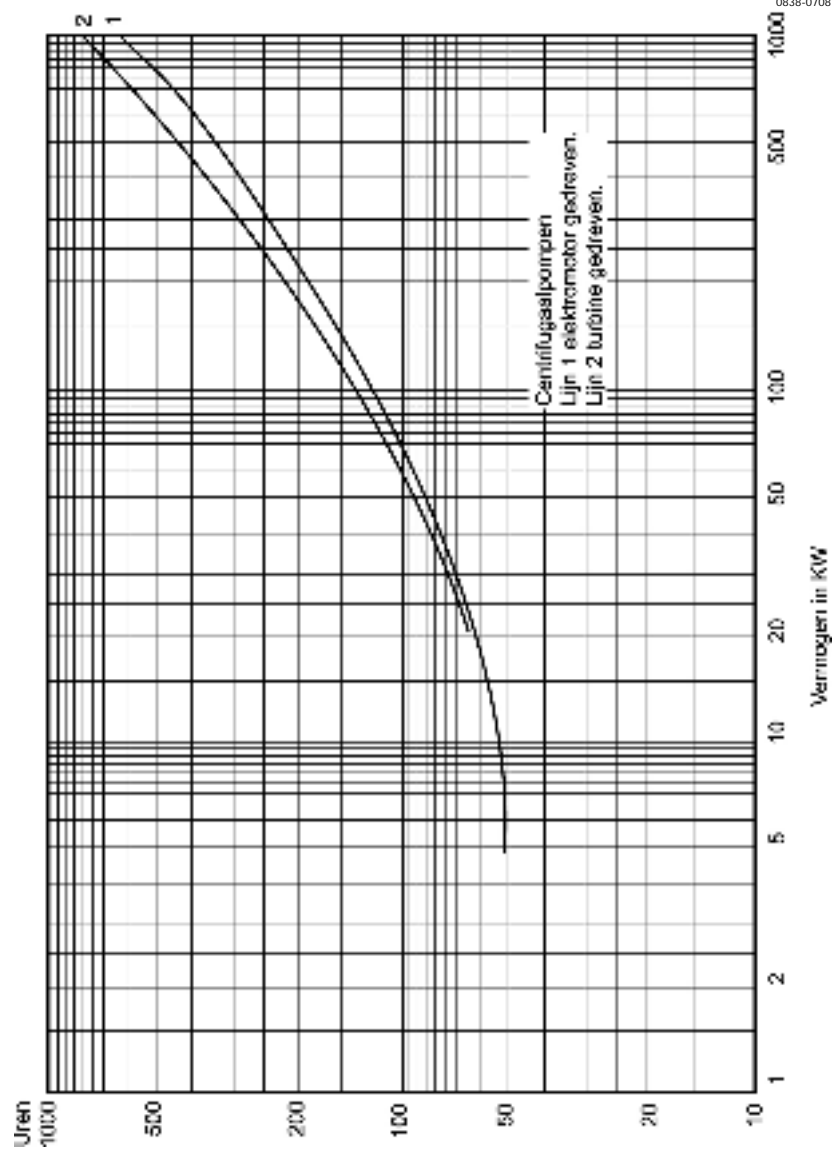


Figuur 2.

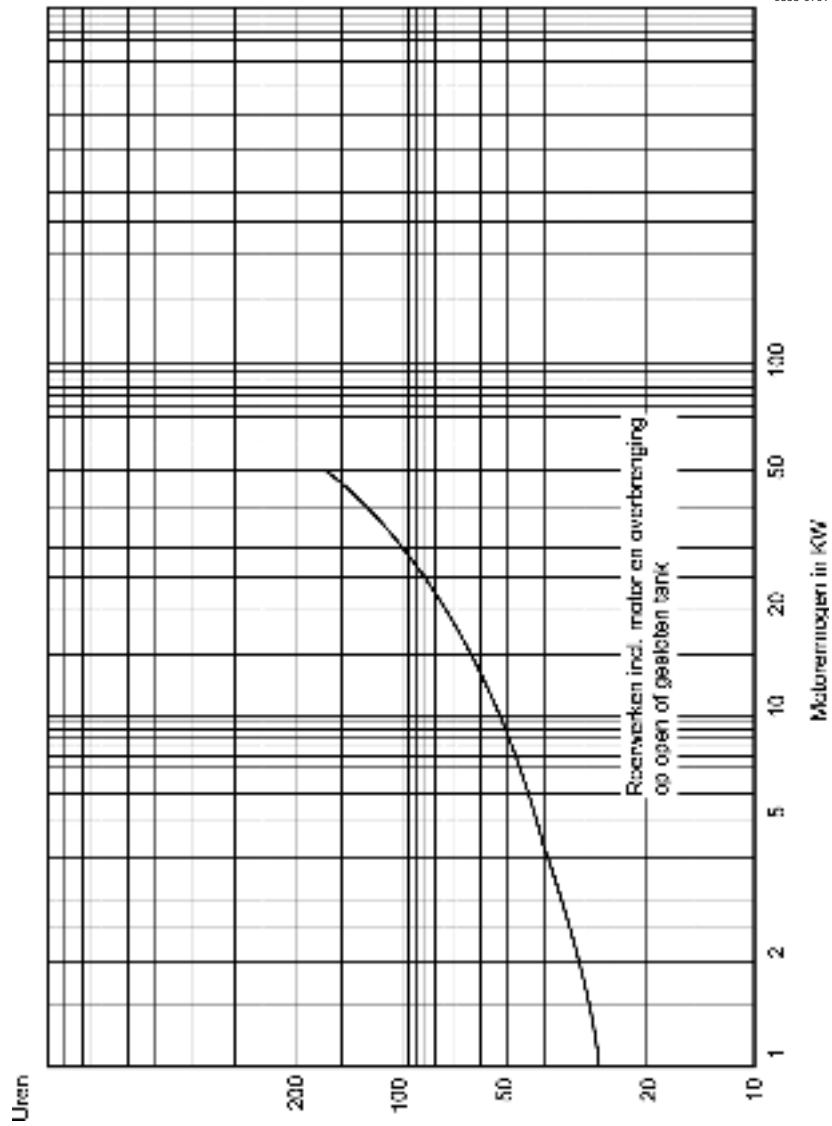


Figuur 3.

0838-0708

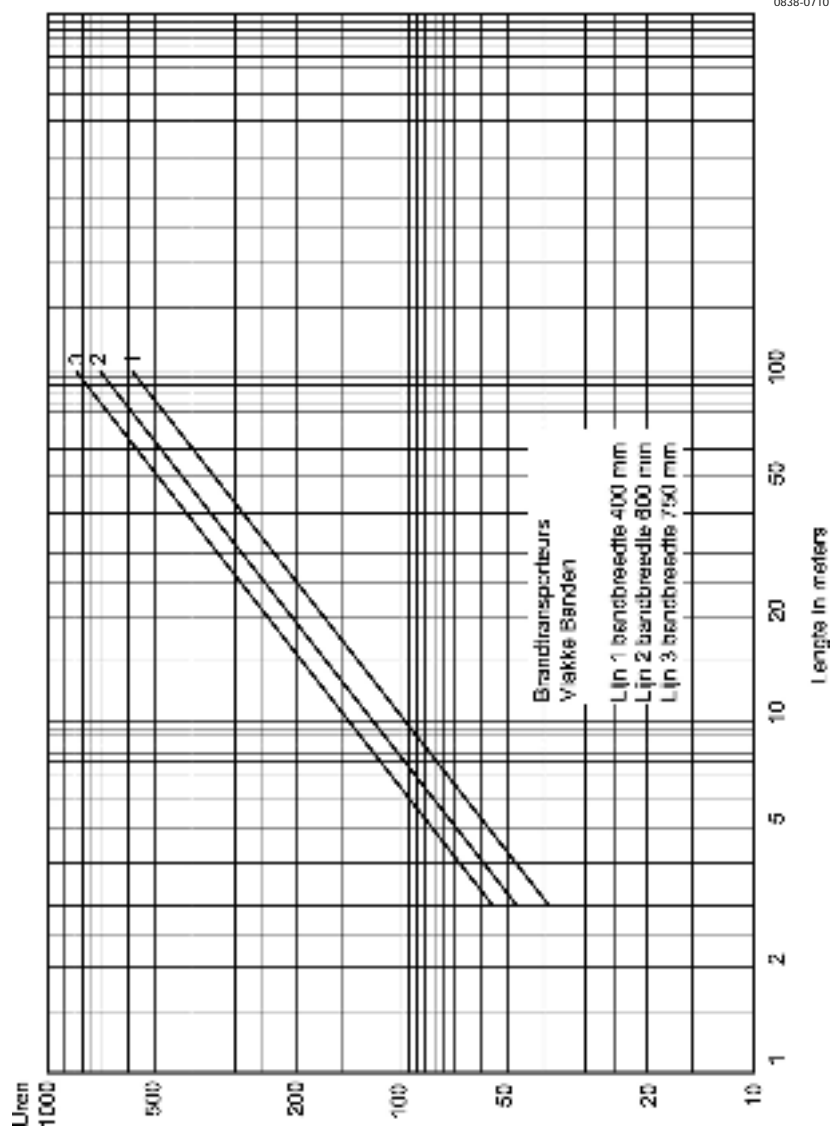


Figuur 4.

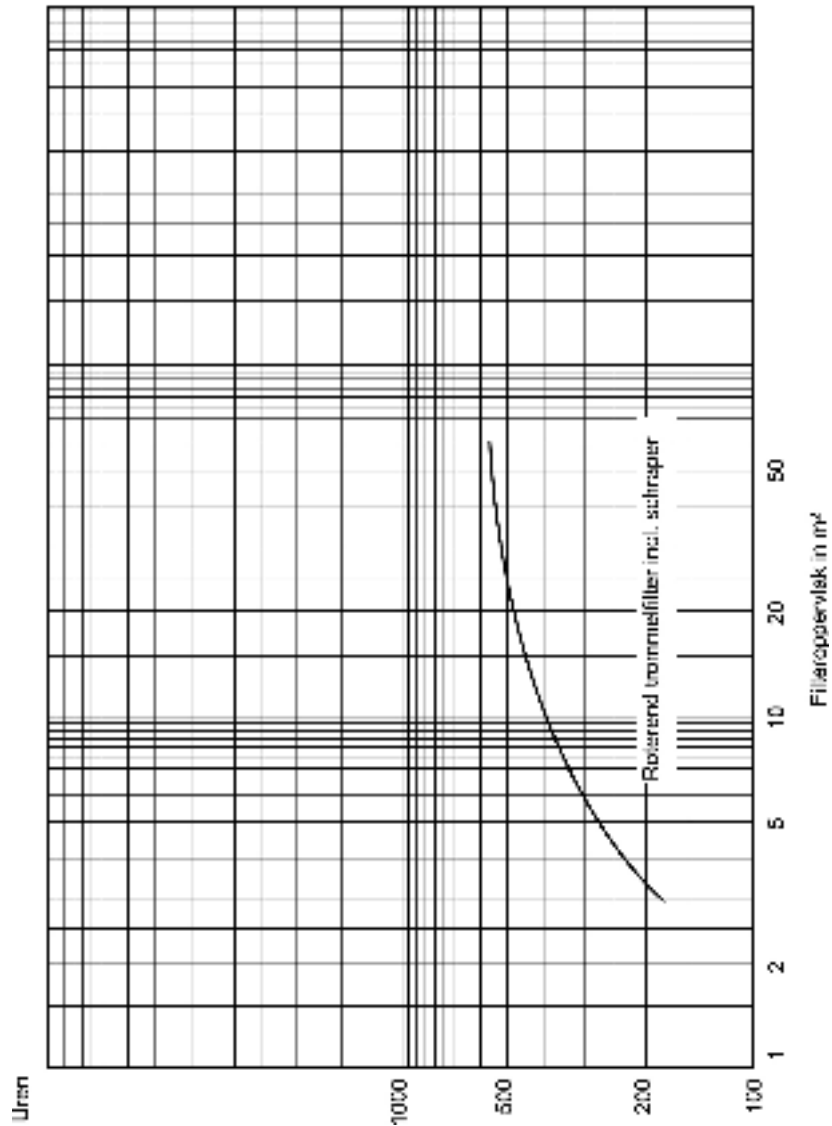


Figuur 5.

0838-0710



Figuur 6.



Figuur 7.