

<b>1. Eigenschappen PVC, PE, PP</b>	<b>176</b>
1.1 Mechanische eigenschappen	176
1.2 Fysische eigenschappen	176
<b>2. Buisberekening</b>	<b>177</b>
2.1 Drukbuizen	177
<b>3. Grondlasten</b>	<b>178</b>
<b>4. Weerstand tegen alzijdige uitwendige druk</b>	<b>179</b>
<b>5. Toelaatbare werkdrukken</b>	<b>180</b>
5.1 Bij hogere temperaturen	180
5.2 Bij lagere temperaturen	181
5.3 Handling, transport en verwerking	181
<b>6. Chemische resistentie</b>	<b>172</b>
<b>7. Stromingscapaciteiten van drukloze pvc leidingen</b>	<b>196</b>
7.1 De wandruwheid	196
7.2 De (inwendige) diameter van de buis	196
7.3 De hellingsgraad	196
7.4 Berekening	196
7.5 Afvoercapaciteit van de pvc riolering	197
<b>8. Regenwaterleidingssysteem</b>	<b>202</b>
8.1 de standleiding	202
8.2 de regenwaterfilter	202
8.3 de regenwateropslagtank	202
8.4 infiltratie en buffering	203
8.5 het hergebruik	203
<b>9. Bergingscapaciteit</b>	<b>204</b>
<b>10. Buiging</b>	<b>205</b>
10.1 Minimum buigstralen bij het leggen van hoofdleidingen	205
10.2 Minimum buigstralen bij het leggen van dienstleidingen	205
<b>11. Lengteveranderingen</b>	<b>208</b>
11.1 Lengteverandering ten gevolge van temperatuurschommelingen	208
11.2 Lengteverandering bij drukverhoging	208
<b>12. PVC-normalisatie</b>	<b>209</b>
<b>13. Beugeling</b>	<b>211</b>
<b>14. Het verleggen van buizen</b>	<b>212</b>
<b>15. Verlijming</b>	<b>213</b>
<b>16. Polypropoleen afvoer sanitair</b>	<b>214</b>

## 1.1 Mechanische eigenschappen

### Mechanische eigenschappen PE-drukbuizen

	Eenheid	Methode	PE40 (LDPE)	PE80 (HDPE)	PE100 (HDPE)
Inwendige druk (20°C, 100h)	MPa	NBN EN 921	7,0	10,0	12,4
Inwendige druk (80°C, 165h)	MPa	NBN EN 921	2,5	4,6	5,5
Rek bij breuk	%	ISO/R527-2	>350%	>350%	>350%

### Mechanische eigenschappen PVC-drukbuizen

	Eenheid	Methode	PVC
Inwendige druk (20°C, 1h)	MPa	NBN EN 921	42,0
Inwendige druk (20°C, 100h)	MPa	NBN EN 921	35,0

### Mechanische eigenschappen PP-drukbuizen

	Eenheid	Methode	PP
Inwendige druk (20°C, 1h)	N/mm	NBN EN 921	15,0
Inwendige druk (20°C, 100h)	N/mm	NBN EN 921	13,0

## 1.2 Fysische eigenschappen

### Fysische eigenschappen PE-drukbuizen

	Eenheid	Methode	PE40 (LDPE)	PE80 (HDPE)	PE100 (HDPE)
Dichtheid	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183	931	954	958
Melt Flow Index		NBN ISO 1130 cond. D	0,3		
Melt Flow Index		NBN ISO 1130 cond. T		0,45	0,45
Vervormingstemperatuur	°C		ca 115	ca 130	ca 135
Lineaire uitzetting	mm/°C.m		0,20	0,13	0,20

### Fysische eigenschappen PVC-drukbuizen

	Eenheid	Methode	PVC
Dichtheid	kg/m <sup>3</sup>	ISO 1183	1400
Vicat	°C	NBN EN 727	82
Lineaire uitzetting	mm/°C.m		0,06

### Fysische eigenschappen PP-drukbuizen

	Eenheid	Methode	PP
Dichtheid	N/mm	ISO 1183	0,895
Melt Flow Index	g/10min.	NBN ISO 1130 cond. D	0,4
Lineaire uitzetting	mm/°C.m		0,15

## 2.1 Drukbuizen

inwendige druk

Drukbuizen worden berekend volgens de formule van Barlow.

Deze formule is afgeleid van de "Ketelformule", die wordt gebruikt voor het berekenen van de langsdoorsnede van cilindrische drukvaten.

$$\text{Formule van Barlow: } e = \frac{P \times d_e}{2 \times \sigma + P}$$

e = wanddikte in mm

P = nominale druk in MPa

d<sub>e</sub> = nominale (uitwendige)diameter in mm

σ = toelaatbare tangentiële wandspanning bij 20 °C, in N/mm<sup>2</sup>

De waarden voor P en σ worden gekozen uit de genormaliseerde voorkeurreeksen.

De waarde voor σ wordt gevonden door de treksterkte lange duur (MRS waarde), 50 jaar (bij 20 °C) te delen door een veiligheidsfactor (C).

Voor PE waterleidingbuizen is deze factor :

C = 1,6 voor PE 40

C = 1,25 voor PE 80 en 100

### Voorbeeld:

PE 80 heeft een MRS-waarde van 8,0 en een toelaatbare wandspanning bij 20 °C van 8,0 : 1,25 = 6,3 N/mm<sup>2</sup>

### buisklasse

De buisklasse wordt aangegeven met het SDR-getal. Soms wordt ook de S-aanduiding gebruikt.

$$\text{SDR} = \frac{d_e}{e} \quad \begin{array}{l} \text{nominale (uitw.) diameter} \\ \text{wanddikte} \end{array}$$

en

$$S = \frac{\sigma}{P} \quad \begin{array}{l} \text{toelaatbare wandspanning} \\ \text{nominale druk} \end{array}$$

$$\text{SDR} = 2 S + 1$$

De drukklasse zal, in het kader van de Europese Normalisatie, worden aangeduid met de aanduiding PN gevolgd door een getal. Dit getal geeft de nominale druk aan in bar.

## 2.2 Drukloze buizen

Voor drukloze buizen, die ondergronds worden gebruikt, is het belangrijkste criterium voor het bepalen van de wanddikte de weerstand tegen de grondlasten.

Gebleden is dat de weerstand tegen de grondlasten voor een buis van een gegeven kunststof samenhangt met het SDR getal, ongeacht de diameter van de buis.

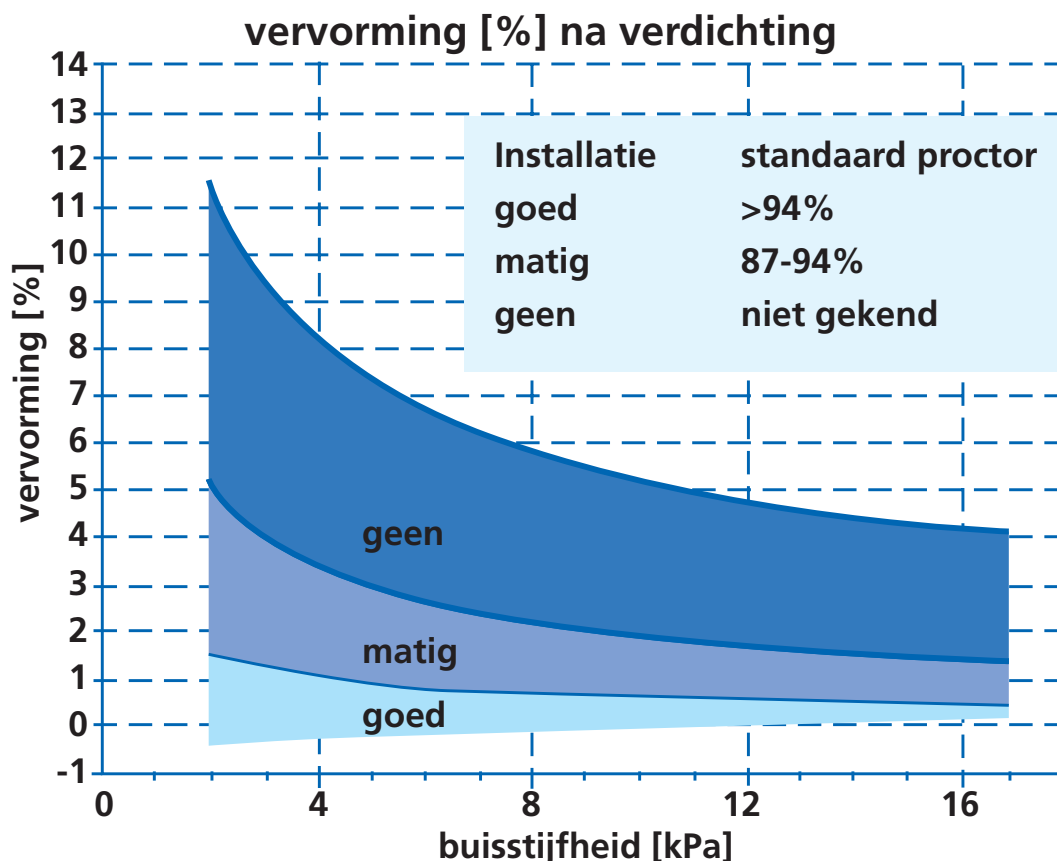
Het ondergrondse gedrag van PVC buizen en de weerstand tegen grond- en verkeerslasten zijn gebaseerd op de flexibiliteit van de buizen. PVC buizen kunnen afplatten onder invloed van belastingen zonder te bezwijken. Verschillende factoren beïnvloeden de uiteindelijke afplattung van de buis. Om een beter beeld te krijgen van de invloed van de verschillende factoren is door TEPPFA (The European Plastics Pipe and Fitting Association) een uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar het ondergrondse gedrag van kunststof buizen.

TEPPFA project:

De volgende zaken beïnvloeden het ondergrondse gedrag van de buis:

Stijfheid van de buis  
 Buismateriaal  
 Verdichting van de grond  
 Verkeerslasten  
 Aanlegdiepte  
 Grondsoort

Voor dit project zijn verschillende soorten buizen onder verschillende omstandigheden aangelegd en gedurende een lange periode gemeten. Hieruit is veel waardevolle informatie naar voren gekomen. Eén van de belangrijkste conclusies was dat de afplattung van de buis hoofdzakelijk wordt bepaald door de verdichting van de grond rondom de buis. Het grootste deel van de afplattung vindt plaats tijdens de installatie. Deze initiële afplattung is gemeten voor buizen met een verschillende stijfheid gelegd onder verschillende omstandigheden (goede, matige of slechte verdichting). De metingen hebben geleid tot de volgende grafiek:



Na een bepaalde periode, de zettingsfase, zal de buis niet meer afplatten. De duur van deze zettingsfase is afhankelijk van de omstandigheden en kan verschillen van een paar dagen tot 2 jaar.

De additionele afplattung die plaats vindt in de zettingsfase hangt af van de wijze van installeren. Bij een goede installatie zal de additionele afplattung maximaal 1 % bedragen. Bij een matige installatie bedraagt de additionele afplattung maximaal 2 %. Bij een slechte installatie zal de additionele afplattung afhangen van de grondsoort. Bij zand zal deze maximaal 3 % bedragen en bij klei maximaal 4%.

Alzijdige uitwendige druk of onderdruk, is het verschil tussen de absolute uitwendige (meestal atmosferische) druk en de absolute inwendige druk. De weerstand tegen deze alzijdige uitwendige druk wordt bepaald door de diameter / wanddikte verhouding. Deze weerstand is dus niet afhankelijk van de diameter van de buis.

Voor PE-buizen die:

- bovengronds zijn geïnstalleerd,
  - bij een temperatuur tot 25 °C in bedrijf zijn,
  - continu in bedrijf zijn,
  - niet op rol of haspel zijn geleverd,
- kunnen de waarden uit onderstaande tabel worden aangehouden.

Toelaatbare alzijdige uitwendige druk (onderdruk) in MPa voor PE-buizen.

SDR	kortstondig			langdurig		
	PE 40	PE 80	PE 100	PE 40	PE 80	PE 100
6	3,5	-	-	1,458	-	-
9	0,854	-	-	0,356	-	-
11	-	1,458	1,750	-	0,291	0,291
13,6	-	0,727	0,872	-	0,145	0,145
17	-	0,356	-	-	0,071	-
17,6	-	0,318	-	-	0,063	-
21	-	0,182	-	-	0,036	-
26	-	0,093	-	-	0,018	-

Opmerking:

Ondergronds gebruik van een buis kan de weerstand tegen alzijdige uitwendige druk zowel positief als negatief beïnvloeden.

Voor pvc-buizen die:

- bovengronds zijn geïnstalleerd,
  - bij een temperatuur tot 25 °C in bedrijf zijn,
  - continu in bedrijf zijn,
- kunnen de waarden uit onderstaande tabel worden aangehouden

Toelaatbare alzijdige uitwendige druk (onderdruk) in MPa voor PVC buizen

toelaatbare alzijdige uitw. druk [MPa]		
SDR	langdurig	kortstondig
51	0,013	0,025
41	0,025	0,048
34	0,043	0,087
26	0,100	0,200
21	0,195	0,350
14	0,710	1,421

Opmerking:

De in de tabel genoemde waarden gelden voor 100% ronde buizen. Voor buizen met een bepaalde afplatting gelden lagere waarden.

### 5.1 Bij hogere temperaturen

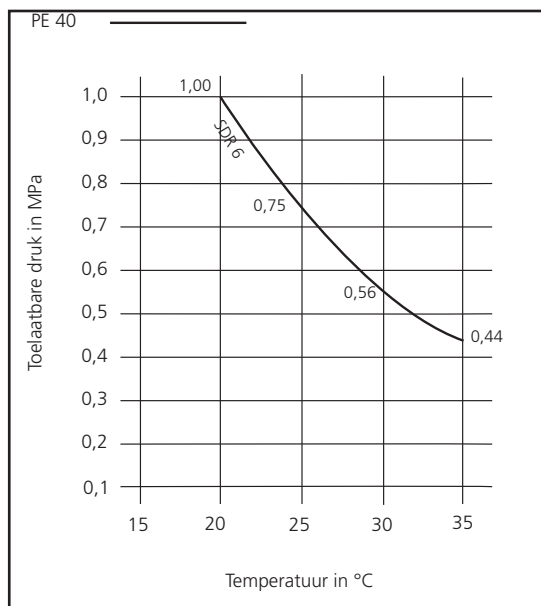
In verband met het thermoplastisch karakter van pvc en PE-buizen neemt de toelaatbare werkdruk af naarmate de langdurige bedrijfstemperatuur toeneemt.

Bij toepassing bij temperaturen boven 20 °C, voor PE, en boven 25°C, voor pvc, gelden reductiefactoren.

Bij discontinu gebruik zijn hogere temperaturen toelaatbaar. Een goede warmteuitwisseling met de omgeving en voldoende wanddikte van de buis zijn hierbij een voorwaarde. Voor dergelijke toepassingen is het aangeraden om contact op te nemen met de Technische Dienst van Pipelife Belgium.

#### PE buizen

Hieronder vindt u de reductiewaarden voor PE.

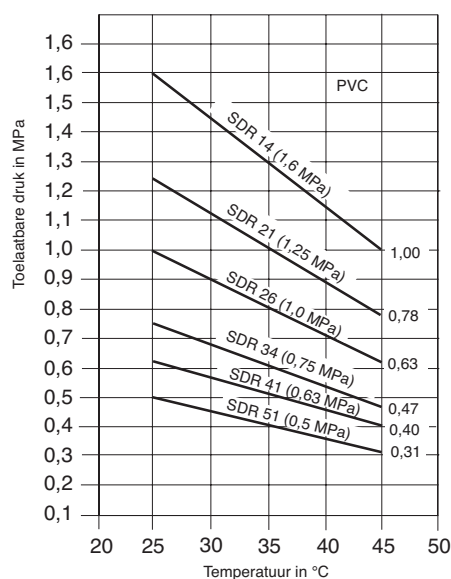


materiaal	reductiefactor voor de temperatuursgebieden		
	20°C	30°C	40°C
PE 80, PE 100	1,00	0,87	0,74

voor tussenliggende waarde, mag men interpoleren.

#### pvc buizen

Hieronder vindt u de reductiewaarden voor pvc.



temperatuur van de buiswand [°C]		reductiefactor
hoger dan	tot en met	
0	25	1,00
25	35	0,80
35	45	0,63

### 5.2 Bij lagere temperaturen

Kunststof is een materiaal waarvan de eigenschappen worden beïnvloed door de temperatuur. De kenmerken zoals genoemd in onze brochures zijn gebaseerd op 20 °C. Bij hogere temperaturen neemt de sterkte af, zie hierboven. Lage temperaturen hebben eveneens invloed op het materiaal.

Bij lage temperaturen neemt de sterkte toe en afhankelijk van het soort product neemt de weerstand tegen slag of stoot af. Deze afname is het sterkst bij de zgn. drempelwaarde van het materiaal. Dit is de overgang van de taaiheid naar de brosheid van het materiaal.

Deze drempel ligt tussen:

-50 °C en - 100 °C voor PE  
0 °C en - 10 °C voor PVC

### 5.3 Handling, transport en verwerking.

De verwerking van PE bij lagere temperaturen is mogelijk maar het materiaal wordt wat stugger. Bij het maken van een lasverbinding moeten de nodige voorzorgs-maatregelen worden getroffen en wordt het verwerken beneden de -5 °C afgeraden. Moderne automaten voor electrolasverbindingen in PE houden rekening met de buitentemperatuur maar het risico van condensvorming is bij lage temperatuur groot.

Voor pvc daarentegen, dat het meest gevoelige materiaal blijkt (omdat het overgangspunt van taai naar bros rond de 0°C ligt), wordt enkel transport en handling toegestaan bij temperaturen boven de -5°C.

Hieronder vindt men de lijst van chemische stoffen, de formule en concentratie en temperatuur, met hun invloed op de kunststoffen.

- '+' betekent dat de leiding bestand is tegen deze stof  
 '-' betekent dat de leiding niet bestand is tegen deze stof  
 'o' betekent dat de leiding matig bestand is tegen deze stof

benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Accuzuur			60		+	+
Acetaldehyde, geconcentreerd	CH <sub>3</sub> -CHO	techn. zuiver	20	-	-	o
Acetaldehyde, waterig		40%	40	o	+	+
Acetaldehyde + azijnzuur	CH <sub>3</sub> CHO + CH <sub>3</sub> COOH	90%/10%	20	o	o	+
Aceton, waterig	CH <sub>3</sub> -CO-CH <sub>3</sub>	sporen	20	o	+	+
Aceton		techn. zuiver	20	-	o	+
		techn. zuiver	60	-	-	+
Acronaldispersies		handelskwal.	20	-	+	
Acronaloplossingen		handelskwal.	20	-	o	
Acrylnitril	CH <sub>2</sub> =CH-CN	techn. zuiver	40		+	+
Acrylzuurethylester	CH <sub>2</sub> =CH-COO-C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	techn. zuiver	20	-		+
Activine (chlooramine), waterig		1%	20	+	+	+
Adipinzuur, waterig	COOH (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	verzadigd	20	+	+	+
		verzadigd	60		+	+
Alcoholhoudende drank				+	+	+
Aluin, waterig	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 24H <sub>2</sub> O	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
		verzadigd	80			+
Allylalcohol	CH <sub>2</sub> =CH-CH <sub>2</sub> OH	96%	20	o	+	+
		96%	60		o	+
Aluminiumchloride, waterig	AlCl <sub>3</sub>	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Aluminiumsulfaat, waterig	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	verdund	40	+	+	+
		verzadigd	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Ammoniak, vloeibaar	NH <sub>3</sub>	100%	20	o	+	+
Ammoniak, gasvorm	NH <sub>3</sub>	100%	60		+	+
Ammoniakwater	NH <sub>4</sub> OH	warm verzad.	40	+	+	+
		warm verzad.	60		+	+
Ammoniumacetaat, waterig	CH <sub>3</sub> COO.NH <sub>4</sub>	elke	60	o	+	+
Ammoniumcarbon	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	elke	60	o	+	+
Ammoniumchloride, waterig	NH <sub>4</sub> Cl	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Ammoniumfluoride, waterig	NH <sub>4</sub> F	20%	20	+	+	+
		20%	60		+	+
Ammoniumfosfaat, waterig	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	elke	60		+	+
Ammoniumsulfaat, waterig	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+



benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Ammoniumsulfide	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	verdund		+		
		verzadigd	60		+	
Amylacetaat	CH <sub>3</sub> -COO(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> CH <sub>2</sub>	techn. zuiver	20	-	o	o
Amylcohol	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	techn. zuiver	60		+	+
Aniline, zuiver	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -NH <sub>2</sub>	techn. zuiver	20	-	+	+
		techn. zuiver	60		-	+
Aniline, waterig		verzadigd	20	-	+	+
		verzadigd	60		o	+
Anilinechlorhydraat, waterig	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -NH <sub>2</sub> HCl	verzadigd	20	o	o	+
		verzadigd	60		o	o
Anisol	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OCH <sub>3</sub>		20	-	o	o
Anti vriesmiddelen		handelskwal.	20	+	+	+
			60		o	+
Antrachinonsulfonzuur, waterig	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> =(CO <sub>2</sub> )= C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> SO <sub>3</sub> H	suspensie	30	+	+	
Antiformine (benzaloxine), waterig	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH=NOH	20%	20	o	+	
Antimonchloride, waterig	SbC <sub>13</sub>	90%	20	+	+	+
Antimonchloride, vrij van water	SbC <sub>13</sub>	90%	60		+	+
Appelzuur, waterig		1%	20	+	+	+
Appelwijn		handelskwal.	20	+	+	+
Arsenicumzuur, waterig	H <sub>2</sub> AsO <sub>4</sub>	verdund	40	+	+	+
		verdund	60	o	+	+
		80%	40	+	+	+
		80%	60		+	+
Azijn (wijnazijn)		handelskwal.	40	+	+	+
		handelskwal.	50	+	+	+
		handelskwal.	60		+	+
Azijnzuur, waterig	CH <sub>3</sub> -COOH	tot 25%	40	+	+	+
		tot 25%	60	o	+	+
		25-60%	60		+	+
		80%	40		o	
Azijnzuur, ruw	CH <sub>3</sub> -COOH	95%	40	o	o	
Azijnzuuranhydride	CH <sub>3</sub> COO CO-CH <sub>3</sub>	techn. zuiver	20	-	o	+
		techn. zuiver	40	-	o	
Azijnester	CH <sub>3</sub> COO-C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	techn. zuiver	20	-	o	
Bariumzouten, waterig		elke	60		+	+
Bariumhydroxide, waterig	Ba(OH) <sub>2</sub>	elke	60		+	+
Barnsteen, waterig	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (COOH) <sub>2</sub>		60		+	
Beenderolie			60		+	+
Benzoldehyde, waterig	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CHO	0,1%	60		+	
Benzine				-	-	-
Benzol	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	techn. zuiver	20	-	-	-
Benzine/benzol mengsel		80/20%	20	-	-	-
Benzoëzuur, waterig	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -COOH	elke	20	+	+	+
		elke	40	+	+	+
		elke	60	+	+	+
Benzoëzuurachtige Natrium, waterig	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -COONa	tot 10%	40	+	+	+
		tot 10%	60		+	+
		36%	60		+	+

benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Benzylalcohol	$C_6H_5CH_2OH$		60		o	o
Bijenwas			20	+	+	+
			60		-	-
Bier		handelskwal.	20	+	+	+
Bierkleursel		handelskwal.	60		+	+
Bisulfietloog, SO <sub>2</sub> -houdend	$Ca(HSO_3)_2+SO_2$	warm verzad.	50	+	+	
Blauwzuur	HCN		60		+	+
Bleekloog, 12,5% actief chloor	NaOCl+NaCl	voor gebruik	40	+	o	
		voor gebruik	60		o	
Borax, waterig	$Na_2B_4O_7$	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Boorzuur, waterig	$H_3BO_3$	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Brandewijn, alle soorten		handelskwal.	20	+	+	+
Broomdampen	$Br_2$	gering	20	o	o	o
Broom, vloeibaar	$Br_2$	100%	20	-	-	-
Broomwater	$Br_2$	koud verzad.	20	+	-	-
Broomwaterstofzuur, waterig	HBr	tot 10%	40	+	+	+
		tot 10%	60		+	+
		48%	60		+	+
Butaan, gasvormig	$C_4H_{10}$	50%	20	+	+	+
Butadiene	$CH_2=CH-CH=CH_2$	50%	60		+	+
		100%	60		-	+
Butaandiol, waterig	$C_4H_8(OH)_2$	tot 10%	20	+	+	+
		tot 100%	20	o	o	
		tot 10%	60		-	
Butanol, waterig	$C_4H_9OH$	tot 100%	20	+	+	+
		tot 100%	40	o	+	+
		tot 100%	60		+	
Butaantriol, waterig	$C_4H_7(OH)_3$	tot 100%	20	+	+	
		tot 100%	40	+	+	
		tot 100%	60		+	
Butindiol	$HO-CH_2-C=C-CH_2OH$	tot 100%	40	o	+	
Butoxyl	$CH_2COO.CH_2.CH_2CH-3$		20	+	+	
Boterzuur, waterig	$C_3H_7COOH$	20%	20	+	+	+
		techn. zuiver	20	-	-	+
Butylacetaat	$CH_3-COOC_4H_9$	techn. zuiver	20	-	-	o
Butyleen, vloeibaar	$CH_3CH_2-CH=CH_2$	techn. zuiver	20	+	-	-
Butyleenglycol	$HOCH_2H=CHCH_2OH$	techn. zuiver	60		+	+
Butylfenol	$C_4H_9-C_6H_4OH$	techn. zuiver	20	o	-	+
Calciumchloride, waterig	$CaCl_2$	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Calciumhypochloriet, waterig	$Ca(ClO)_2$	elke	60		o	+
Calciumnitraat, waterig	$Ca(NO_3)_2$	50%	40	+	+	+

benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Chloor, gasvormig vochtig	Cl <sub>2</sub>	100%	20	+	o	-
Chloor, gasvormig vochtig	Cl <sub>2</sub>	0,5%	20	+	o	-
		1%	20	o	-	-
		5%	20	o	-	-
Chloor, vloeibaar	Cl <sub>2</sub>		20	-	-	-
Chloralhydraat, waterig	C <sub>13</sub> C CHO	elke	60		+	-
Cloramine, waterig	NH <sub>2</sub> Cl	verdund	20	+	+	-
Chloorethanol	Cl C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -OH	techn. zuiver	60		+	+
Chloorbenzol	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	techn. zuiver	20	-	o	+
Chloorazijnzuur (mono)	ClCH <sub>2</sub> -COOH	techn. zuiver	40	+	-	+
		techn. zuiver	60		-	+
Chloorazijnzuur (mono), waterig	ClCH <sub>2</sub> -COOH	85%	20	+	-	+
		85%	90		-	+
Chloorbleekloog, waterig	NaOCl	verdund	20	+	o	
Chloorkalk, waterig (gezuiverd krijt)	CaCl <sub>12</sub> +Ca(OCl) <sub>2</sub>		60		o	
Chloormethyl	CH <sub>3</sub> -Cl <sub>2</sub>	techn. zuiver	20	-	+	
Chloroform	CHCl <sub>3</sub>	techn. zuiver	20	-	o	o
Chloorzuur, waterig	HClO <sub>3</sub>	1%	40	+	+	
		1%	60		o	
		10%	40	+	+	-
		10%	60		o	-
		20%	40	+	+	-
		20%	60		-	-
Chloorsulfonzuur	ClSO <sub>3</sub> H	techn. zuiver	20	o	-	-
Chloorwater	Cl <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> O	verzadigd	20	o	-	o
Chloorwaterstofgas	HCl	elke	60		+	+
Chroomaluin, waterig	KCr(SO <sub>4</sub> ) <sub>12</sub> H <sub>2</sub> O	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	
Chroomzuur, waterig	CrO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O	tot 50%	40	+	o	o
		tot 50%	60		-	
Chroomzuur/zwavelzuur/water	CrO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +H <sub>2</sub> O	50/15/35%	40	+	-	-
		50/15/35%	60		-	-
Citroenzuur, waterig	HOOC-HC <sub>2</sub> -C(OH) (COOH)-CH <sub>2</sub> -COOH	tot 10%	40	+	+	+
		tot 10%	60		+	+
Clofeen	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -Cl	handelskwal.	20	-	+	
		handelskwal.	60		o	
Cognac		handelskwal.	20	+	+	+
Cresol, waterig	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (OH)-CH <sub>3</sub>	tot 90%	45	o	+	+
Crotonaldehyde	CH <sub>3</sub> =CH-CHO	techn. zuiver	20	-	-	+
Cyaankali, waterig	KCN	tot 10%	40	+	-	
		tot 10%	60		+	
		verzadigd	60		+	
Cyclanone (vetalcoholsulfanaat)		handelskwal.	20	+	+	
		handelskwal.	60	+	+	
Cyclohexaan	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	techn. zuiver	20	+	+	+
Cyclohexanol	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> OH	techn. zuiver	20	-	+	+
Cyclohexanon	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O	techn. zuiver	20	-	+	+

benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Deeg		techn. zuiver	20	+	+	+
Dekahydronaftaline	$C_{10}H_{18}$	techn. zuiver	20	+	+	
			60		o	
Dennennaaldenolie			20	-	+	
			60		o	
Dextrine, waterig	$(C_6H_{10}O_5)_n$	verzadigd	20	+	+	+
		18%	60		+	+
Dibutylether	$C_4H_9OC_4H_9$		20	o	o	o
			60		-	-
Dibutylftalaat	$C_6H_4(COOC_4H_9)_2$	techn. zuiver	20	-	+	+
			60		o	o
Dibutylsebaaat	$C_8H_{16}(COOC_4H_9)_2$		20	-	+	+
			60		o	
Dichlorethyleen	$ClCH=CHCl$		20	-	-	o
Dichlorbenzol	$C_6H_4Cl_2$		20	-	o	
Dichlorazijnzuur	$C_{12}H_{10}Cl_2O_4$	techn. zuiver	20	+	+	+
			60		o	o
		50%	20	+	+	+
			60		+	+
Dichlorazijnzuurmethylester	$C_{12}H_{22}Cl_2O_4$		20	o	+	+
			60		o	+
Diglycolzuur, waterig	$HOOC-CH_2-O-CH_2-COOH$	30%	60		+	+
		verzadigd	20	+	+	
Dihexylftalaat	$C_6H_4COO-(C_6H_{13})_2$	techn. zuiver	60		o	
Diisobutylketon	$(CO(CH_3)-CHCH_2)_2$	techn. zuiver	20	-	+	+
			60		-	-
Dinonyftalaat	$(C_6H_4COOC_9H_{19})_2$	techn. zuiver	30	-	o	+
Dinnethylformamide	$(HCON_2CH_2)_2$	techn. zuiver	60		+	
Dimethylamine, vloeibaar	$CH_3-NH-CH_3$	techn. zuiver	60		o	+
Diocetylftalaat	$C_6H_4(COOC_{17}H_{35})_2$	techn. zuiver	60		o	-
Dioxaan	$C_4H_8O_2$	techn. zuiver	60		+	+
Druivensuiker	$C_6H_{12}O_6$	verzadigd	20	+	+	+
		verzadigd	60		+	+
Ethylacetaat	$CH_3CO-OC_2H_5$	techn. zuiver	20	-	+	+
		techn. zuiver	60		o	o
Ethylether	$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$	techn. zuiver	20	-	-	o
Ethylbenzol	$C_6H_5-C_2H_5$	techn. zuiver	20	-	-	o
Ethylchloride	$C_2H_5Cl$	techn. zuiver	20	-	o	o
Ethyleenchloride	$ClCH_2-CH_2Cl$	techn. zuiver	20	-	-	o
Ethyleendiamine	$NH_2-CH_2-CH_2-NH_2$	techn. zuiver	60		+	+
Ethyleenglycol	$OH-CH_2-CH_2-OH$	techn. zuiver	20	+	+	+
		techn. zuiver	60		+	+
Ethyleenoxiide, vloeibaar	$(CH_2)_2O$	techn. zuiver	20	-	-	o
Ethylalcohol, waterig	$CH_3-CH_2-OH$	50%	20	+	+	+
		96%	60		o	+
Ethylalcohol, gedenatureerd (2% tulol)		96%	20	+	o	+
Ethylalcohol, (gistingsmiddel)		voor gebruik in bedrijven	40	+	+	+
			60		o	+

benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Ethylalcohol+azijnzuur (gistingsmengsel)	$\text{CH}_2\text{OH}_2\text{OH}+\text{CH}_3\text{CO}$ OH	in bedrijven	20	+	+	
Fenol, waterig	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	tot 90%	45	o	+	+
		1%	20	+	+	+
Fenylhydrazine	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-NHNH}_2$	techn. zuiver	20	-	o	+
		techn. zuiver	60		o	o
Fenylhydrazine-Chloorhydraat, waterig	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH-NH}_2\text{-HCl}$	verzadigd	20	+	+	+
Ferricyaankalium en ferrocyaan kalium	$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ en $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$	verdund	40	+	+	
		verdund	60		+	
		verzadigd	60		+	
Fluor, droog	$\text{F}_2$	100%	20	o	o	-
		100%	60		-	-
Fluor waterstof, waterig	HF	tot 40%	20	+	+	
		40%	60		+	
		60%	20	-	+	
		70%	20	-	o	
Formaldehyde, waterig	$\text{CH}_2\text{O}+\text{H}_2\text{O}$	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		40%	60		+	+
Formamide	$\text{HCONH}_2$		60		+	+
Fosgeen, vloeibaar	$\text{COCl}_2$	100%	20	-		-
Fosgeen, waterig		100%	20	+		-
Fosgeen, gasvormig		100%	60		o	o
Fosfaat, waterig		elke	60	+	+	
Fosforpentoxyde	$\text{P}_2\text{O}_5$	100%	20	+	+	
			60		+	
Fosforoxychloride	$\text{POCl}_3$		60		o	
Fosforzuur, waterig	$\text{H}_3\text{PO}_4$	tot 30%	40	+	+	+
		tot 30%	60		+	+
		40%	60		+	+
		80%	20	+	+	+
		80%	60		o	+
Fosfortrichloride	$\text{PCl}_3$	techn. zuiver	20	-	+	
Fosforwaterstof	$\text{PH}_3$	techn. zuiver	20	+		
Foto-emulsie		elke	40	+	+	+
Foto-ontwikkelaars		handelskwal.	40	+	+	+
Foto-fixeerbaden		handelskwal.	40	+	+	+
Frigeen 12 (Freon 12)	$\text{CF}_2\text{Cl}_2$	100%	20	+	-	-
Fruitbomencarbolineum, waterig		gebruikconc.	20	-		
Fruitpulp		bedrijfsconc.	20	+	+	+
Ftaalzuur, waterig	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})$	50%	60		+	
Furfuryle-alcohol			20	-	o	+
			60		o	o
Gelatine, waterig	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	elke	40	+	+	+
Glucose, waterig		verzadigd	60		+	+
		verzadigd	80		o	+
Glycol, waterig	$\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$	10%	40	+	+	+
Glycol, waterig	$\text{OH-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$	handelskwal.	60		+	+

benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Glycolzuur, waterig	OH-CH <sub>2</sub> -COOH	37%	20	+	+	+
Glycerine, waterig	OH-CH <sub>2</sub> -CHOHCHOH <sub>2</sub>	elke	60		+	+
Glycerine-chloorhydrine	Cl-CH <sub>2</sub> CH-OHCHC <sub>2</sub> OH		60		+	
Gist, waterig		elke	20	+	+	
Heptaan	C <sub>7</sub> H <sub>16</sub>		20	+	+	+
			60		o	
Hexaan	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>		20	+	+	
			60		o	
Hexaantriol	C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> (OH) <sub>3</sub>	handelskwal.	60		+	
Hydraziunehydraat	NH <sub>2</sub> -NH <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O		20	+	+	
Hydroxylaminesulfaat, waterig	2(NH <sub>2</sub> OH) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	tot 12%	35	+	+	
Isooctaan	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>		20	+	o	+
Isopropanol	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH-OH	techn. zuiver	60		+	+
Isopropylether	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH-O- CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		20	o	o	o
			60		-	-
Jodium-jodium-kalium	JKJ	3% jodium	60		+	
Jodiumtinctuur		handelskwal.	20	-	o	
			60		-	
Kaliloog, waterig	KOH	tot 40%	40	+	+	+
		tot 60%	60		+	+
		50/60%	60		+	+
Kaliumbichromaat, waterig	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	40%	20	+	+	+
Kaliumboraat, waterig	K <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	1%	40	+	+	+
		1%	60		+	+
Kaliumbromaat, waterig	KBrO <sub>3</sub>	tot 10%	40	+	+	+
		tot 10%	60		+	+
Kaliumbromide, waterig	KBr	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
Kaliumchloraat, waterig	KClO <sub>3</sub>	koud verzad.	60		+	+
Kaliumchloride, waterig	KCl	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Kaliumchromaat, waterig	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	40%	20	+	+	+
Kaliumjodide, waterig	KJ	koud verzad.	60		+	+
Kaliumcarbonaat, waterig	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		20	+	+	+
Kaliumnitraat, waterig	KNO <sub>3</sub>	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Kaliumlperchloraat, waterig	KClO <sub>4</sub>	1%	40	+	+	
		1%	60		o	
Kaliumpermanganaat, waterig	KMnO <sub>4</sub>	tot 6%	20	+	+	+
		tot 6%	40	+	+	+
		tot 6%	60		+	
		tot 18%	40	+	o	
Kaliumpersulfaat, waterig	K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	verdund	40	+	+	
		verdund	60		+	+
		verzadigd	40	+	+	+
		verzadigd	60		+	+

benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Kaliumsulfaat, waterig	$K_2SO_4$	koud verzad.	60		+	+
Kamfer	$C_{10}H_{16}O$		20	-	+	
			60		o	
Kamferolie			20	+	-	
Keukenzout, waterig	NaCl	verdund	40	+	+	+
		verdund	60	+	+	+
		verzadigd	60		+	+
		verzadigd	80		+	+
Kiezelfluorwaterstof zuur, waterig	$H_2SiF_6$	tot 32%	60		+	+
Kiezelzuur, waterig	$H_2SiO_3$	elke	60		+	+
Koningswater	HCl/HNO <sub>3</sub>	tot 25%	20	o	-	-
Koolmonoxyde	CO	100%	60		+	
Koolzuur, droog	CO <sub>2</sub>	100%	60		+	+
Koolzuur, nat	$H_2CO_3$	elke	40	+	+	+
		elke	60		+	+
Koolzuur, waterig, onder 8 bar.		verzadigd	20	+	+	+
Kokosvetalcohol		techn. zuiver	20	o	+	+
		techn. zuiver	60		o	o
Kokosnootolie		techn. zuiver	60		o	o
Koperchloride, waterig	$CuCl_2$	verzadigd	20	+	+	-
Koperfluoride, waterig	$CuF_2$	2%	50	+	+	
Kopernittraat, waterig	$Cu(NO_3)_2$	30%	60		+	+
Kopersulfaat, waterig	$CuSO_4$	verdund	40	+	+	
		verdund	60		+	
		verzadigd	60		+	
Kwik	Hg		60		+	+
Lanoline (wolvet)			60		+	o
Lijnolie		techn. zuiver	60		o	+
Likeuren		handelskwal.	20	+	+	+
Loodacetaat, waterig	$Pb(CH_3-COO)_2$	warm verzad.	50	+	+	+
		verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Loodtetraethyl	$Pb(CH_3-CH_2)_4$	techn. zuiver	20	+	+	+
Looiextracten, plantaardig		gebruikelijke	20	+	+	
Looiextracten uit cellulose		gebruikelijke	20	+	+	
Looizuur		10%	60		+	
Magnesiumchloride, waterig	$MgCl_2$	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Magnesiumsulfaat, waterig	$MgSO_4$	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Maiskiemolie			20	o	+	+
			60	o	o	o
Maleinezuur, waterig	HOOC-CH=CH-COOH	verzadigd	40	+	+	+
		verzadigd	60		+	+
Marmelade		handelskwal.	60		+	+
Melasse		bedrijfsconc.	20	+	+	+
		bedrijfsconc.	50	+	+	

benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Melassekruid		bedijfsconc.	60		+	
Menthol	$C_{10}H_{19}OH$		20	o	+	+
Mersol D		bedijfsconc.	40	+	-	
Mestzouten, waterig		tot 10%	40	+	+	
		tot 10%	60		+	
		verzadigd	60		+	
Methoxybutanol	$CH_3-CH-(OCH_3)$		20	+	+	
	$CH_2-CH_2-OH$		60		o	
Methylalcohol	$CH_3OH$	techn. zuiver	40	+	+	
		techn. zuiver	60		+	
		techn. zuiver	65		o	
Methylethylketon	$CH_3COC_2H_5$	techn. zuiver	20	-	+	+
		techn. zuiver	60		o	o
Methylamine, waterig	$CH_3-NH_2$	32%	20	o	+	+
Methylbromide	$CH_3Br$	techn. zuiver	20	-	-	-
Methyleenchloride	$CH_2-Cl_2$	techn. zuiver	20	-	-	-
Methylzwavelzuur, waterig	$CH_3-SO_4H$	tot 50%	20	+	o	
		techn. zuiver	40	+	-	
		techn. zuiver	60		-	
Melk		handelskwal.	20	+	+	+
Melkzuur, waterig	$CH_3CHOH COOH$	tot 10%	40	+	+	+
		tot 10%	60		+	+
		90%	60		+	+
Mierenzuur, waterig	$HCOOH$	tot 50%	40	+	+	+
		50%	60		+	+
Mierenzuur		techn. zuiver	20	+	+	+
		techn. zuiver	60		+	+
Mineraalolie		zonder toev.	20	o	o	
		zonder toev.	60		-	
Mineraalwater			60		+	+
Monochloorazijn - zuurethylester	$ClCH_2-COOCH_2-CH_3$		60		+	+
Monochloorazijn - zuurmethylester	$ClCH_2-COO-CH_3$		60		+	+
Morfoline	$C_4H_9ON$		60		+	+
Motorolie			60		o	o
Moeilith D	$-(CH_2-CH COOCH_3)-$	handelskwal.	20	+	+	+
Naftaline	$C_{10}H_8$		20	-	+	+
			60		o	o
Natronloog, waterig	$NaOH$	tot 40%	40	+	+	+
		tot 40%	60		+	+
		50/60%	60		+	+
Natriumbenzonaat, waterig	$C_6H_5COONa$	verzadigd	40	+	+	+
Natriumbicarbonaat, waterig	$NaHCO_3$	koud verzad.	60	+		+
Natriumbisulfit, waterig	$NaHSO_2$	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Natriumchloraat, waterig	$NaClO_3$	tot 10%	40	+	+	+
		tot 10%	60		+	+
		verzadigd	60		+	+



benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Natriumchloride	NaCl			+	+	+
Natriumchloriet, waterig	NaClO <sub>2</sub>	verdund	20	+	o	+
		verdund	60		-	o
Natriumchloriet, bleekmiddel	NaClO <sub>2</sub>	handelskwal.	20	+	o	
			60		-	
Natriumhydroxide, vast	NaOH		60		+	
Natriumhypochloriet, waterig	NaOCl	verdund	20	+	o	+
Natriumcarbonaat	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		20	+	+	+
Natriumnitraat, waterig	NaNO <sub>3</sub>	koud verzad.	60		+	+
Natriumnitriet, waterig	NaNO <sub>2</sub>	koud verzad.	60		+	+
Natriumfosfaat, waterig	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	koud verzad.	60		+	+
Natriumsilicaat, waterig	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	elke	60		+	+
Natriumsulfaat, waterig	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	koud verzad.	60		+	+
Natriumsulfide	Na <sub>2</sub> S			+	+	+
Natriumthiosulfaat	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		60		+	
Nikkelzout, waterig		koud verzad.	60		+	+
Nikkelsulfaat, waterig	NiSO <sub>4</sub>	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Nitroglycol, verdund			20	-		
Nikotine-preparaten, waterig		gebruikconc.	20	+		
Nitreuse dampen	NO+NO <sub>2</sub>	geconcentr.	20	o	+	+
		geconcentr.	60		-	o
O-Nitrotoluol	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> )NO <sub>2</sub>		20	-	+	+
			60		o	o
Oktylcresol		techn. zuiver	20	-	o	
		techn. zuiver	60		-	
Olijfolie		handelskwal.	60		+	+
Oliefzuur	C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> -CH CH-(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	techn. zuiver	60	o	+	o
Oleum	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +SO <sub>3</sub>	10%	20	-	-	-
Oleumdampen	SO <sub>3</sub>	geringere	20	+	o	-
		hogere	20	o	-	-
Oxaalzuur, waterig	(COOH) <sub>2</sub>	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Ozon	O <sub>3</sub>	max. 2 vol. %	20	+	o	o
		max. 2 vol. %	30	o	o	o
		max. 2 vol. %	60		-	
Palmkernvetzuur	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	techn. zuiver	60		-	o
Palmolie			20	-	+	+
			60		o	o
Paraffine			60		o	o
Paraffine-emulsies		handelskwal.	20	+	o	+
		handelskwal.	40	+	o	+
Paraffineolie			60		o	o
Pekel				+	+	+
Perchloorethyleen	C <sub>12</sub> Cl <sub>4</sub> CCl <sub>12</sub>		20	-	o	o
(tetrachloorethyleen)			60	-	-	

benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Petrolether		techn. zuiver	60		o	o
Petroleum		techn. zuiver	60		o	o
Pikrinezuur, waterig	$(\text{NO}_2)_3\text{C}_6\text{H}_2\text{OH}$	1%	20	+	+	+
Potas, waterig	$\text{K}_2\text{CO}_3$	verzadigd	40	+	+	+
Propaan, vloeibaar	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	100%	20	+	o	+
Propaan, gasvormig		100%	20	+	+	+
i-propanol	$(\text{CH}_2)_2\text{CH OH}$	techn. zuiver	60		+	+
n-propanol	$\text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$		60		+	+
Propargylalcohol, waterig	$\text{CH}_2\text{=CH-CH}_2\text{OH}$	7%	60	+	+	+
Propionzuur, ook waterig	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{COOH}$	50%	60		+	+
		techn. zuiver	20	+	+	+
		techn. zuiver	60		o	+
Propyleenglycol	$\text{CH}_3\text{-CHOH-CH}_2\text{OH}$		60		+	+
Pseudocumol	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3$		60		o	
Pyridine	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$	elke	20	-	+	+
			60		o	o
Ramasiet (paraffine-emulsie)		handelskwal.	20	+		+
		handelskwal.	40	+		
Rundertalk-emulsie (gesulfureerd)		handelskwal.	20	+	+	+
Salpeterzuur, waterig	$\text{HNO}_3$	tot 30%	50	+	+	+
		30/50%	50	+	o	
		40%	70		-	-
		70%	20	+	o	-
		70%	60		-	-
		98%	20	-	-	-
		98%	60		-	-
Sollicone-olie		techn. zuiver	20	+	+	+
			60		o	+
Smeerolie		techn. zuiver	20	o	-	-
Soda, waterig	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	verdund	40	+	+	
		verdund	60		+	
		verzadigd	60		+	
Sparnaaldolie			20	o	+	
			60		o	
Spermaceti-olie		handelskwal.	20	+	+	
Spindelolie			20	o	+	
			60		o	
Spinbadzuur, CS2-houdend		0,01%	52	+	-	
		0,02%	52	o	-	
		0,07%	52	-	-	
Stearinezuur	$\text{C}_{17}\text{H}_{36}\text{COOH}$	techn. zuiver	60		o	
Stelgistkruid		bedrijfsconc.	40	+	+	o
		bedrijfsconc.	60		+	
Stookolie			20	o	o	+
			60		-	o
Suikersiroop			60		+	
Sulfurylchloride	$\text{SO}_2\text{Cl}_2$		20		-	-

benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Superchlorzuur, waterig (Perchlorzuur)	HClO <sub>4</sub>	tot 10%	40	+	+	+
		tot 10%	60		+	+
		20%	60		+	+
		50%	20	+	+	o
		verzadigd	60		o	-
		normaal	40	+	+	
Testbenzine			20	o	+	
			60		o	
Tetrachloorkoolstof	CCl <sub>4</sub>	techn. zuiver	20	o	-	-
			60		-	-
Tetrachloorethaan	Cl <sub>2</sub> CH-CHCl <sub>2</sub>		20	-	o	o
Tetrahydrofuraan	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> O	techn. zuiver	20	-	o	o
			60		-	-
Tetrahydronaftaline (tetraline)	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub>	techn. zuiver	20	-	+	-
			60		o	
Thionylchloride	SOCl <sub>2</sub>	techn. zuiver	20	-	-	-
Thiofeen	C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> S	techn. zuiver	20	-	o	+
			60		o	o
Tin (II)-Chloride, waterig	SnCl <sub>2</sub>	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Tolwol	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH <sub>3</sub>	techn. zuiver	20	-	-	
Triethanolamine	N(CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -OH) <sub>2</sub>	techn. zuiver	20	-	+	+
Tributylfosfaat	(C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>		60		+	
Trichloorethyleen	Cl <sub>2</sub> C=CHCl	techn. zuiver	20	-	-	o
Trichloorazijnzuur-, waterig	Cl <sub>3</sub> C-COOH	techn. zuiver	20	+	+	+
			60		o	o
			50%	60		+
Tricresylfosfaat	(C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	techn. zuiver	60		o	
Trimethylpropaan, waterig	(CH <sub>2</sub> OH) <sub>3</sub> C <sub>3</sub> H <sub>5</sub>	tot 10%	40	+		
		tot 10%	60			
		handelskwal.	40	o		
Trioctylfosfaat	(C <sub>8</sub> H <sub>17</sub> ) <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>		20	-	+	+
			60		o	o
Urine		normaal	40	+	+	+
Urinezuur, waterig	NH <sub>2</sub> -CO-NH <sub>2</sub>	tot 10%	40	+	+	+
		tot 10%	60		+	+
		33%	60		+	+
Vaseline		techn. zuiver	20	+	o	o
Vaselineolie			60		o	-
Vetzuren	R-COOH	techn. zuiver	60		o	
Vinylacetaat	CH <sub>2</sub> =CH-COOCH <sub>3</sub>	techn. zuiver	20	-		+
Viscose-spinoplossingen			60		+	o
Vruchtensappen		consumptie	60		+	+
Wasalcohol	C <sub>31</sub> H <sub>63</sub> OH	techn. zuiver	60		-	o
Wasmiddelen, synthetische		gebruikconc.	60		+	+
Water, gedestilleerd			40	+	+	+
			60		+	+

benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Waterstof	H <sub>2</sub>	100%	60		+	+
Waterstof-peroxyde, waterig	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	tot 30%	20	+	+	+
		tot 20%	50	+	+	+
		90%	20	+	+	+
		90%	60		-	
Wijnen		handelskwal.	20	+	+	+
Wijnazijn		gebruikconc.	60		+	+
Wijnzuur, waterig	HOOC-(CHOH) <sub>2</sub> -COOH	tot 10%	40	+	+	+
		tot 10%	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Xylol	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	100%	20	-	-	-
IJsazijn	CH <sub>2</sub> -COOH	techn. zuiver	20	o	+	+
		techn. zuiver	40	-	o	+
		techn. zuiver	60		o	+
IJzerchloride (ferri) waterig	FeCl <sub>3</sub>	tot 10%	40	+	+	
		tot 10%	60		+	
		verzadigd	60		+	
Zeepoplossing		geconcentr.	20	+	o	
		geconcentr.	60		o	
Zeewater			40	+	+	+
			60		+	+
Zetmeel, waterig		elke	40	+	+	
		elke	60		+	
Zetmeelsiroop		bedrijfsconc.	60		+	
Zilvernitraat, waterig	AgNO <sub>3</sub>	tot 8%	40	+	+	+
		tot 8%	60		+	+
Zinkchloride, waterig	ZnCl <sub>2</sub>	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Zinksulfaat, waterig	ZnSO <sub>4</sub>	verdund	40	+	+	+
		verdund	60		+	+
		verzadigd	60		+	+
Zoutzuur, waterig	HCl	tot 30%	40	+	+	+
		tot 30%	60		+	o
		boven 30%	20	+	+	+
		boven 30%	60		o	+
Zuurmengsel I (zwavelzuur.salpeterzuur/water)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +HNO <sub>3</sub> +H <sub>2</sub> O	48/49/3%	20	+	-	
		48/49/3%	40	o	-	
		50/50/0%	20	o	-	
		50/50/0%	40	-	-	
		10/20/70%	50	+	o	
		10/87/3%	20	o	-	
Zuurmengsel II (zwavelzuur/fosforzuur/water)	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> +H <sub>2</sub> O	50/31/19%	30	+	-	
		30/60/10%	40	+	o	
Zuurstof	O <sub>2</sub>	elke	60		+	
Zwavel	S		20	o	+	+
			60		o	+
Zwaveldioxyde, droog	SO <sub>2</sub>	elke	60		+	+

benaming	formule	concentratie	temp. °C	pvc	PE	PP
Zwaveldioxyde, vochtig en waterig		elke	40	+	+	+
		50%	50	+	+	+
		elke	60		+	+
Zwavelkoolstof	CS <sub>2</sub>	techn zuiver	20	o	o	o
Zwavelnatrium, waterig	Na <sub>2</sub> S	verdund	40	+	+	
		verdund	60		+	
		verzadigd	60		+	
Zwavelzuur, waterig	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	tot 40%	20	+	+	+
		tot 40%	40	o	+	+
		70%	20	+	+	+
		70%	60		o	o
		80-90%	40	+	o	o
		96%	20	+	o	o
		96%	60		o	o
Zwavelwaterstof, droog	H <sub>2</sub> S	100%	60		+	+
Zwavelwaterstof, waterig		warm verzad.	40	+	+	+
		warm verzad.	60		+	+

Als we naar de stromingscapaciteiten van buizen gaan kijken zijn er een aantal fundamentele parameters waarmee rekening moet worden gehouden, nl.:

- de wandruwheid;
- de (inwendige) diameter van de buis;
- de hellingsgraad.

Daarnaast is er nog een verschil bij transport van zuiver water en rioleringswater.

In het verdere verloop van deze bespreking gaan we ons vooral spitsen op het ontwerp van de afvoerleiding.

### 7.1 De wandruwheid:

De wandruwheid hangt af van zowel het materiaal als het medium. Voor PVC buizen geldt een bedrijfswandruwheid ( $k_b$ ) van 0,4 mm voor een DWA leiding en 0,25 mm voor een RWA leiding. Deze lage waarde voor pvc leidt tot minder stromingsweerstand. De afvoercapaciteit van PVC buizen is dan ook aanzienlijk groter dan voor buizen die minder glad zijn, bijvoorbeeld beton ( $k_b = 3$  mm). Een voorbeeld zal dit verduidelijken.

### 7.2 De (inwendige) diameter van de buis:

Het af te voeren debiet is rechtstreeks gelinkt met de diameter van de buis. Hoe groter de diameter van de buis van eenzelfde materiaal hoe groter het debiet.

### 7.3 De hellingsgraad:

Mede bepalend voor afvoercapaciteit van de buis is de hellingsgraad waarmee ze verlegd wordt. Dit is soms een kritische factor omdat men met bestaande situaties moet rekening houden.

### 7.4 Berekening

Voor de berekening van de afvoercapaciteit van volledig gevulde buizen gebruiken we de formule van White - Colebrook:

$$v = -2 \sqrt{(2g \cdot D \cdot I)} \log \left[ \frac{k}{3,7 D} + \frac{2,51}{D \cdot \sqrt{(2g \cdot D \cdot I)}} \right]$$

en  $Q = v \cdot A$

Hierbij is:

v	=	de gemiddelde stroomsnelheid	[m/s]
g	=	zwaartekrachtversnelling = 9,81	[m/s <sup>2</sup> ]
D	=	de inwendige diameter van de leiding	[m]
I	=	het verhang van de leiding	[m/m]
k	=	de wandruwheid	[m]
$\nu$	=	de kinematische viscositeit van vloeistof voor water (10°C) en rioolwater (15°C) = $1,31 \times 10^{-6}$	[m <sup>2</sup> /s]
Q	=	debiet	[m <sup>3</sup> /s]
A	=	inwendig oppervlak van de buis (doorstroomoppervlak)	[m <sup>2</sup> ]

Hiermee kunnen we het gegeven aangehaald onder punt 1. bekijken:

Voor een pvc buis diameter 315 SN8 (inwendig 296,6 mm) met een verhang van 0,003 m/m, berekenen we een debiet van 220 m<sup>3</sup>/uur. Voor een zelfde verhang vinden we voor een betonbuis met inwendige diameter van 300 mm een afvoercapaciteit van 173 m<sup>3</sup>/uur. Men kan concluderen dat de pvc buis een afvoercapaciteit heeft die zo'n 27% hoger ligt.

## 7.5 Afvoercapaciteit van de pvc riolering

Hierbij is rekening gehouden met volgende factoren:

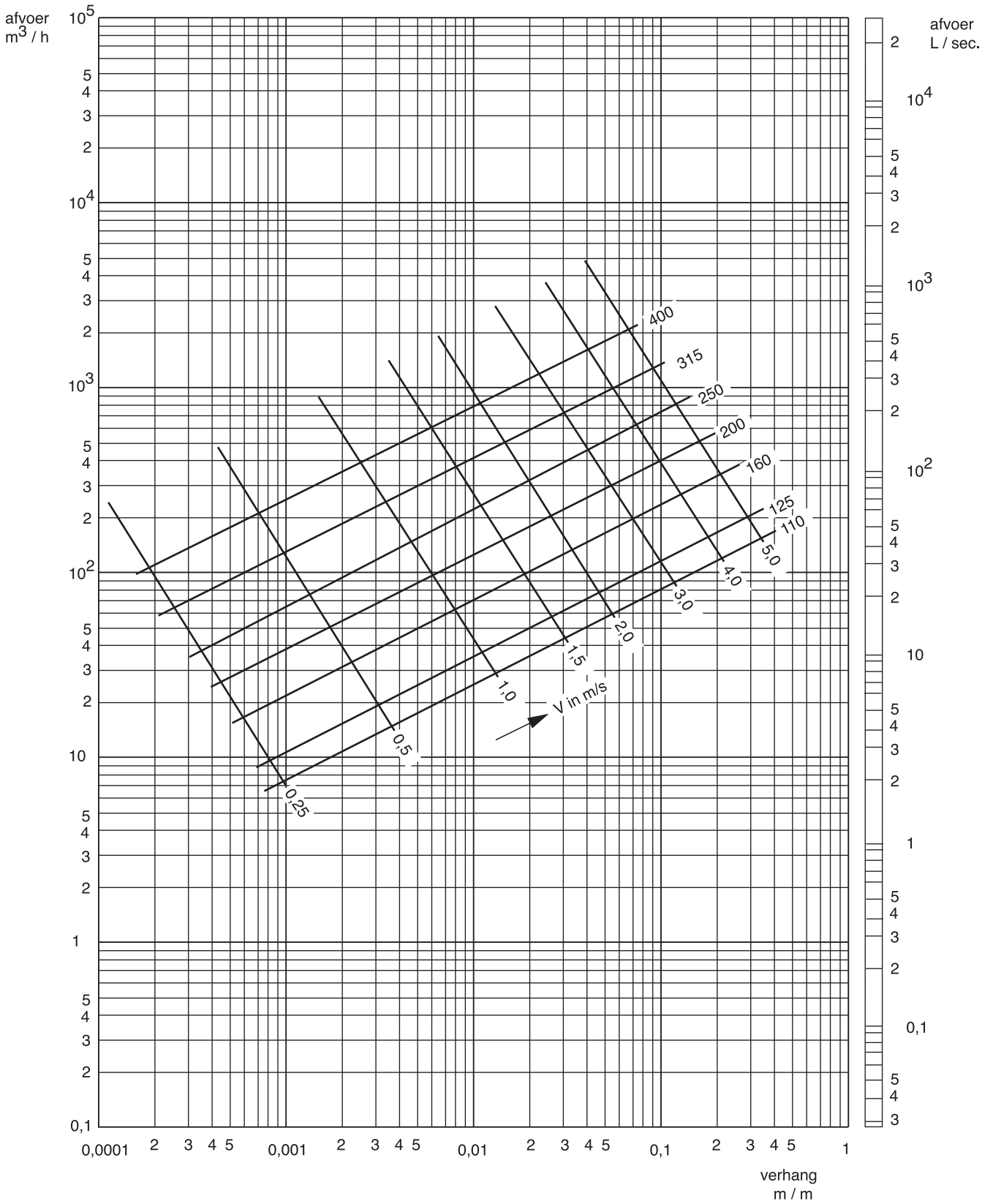
- een hellingsgraad van 5 mm/m
- bij DWA een gebruikswandruwheid van 0,40 mm
- bij RWA een gebruikswandruwheid van 0,25 mm
- de wanddiktes zijn overeenkomstig de catalogus.

*afvoercapaciteit in m<sup>3</sup>/uur*

Ø	DWA		RWA	
	SN 4	SN 8	SN 4	SN 8
110	17,5	17,5	18,4	18,4
125	25,5	24,6	26,4	25,9
160	48,7	47,5	51,2	49,9
200	88,2	85,8	92,7	90,1
250	159,0	155,2	167,0	162,9
315	293,4	285,7	307,9	299,8
400	550,6	536,2	577,4	562,4

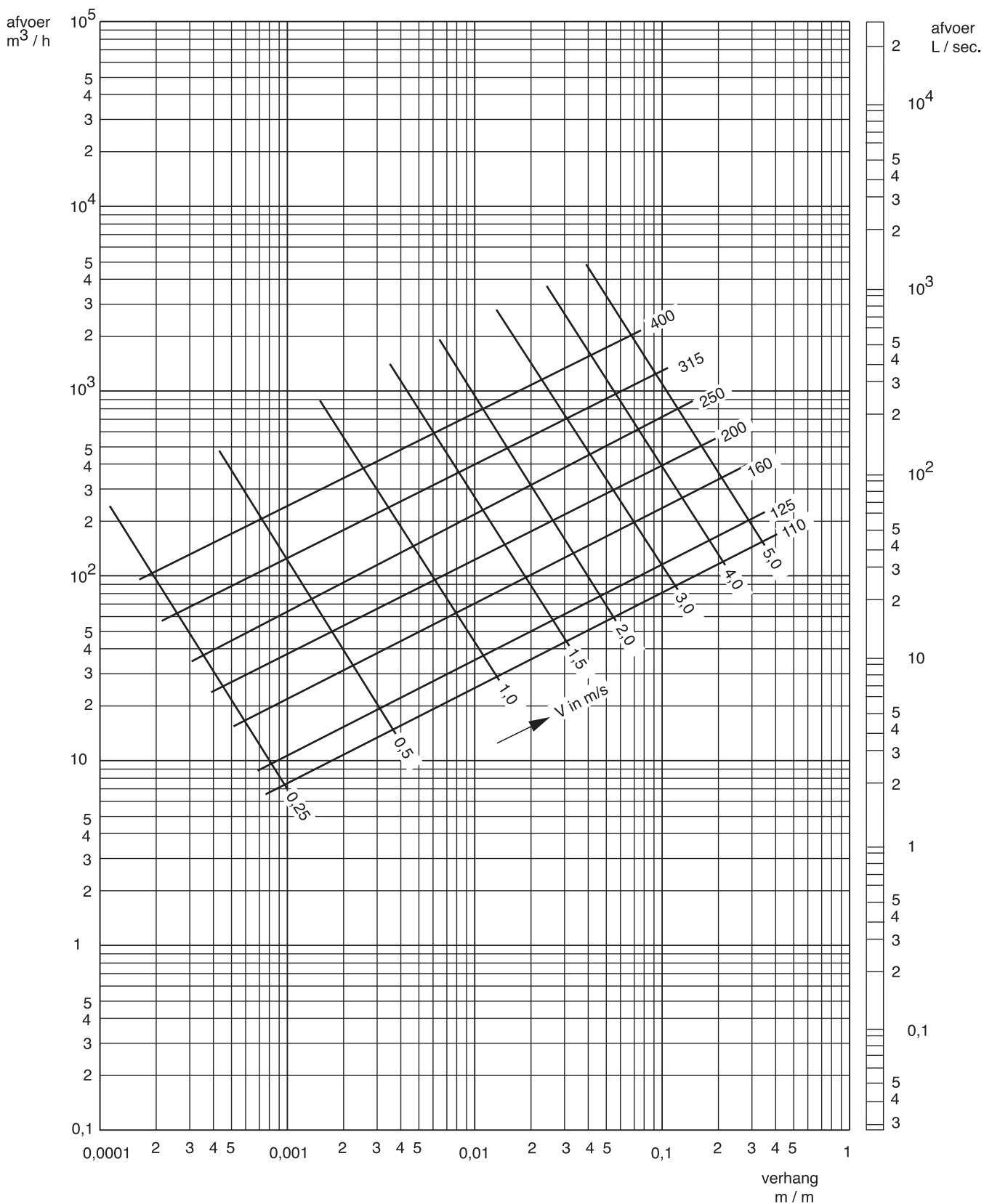
Deze tabel enkel bij wijze van voorbeeld. In onderstaande grafieken kan men de andere waardes vinden (ander verhang). U vindt hierbij 4 grafieken, zowel voor DWA als RWA en voor zowel SN 4 als SN 8. Deze grafieken benaderen de bovenvermelde formule van White Colebrook, gelieve deze formule te gebruiken voor nauwkeurige berekeningen, de formule is beschikbaar in een uitwerkbaar Excel bestand op onze site of op aanvraag.

Grafiek voor DWA SN 4 pvc leidingen

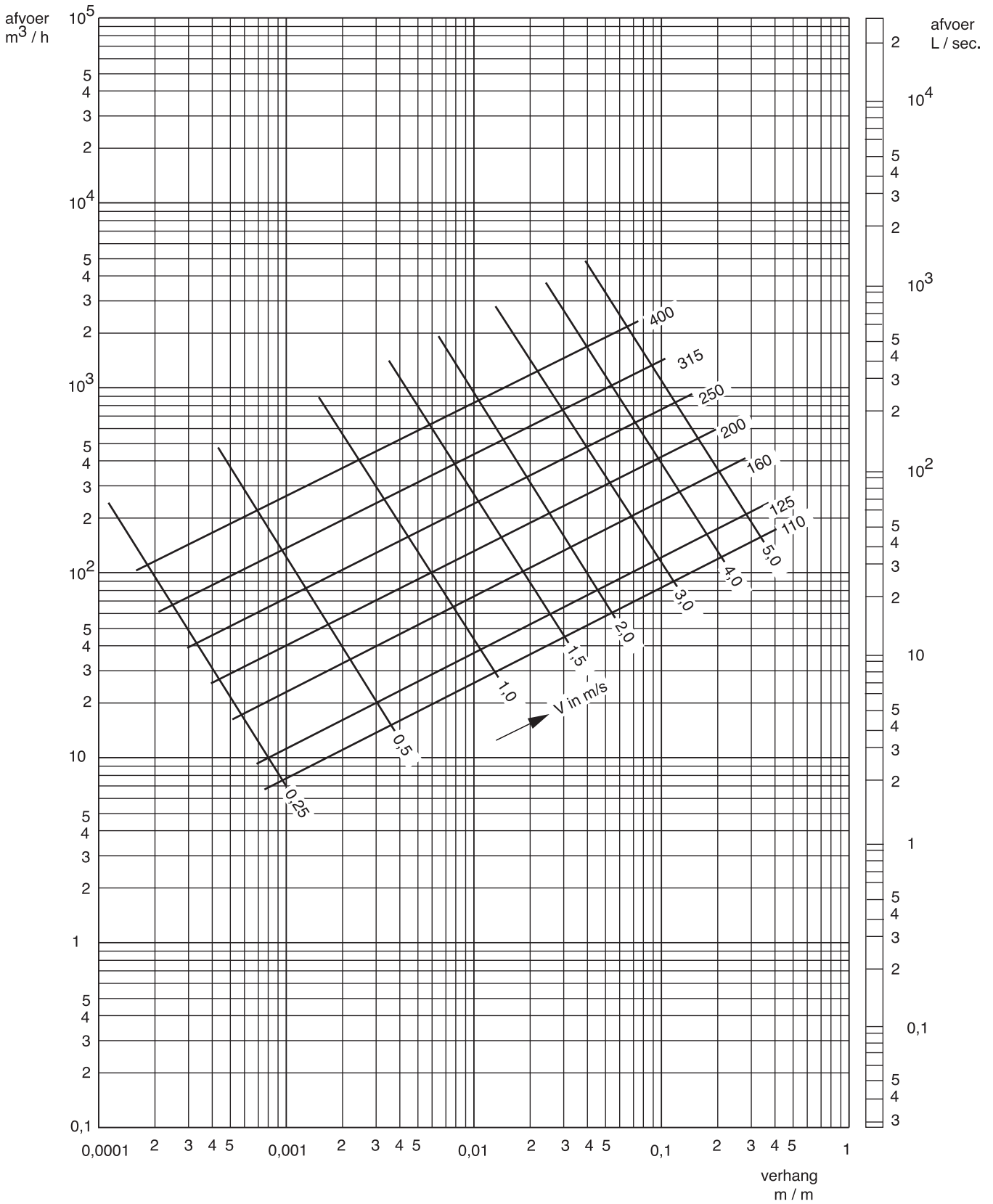




Grafiek voor DWA SN 8 pvc leidingen

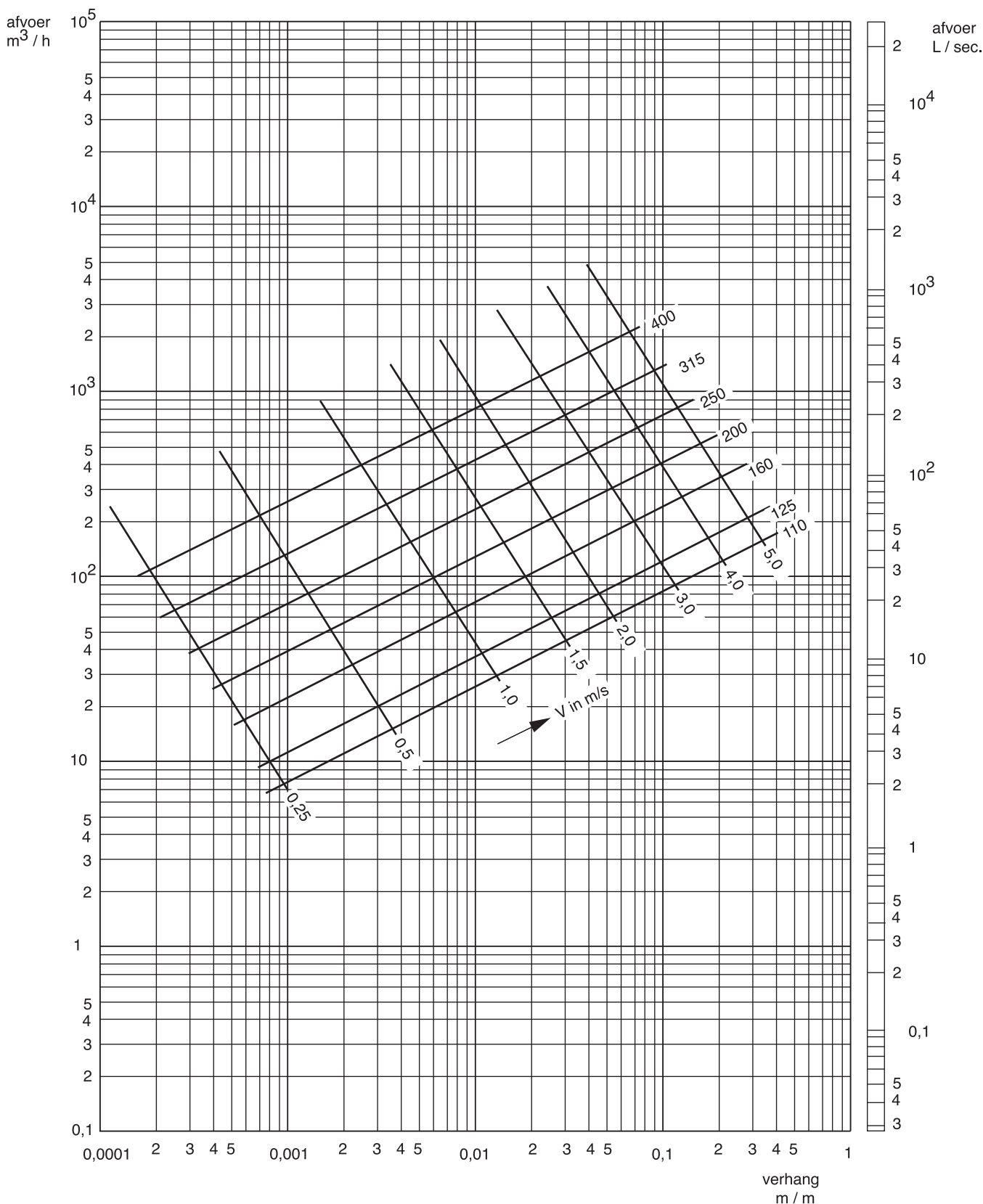


Grafiek voor RWA SN 4 pvc leidingen



TN

Grafiek voor RWA SN 8 pvc leidingen



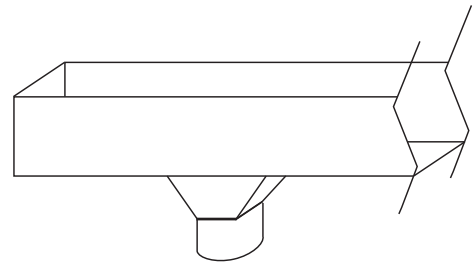
### 8.1 de standleiding

Voor het dimensioneren van de regenafvoerleiding moeten we eerst de horizontale dakoppervlakte berekenen. Dit is in de meeste gevallen de breedte x de diepte van de woning.

Voor de berekening van het debiet houden we normaal rekening met 3liter/(minuut x dakoppervlakte) volgens NBN 306 (1955). Uit deze norm blijkt dat we per m<sup>2</sup> horizontaal dakoppervlak, 1 cm<sup>2</sup> doorsnede voor de regenwaterleiding nodig hebben. Voor afvoersystemen voorzien van een trechtervormige afvoerbak (met een minimum trechterhoek van 15° zie fig.1), mag deze doorsnede 70% van de berekende waarde bedragen.

Hieronder vindt u een tabel 1 met de courante leidingdiameters en hun respectievelijke afvoerbare dakoppervlaktes.

Diameter		Horizontaal dakoppervlak in m <sup>2</sup>	
uitwend.	inwend.	zonder trechter	met trechter
50	47,2	17	25
63	60,4	31	44
80	77,2	46	66
100	97,2	74	106



tabel 1

fig. 1

### 8.2 de regenwaterfilter

Pipelife Belgium heeft in zijn gamma zowel de vlakfilters als de cycloonfilters voor het zuiveren van het regenwater. Een meer diepgaande beschrijving vindt u in de catalogus - hoofdstuk Hemelwater.

### 8.3 de regenwateropslagtank

De dimensionering hiervan hangt van een aantal parameters af.

Factoren die een rol spelen, zijn :

- het aangesloten dakoppervlak;
- de mate van het gebruik van het hemelwater ;

Als vuistregel mag aangenomen worden dat de inhoud van de regenwaterput minimaal 50 liter per m<sup>2</sup> dakoppervlak bedraagt. Hieronder tabel 2 met te hanteren waardes.

Horizontaal dakoppervlak in m <sup>2</sup>	Minimale tankinhoud (liter)
50 tot 60	3.000
61 tot 80	4.000
81 tot 100	5.000
101 tot 120	6.000
121 tot 140	7.000
141 tot 160	8.000
161 tot 180	9.000
181 tot 200	10.000
groter dan 200	+ 5.000 per 100 m <sup>2</sup>

tabel 2

Men kan tevens naast het dakoppervlak ook andere oppervlakken (terrassen,...) aansluiten, op voorwaarde dat het regenwater daar niet verontreinigd is of wordt (door bijvoorbeeld reinigingsmiddelen, ed).

#### 8.4 infiltratie en buffering

Indien men over een groot dakoppervlak beschikt (groter dan 200 m<sup>2</sup>) en/of over andere verharde oppervlakten dan dient men een infiltratievoorziening te voorzien. Dit bekken zal er voor moeten zorgen dat er zo weinig mogelijk regenwater in de riolering terechtkomt.

Men is verplicht om aan infiltratie te doen tenzij men kan aantonen dat dit niet mogelijk is (slechte doorlatendheid van de bodem, grondwaterwinningsgebied, vervuild regenwater,...) of indien het referentieoppervlak groter is dan 1.000 m<sup>2</sup> (voor de eerste 1.000 m<sup>2</sup> blijft de infiltratieregel wel geldig).

In dit geval mag men het water vertraagd gaan afvoeren en moet men een bufferbekken voorzien.

Voor de infiltratievoorziening moet men bij berekening aan twee voorwaarden voldoen:

- het volume dient minimaal 300 liter per begonnen 20 m<sup>2</sup> referentieoppervlak te zijn,
- de oppervlakte van de infiltratievoorziening dient minimaal 2 m<sup>2</sup> per begonnen 100 m<sup>2</sup> referentieoppervlak te zijn.

In geval van buffering dient men bij berekening aan volgende voorwaarden te voldoen:

- het volume dient minimaal 400 liter per begonnen 20 m<sup>2</sup> referentieoppervlak te zijn,
- het hemelwater dient vertraagd afgevoerd te worden via een afvoerbegrenzer van 1.500 liter per uur en per 100 m<sup>2</sup> referentieoppervlak.

Voor meer informatie hieromtrent verwijzen wij naar de 'Gewestelijke stedenbouwkundige verordening inzake hemelwaterputten, infiltratie- en buffervoorzieningen en gescheiden lozing van afvalwater en hemelwater' van 1 oktober 2004 en van toepassing sinds 1 februari 2005.

Naast deze verordening kunnen lokale verordeningen nog strengere regels opleggen. Voor de provincie Vlaams-Brabant geldt bijvoorbeeld eveneens de 'Provinciale stedenbouwkundige verordening inzake afkoppeling van hemelwater afkomstig van dakvlakken en verharde oppervlakten'.

U kan ook steeds terecht bij onze technische dienst voor bijkomende vragen hieromtrent en verder refereren we naar het hoofdstuk Infiltratie.

#### 8.5 het hergebruik

Het gemiddeld verbruik per persoon per dag voor de verschillende toepassingen vindt u hieronder :

- |                            |             |
|----------------------------|-------------|
| - toilet                   | : 43 liter  |
| - wasmachine               | : 16 liter  |
| - tuin                     | : 5 liter   |
| - reinigen (wagen, huis..) | : 5 liter   |
| - bad/douche               | : 39 liter. |

Er zijn nog andere toepassingen mogelijk.

Opmerking : men moet er wel rekening mee houden dat de put soms droog kan komen te staan. Dit kan een probleem vormen voor bijvoorbeeld de wasmachine, daarom moet men kunnen zorgen voor een constante toevoer. Hier zijn verschillende oplossingen voor zoals het vullen van de put met leidingwater,... Wel zijn hier een aantal regels te respecteren, het drinkwaterleidingssysteem mag nooit in contact komen met het regenwaterleidingssysteem. Gelieve voor alle zekerheid toch contact op te nemen met uw water maatschappij.

De inhoud van de kunststofleidingen kan met onderstaande tabel worden berekend. De tabel geeft voor de meest voorkomende pvc afvoerbuizen de inhoud weer in liters per strekkende meter.

*Bergingscapaciteit van pvc afvoerbuizen :*

Ø	Riolering								Hemelwater	
	SN 2		SN 4		SN 8		fabrieksnorm		e	l/m
	e	l/m	e	l/m	e	l/m	e	l/m		
32		-		-	3,0	0,53	1,8	0,63		-
40		-		-	3,0	0,91	1,8	1,04		-
50		-		-	3,0	1,52	1,8	1,69	1,4	1,75
63		-		-		-		-	1,3	2,87
75		-		-	3,0	3,74	1,8	4,00		-
80		-		-	3,0	4,30	1,8	4,58	1,4	4,68
90		-		-	3,0	5,54	1,8	5,86		-
100		-		-	3,0	6,94	1,8	7,30	1,4	7,42
110	3,2	8,43	3,2	8,43	3,2	8,43	1,9	8,86		-
125	3,2	11,05	3,2	11,05	3,7	10,86	2,0	11,50		-
160	3,2	18,53	4,0	18,15	4,7	17,81	2,5	18,87		-
200	3,9	29,01	4,9	28,41	5,9	27,82	3,2	29,44		-
250	4,9	45,31	6,2	44,34	7,3	43,52		-		-
315	6,2	71,92	7,7	70,50	9,2	69,09		-		-
400	7,9	115,93	9,8	113,65	11,7	111,39		-		-

De flexibiliteit van pvc en PE, laat toe dat de buizen mits de toelaatbare buigstralen niet worden overschreden, in bogen worden gelegd. Daardoor kunnen gebogen tracés in een vloeiende lijn worden gevolgd en kunnen zinkers worden gelegd zonder gebruikmaking van vorgebogen bochten.

De minimum buigstralen voor drukbuizen zijn:

Voor PE

Buisdiameter

63 t/m 160 mm :  $R_{\min} = 50 \times D$

200 t/m 250 mm :  $R_{\min} = 75 \times D$

315 t/m 630 mm :  $R_{\min} = 100 \times D$

710 t/m 800 mm :  $R_{\min} = 125 \times D$

Voor pvc

Buisdiameter

63 t/m 160 mm :  $R_{\min} = 300 \times D$

200 t/m 355 mm :  $R_{\min} = 400 \times D$

400 t/m 630 mm :  $R_{\min} = 500 \times D$

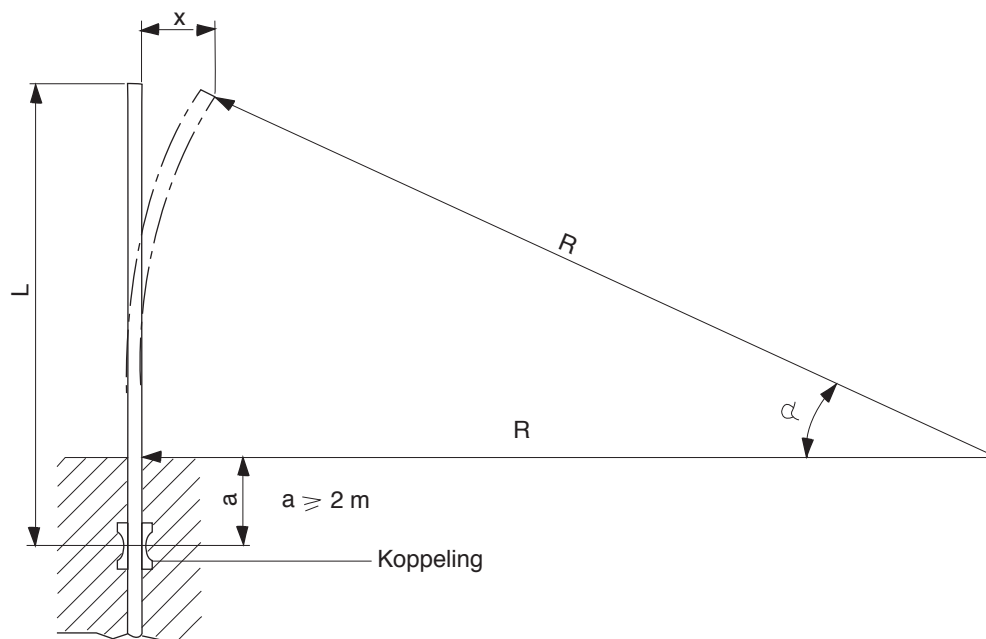
(D=uitwendige diameter van de buis).

### 10.1 Minimum buigstralen bij het leggen van hoofdleidingen

Het buigen kan worden uitgevoerd nadat de buis aan de voorgaande is verbonden, de las is afgekoeld en de sleuf over een lengte van 2 m vanaf de laatste verbinding is aangevuld en verdicht (zie figuur)

Van de buislengte L is het gedeelte L-2 m beschikbaar voor de buiging. Zorg ervoor dat de buigverbinding niet op buiging wordt belast.

De maximaal toelaatbare hoeken en verplaatsingen "x" zijn in onderstaande tabel weergegeven.



## Buiging van pvc-buizen

		buislengte L					
		6 m		10 m		20 m	
nom. Ø buis	R [m]	[graden]	x [m]	[graden]	x [m]	[graden]	x [m]
63	18,9	12,0	0,41	24,0	1,65	54,0	7,90
75	22,5	10,0	0,34	20,0	1,40	45,0	6,80
90	27,0	8,5	0,30	17,0	1,15	38,0	5,75
110	33,0	7,0	0,24	14,0	0,95	31,0	4,75
125	37,5	6,0	0,20	12,0	0,85	27,0	4,20
160	48,0	5,0	0,18	10,0	0,65	13,0	3,30
200	80,0	2,5	0,08	5,5	0,40	13,0	2,00
250	100,0	2,0	0,06	4,5	0,30	10,0	1,60
315	126,0	1,5	0,04	3,5	0,25	8,0	1,25
355	142,0	1,5	-	3,0	0,20	7,0	1,10
400	200,0	1,0	-	2,0	0,15	5,0	0,80
450	225,0	1,0	-	2,0	0,10	4,0	0,70
500	250,0	0,9	-	2,0	0,10	4,0	0,65
560	280,0	0,8	-	1,5	0,10	3,5	0,55
630	315,0	0,7	-	1,5	0,10	3,0	0,50

## Buiging van PE-buizen

		buislengte L					
		6 m		10 m		20 m	
nom. Ø buis	R [m]	[graden]	x [m]	[graden]	x [m]	[graden]	x [m]
63	3,15	72,0	2,14	145	-	327,0	-
75	3,75	61,0	1,95	122	-	275,0	-
90	4,50	51,0	1,62	102	-	229,0	-
110	5,50	41,0	1,32	83	4,84	187,0	-
125	6,25	26,0	1,18	73	4,37	165,0	-
160	8,00	28,0	0,93	57	3,68	129,0	-
200	15,00	15,0	0,51	30	2,10	68,0	-
250	18,75	12,0	0,41	24	1,50	55,0	-
315	31,50	7,0	0,24	14	0,94	32,0	4,79
355	35,50	6,5	0,22	13	0,92	29,0	4,47
400	40,00	5,5	0,18	11	0,72	25,0	3,76
450	45,00	5,0	0,17	10	0,65	23,0	3,60
500	50,00	4,5	0,15	9	0,60	20,0	3,00
560	56,00	4,0	0,13	8	0,56	18,0	2,69
630	63,00	3,5	0,11	7	0,46	16,0	2,39



## 10.2 Minimum buigstralen bij het leggen van dienstleidingen

In onderstaande tabel worden de buigstralen weergegeven voor de beide kunststofmaterialen.

nom. buis Ø	buigstraal R in m		
	pvc	PE 40	PE 80 - 100
12	1,80	0,12	0,24
16	2,40	0,16	0,32
20	4,00	0,20	0,40
25	5,00	0,25	0,50
32	8,00	0,40	0,75
40	10,00	0,60	1,20
50	12,50	1,00	2,00

### 11.1 Lengteverandering ten gevolge van temperatuurschommelingen

De uitzettingscoëfficiënt van kunststoffen is hoog in vergelijking met die van metalen, bijvoorbeeld :

Aluminium	: 0,021 mm/m/°C
Koper	: 0,025 mm/m/°C
PE 40 - PE 100	: 0,20 mm/m/°C
PE 80	: 0,13 mm/m/°C
pvc	: 0,06 mm/m/°C
PP	: 0,15 mm/m/°C

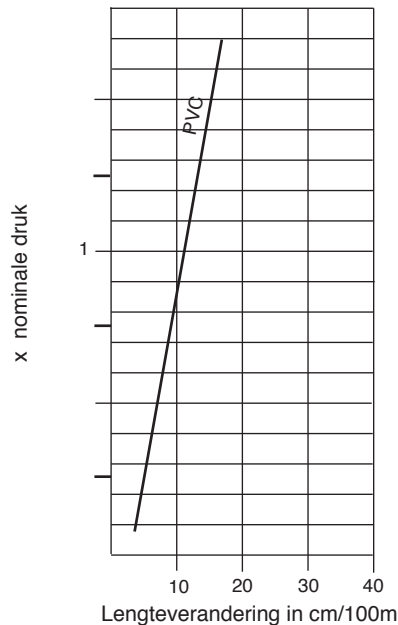
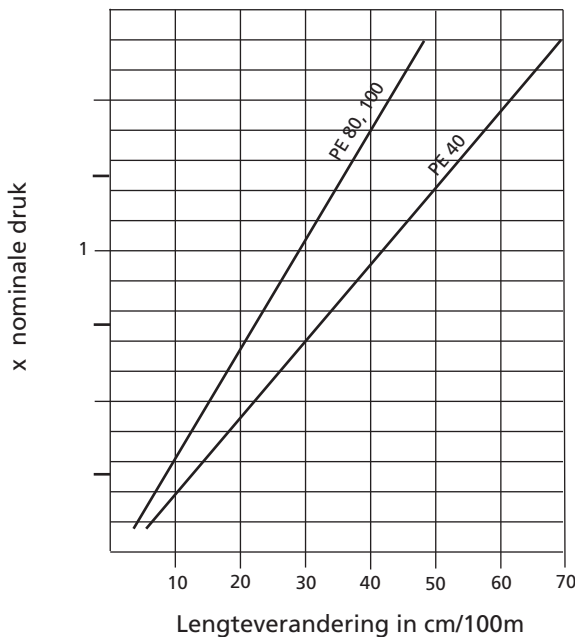
Bij het ontwerpen van de leiding dient rekening te worden gehouden met uitzetting en krimp van de buis ten gevolge van temperatuurschommelingen.

De gemiddelde temperatuur in de buiswand kan aanzienlijk fluctueren onder invloed van de temperatuur van het medium en die van de omgeving (bijv. zonnestraling).

Grondbeginselen voor het opvangen van lengteveranderingen in een kunststofleidingssysteem zijn:

- 1 Door het over de volle lengte en het alzijdig omsluiten van de buis wordt grotendeels voorkomen dat de buis kan uitzetten of krimpen.
- 2 Bij een leidingssysteem in de vrije ruimte, dient men door het bevestigen van de leiding met beugels, waarin de buis of kan schuiven of gefixeerd is, de beweging op van te voren gekozen plaatsen te doen geschieden.
- 3 Voor het opvangen van lengteveranderingen staan drie mogelijkheden ter beschikking:
  - a. "flexibele" benen, die in bijna ieder leidingssysteem aanwezig zijn,
  - b. expansiebochten, die worden ingebouwd in rechtdoorgaande leidingen, of daar waar flexibele benen de lengteveranderingen niet voldoende kunnen opvangen,
  - c. schuivende expansiestukken, als met de eerder genoemde mogelijkheden, door bijvoorbeeld ruimtegebrek, niet gewerkt kan worden. Schuivende expansiestukken kunnen bij drukleidingen een bron van lekkage zijn, ze worden dan ook uitsluitend in afvoerinstallaties toegepast.

### 11.2 Lengteverandering bij drukverhoging



Bij buizen treedt bij drukverhoging een geringe diametertoename op, die afhankelijk is van de E-modulus van het buismateriaal. Deze toename van de diameter heeft een lengtevermindering tot gevolg. De bovenstaande grafieken gelden voor buizen die vrij kunnen bewegen. Voor ondergrondse leidingen zijn de lengteveranderingen aanzienlijk kleiner en onder andere afhankelijk van de grondsoort waarin de leiding ligt en de wijze van aanleg.

Het is nu al wel een tijdje geleden dat de Europese Normen de oude Belgische normen hebben vervangen, maar een opfrissing van deze complexe materie is zeker niet verkeerd.

De Europese Normen hebben een ander uitgangspunt aangenomen dan de voormalige Belgische tegenhanger, ze zijn nl. vertrokken van een systeem. Dit houdt concreet in dat er geen specifieke norm meer is voor buizen of voor hulpstukken, maar dat de norm het geheel, beschouwt. De belangrijkste normen voor de PVC riolering zijn de EN 1329 en de EN 1401.

- De EN 1401 werd in België omgevormd tot de NBN EN 1401 en vervangt de NBN T42-108 en de NBN T42-601. Deze NBN EN 1401 wordt toegepast in de buitenriolering.
- De EN 1329 werd in België omgedoopt in NBN EN 1329 en vervangt de NBN T42-107 en de NBN T42-601. Deze NBN EN 1329 wordt gebruikt in de sanitaire afvoer.

Tegelijk met de invoering van deze normen zijn de gekende Reeks benamingen verdwenen en vervangen door de SN aanduiding. Deze SN aanduiding (Nominale Stijfheid) staat voor de ringstijfheid van het systeem. Deze stijfheid wordt bepaald aan de hand van een proef: men gaat het stuk met een bepaalde snelheid tot 97% van de binnendiameter samendrukken, de kracht hiervoor nodig duidt de SN klasse aan. Bijvoorbeeld voor een Reeks 20 buis is de benodigde kracht  $4\text{kN/m}^2$  (vandaar SN 4).

En zo ook :

- Reeks 25 wordt SN 2 (SDR 51)
- Reeks 20 wordt SN 4 (SDR 41)
- Reeks 16 wordt SN 8 (SDR 34).

Naast deze SN aanduiding bestaat er dus nog een geldige aanduiding namelijk de SDR (Standard Dimension Ratio). Deze aanduiding geeft de verhouding weer tussen de buitendiameter en de wanddikte. Bijvoorbeeld een buis met diameter 315mm en met wanddikte 7,7mm heeft een SDR van 40,9 en behoort dus tot de klasse SDR 41 of SN 4.

Verder bestaat er een nieuwe codering voor het toepassingsgebied van de buis:

B (building) : staat voor sanitair gebruik, niet in de grond of niet ingegraven binnenhuisafvoer. Deze zullen dus toegepast worden bij systemen die hoge temperaturen te verwerken krijgen, maar geen grondlasten moeten opvangen.

BD (buiding-dual) : staat voor sanitair gebruik, in de grond zowel in de woning als in de omgeving ervan (tot 1m van de gevel). Deze zullen dus toegepast worden bij systemen die zowel hoge temperaturen als grondlasten te verwerken krijgen.

U (underground) : staat voor riolering, ingegraven buitenhuis toepassingen met grondlast maar geen hoge temperaturen (type SN 2).

UD (underground dual) : staat voor riolering, ingegraven zowel binnen als buiten het gebouw. Dit systeem kan worden blootgesteld aan zowel hoge temperaturen als aan grondlasten (type SN 4 en type SN 8).

Naast deze markering bestaat er nog een kleurcode. Deze kleurcode hangt vast aan de BENOR buizen, met als doel foutieve aansluitingen te vermijden en geldt voor de NBN EN 1401. De buiskleur wordt hierin bepaald door het af te voeren water.

Roodbruin systeem voor afvalwater (ook Droog Weer Afvoer genoemd), hierin mag geen regenwater ingebracht worden.

Grijs systeem wordt toegepast bij gemengde stelsels (zowel vuilwater als hemelwater) en voor regenwater afvoer.

De verschillende mogelijke diameters en wanddiktes:

*pvc sanitair afvoer volgens*

*NBN EN 1329 (afmetingen in mm)*

Sanitair afvoer
32 x 3,0
40 x 3,0
50 x 3,0
75 x 3,0
90 x 3,0
110 x 3,0
125 x 3,2
160 x 3,2
200 x 3,9

*pvc rioolafvoer volgens NBN EN 1401 (wanddiktes per diametergroep in mm)*

Rioleringafvoer			
Ø	SN 2	SN 4	SN 8
110x	zie SN 4	3,2	3,2
125x	zie SN 4	3,2	3,7
160x	3,2	4	4,7
200x	3,9	4,9	5,9
250x	4,9	6,2	7,3
315x	6,2	7,7	9,2
400x	7,9	9,8	11,7
500x	9,8	12,3	14,6
630x	12,3	15,4	18,4

Deze wijzigingen in de normen hebben zich ook doorgezet naar de ToepassingReglementen. Deze TR's beschrijven de benodigde proeven en eisen waaraan moet voldaan worden om het BENOR logo te mogen aanbrengen op buis en hulpstuk. In dit geval gaat het om het TR 1329 en het TR 1401. Deze controle op de produkten, evenals de produktie, bieden een garantie op de geleverde kwaliteit. Het is dan ook niet toevallig dat openbare instanties enkel met deze produktgarantie werken. Maar ook voor particuliere doeleinden geeft dit merk een extra kwaliteitsgarantie.

Na de berekening van de lengteverandering, moeten we bij het ontwerpen van het leidingssysteem ook nog rekening houden met de beugeling. Het is dus belangrijk te weten hoe materiaal gaat reageren bij wisselde temperaturen (zetting en krimp).

Bij het plaatsen van het leidingssysteem zijn er bepaalde onderdelen (bvb afsluiters) die apart moeten ondersteund worden, zij moeten dan ook als vaste punten beschouwd worden.

Daardoor moeten de bewegingen zo veel mogelijk opgevangen worden door de flexibiliteit van de leiding zelf. Dit kan opgelost worden met behulp van flexibele benen of, voor vrijvervalleidingen, expansiestukken.

Om ervoor te zorgen dat de bewegingen op de juiste plaatsen en in de juiste richting kunnen geschieden, dient men bij het ontwerpen een bewuste keuze te maken tussen een vaste en een geleidende beugel.

De geleidende beugels moeten zo ontworpen zijn dat ze een axiale beweging toelaten van de leiding. In verband hiermee moeten de beugels op enige afstand van de fittingen geplaatst worden.

De vaste beugels moeten voldoende sterk geconstrueerd en bevestigd zijn om de in de leiding optredende krachten te kunnen weerstaan.

Bij het bepalen van de beugelafstand moet rekening gehouden worden met de te verwachten leidingtemperatuur. Hieronder de maximale beugelafstanden voor de verschillende materialen.

#### Maximale beugelafstanden in m voor pvc buizen

buis Ø [mm]	horizontale leiding		verticale leiding	
	20°C	60°C	20°C	60°C
12	0,40	0,30	0,80	0,40
16	0,45	0,30	0,90	0,45
20	0,50	0,35	1,00	0,50
25	0,60	0,40	1,20	0,60
32	0,70	0,40	1,40	0,70
40	0,80	0,45	1,50	0,75
50	0,90	0,50	1,60	0,80
63	1,10	0,55	1,70	0,85
75	1,25	0,60	1,80	0,90
90	1,40	0,70	1,90	0,95
110	1,60	0,80	2,00	1,00
125	1,75	0,85	2,20	1,10
140	1,90	0,95	2,40	1,20
160	2,00	1,00	2,60	1,30
200	2,00	1,00	3,00	1,50
250	2,00	1,00	3,00	1,50
315	2,00	1,00	3,00	1,50

#### Maximale beugelafstanden in m voor PE buizen

buis Ø [mm]	horizontale leiding		verticale leiding	
	20°C	60°C	20°C	60°C
20	0,40	0,25	0,50	0,35
25	0,50	0,35	0,65	0,45
32	0,65	0,45	0,80	0,53
40	0,80	0,55	1,00	0,70
50	1,00	0,65	1,25	0,80
63	1,20	0,80	1,50	1,00
75	1,35	0,90	1,70	1,10
90	1,55	1,05	1,95	1,30
110	1,75	1,15	2,20	1,45
125	1,90	1,25	2,40	1,55
160	2,25	1,50	2,80	1,90
200	2,60	1,75	3,00	2,20
250	3,00	2,00	3,00	2,50
315	3,00	2,30	3,00	2,90

Na het ontwerp en de materiaalkeuze goed te hebben doorlopen is het belangrijk om de materialen op een correcte manier te verleggen. Vooreerst is het belangrijk om weten dat, indien men werkt met kunststof materialen, men met een flexibele leiding te maken heeft. Dit wil zeggen dat het systeem zijn kracht ontleent aan de interactie tussen de leiding en de omliggende grond. Het is daarom van groot belang om de buizen op een correcte manier te plaatsen.

Het verleggen van pvc leidingsystemen

- men graaft een sleuf met minimumbreedte op niveau van de buis, deze breedte moet minimaal de diameter van de buis vermeerderd met 0,50m zijn. De diepte is afhankelijk van het aansluitingsniveau van de riolering. Indien er grondverbeteringen moeten worden toegepast, voorziet men een laag van ca. 20 cm zand waar men de buis dan op plaatst. Men moet er wel voor zorgen dat de leiding over gans haar lengte op deze laag rust.
- eens de buis in de sleuf gelegd wordt deze aangevuld met zuiver zand in verschillende lagen. Elke laag moet voldoende verdicht zijn, tot er geen volumewijzigingen meer optreden.
- boven de buis wordt nog een laag van ca. 30 cm zand aangebracht. Deze laag mag enkel verdicht worden langs beide zijden van de buis, niet rechtstreeks boven de buis.
- hierboven kan men verder afwerken met aarde en verdichten over gans de sleufbreedte

Enkele opmerkingen:

- men mag kunststofleidingssystemen niet omhullen met gestabiliseerd zand. Dit zou een negatieve invloed kunnen hebben op de buis (scheuren, zettingen,..)
- men moet ervoor zorgen dat er geen scherpe of harde voorwerpen dito materialen de leiding raken. Dit om punt- of lijnlasten te vermijden, welke nefast voor het systeem kunnen zijn.

PVC buizen en hulpstukken kunnen op verschillende manieren gekoppeld worden. Eén van deze manieren is het verlijmen van de verschillende onderdelen van het systeem. Het lijmen van deze stukken is eenvoudig, maar toch moeten er enkele essentiële handelingen uitgevoerd worden om een optimale verlijming te verkrijgen. Hierbij vindt u de te volgen stappen:

1. het buiseind haaks afzagen;
2. het verwijderen van bramen;
3. het afschuinen van het buiseind;
4. het opschuren van de lijmvlakken;
5. het reinigen van deze lijkmvlakken met een aangewezen reinigingsmiddel;
6. het gelijkmatig aanbrengen met een aangepaste kwast (zie onderstaande tabel). Deze laag moet op het spie-eind zo dik mogelijk zijn en in de mof zo dun als mogelijk;
7. het inbrengen van het spie-eind in de mof;
8. het verwijderen van de overtollige lijmrresten.

buisdiameter (mm)	type kwast	grootte van de kwast
6 – 10	rond	ca. 4 mm
12 – 40	rond	ca. 9 mm
50 – 75	plat	ca. 25 mm
90 – 225	plat	ca. 40 mm
vanaf 250	plat	ca. 70 mm

### Pipelife polypropyleen binnenhuis afvoer

PIPELIFE levert een volledig afvoerprogramma voor binnenhuisriolering uit kokendwaterbestendig P.P.C. PPC= Polypropyleen Copolymeer met toevoeging van stoffen voor de verbetering van de mechanische eigenschappen alsook 2 à 2,5% koolzwart voor het verkrijgen van de zwarte kleur of titaandioxyde voor een witte kleur.

Voordelen:

- hogere temperaturen, tot vlak onder het kookpunt van water, afhankelijk van de duur en de frequentie van de afvoerstroom
- bredere chemische bestendigheid
- hogere slagvastheid
- lagere spanningsbreukgevoeligheid (oa de verwerkbaarheid tot  $-20^{\circ}\text{C}$ )

### Kenmerken van het systeem

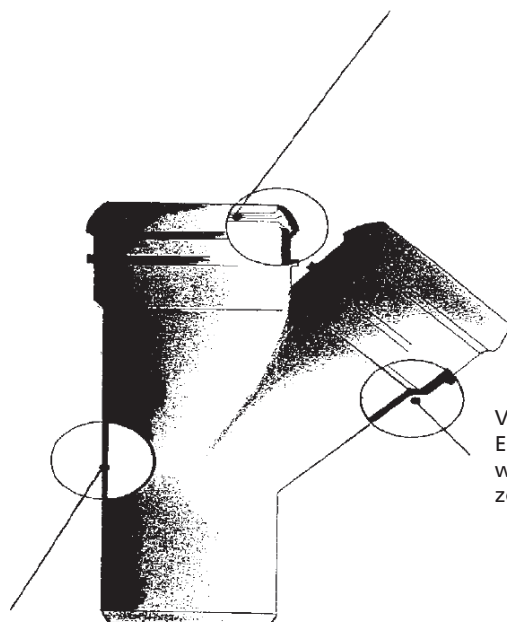
Door de unieke montage van de manchtring, wordt deze met een zogenaamde clic-ring dusdanig gefixeerd dat deze nooit los kan gaan zitten, wat een gegarandeerde verbinding geeft waarin de buis toch optimaal kan uitzetten.

De PP afvoeren worden gebruikt voor rioleringsystemen waar afvalwater tot  $100^{\circ}\text{C}$  geloosd kan worden. Door de hoge slagvastheid en het unieke montage systeem met rubberen ringen/manchetten is het goed mogelijk om PP, in tegenstelling tot andere kunststof leidingsystemen tot een temperatuur van  $-20^{\circ}\text{C}$  te verwerken!



## Het pipelife PP hulpstuk

Sterke en optimale verbinding.  
Mofeinden voorzien van manchetring.  
Door de unieke montage van de manchetring wordt deze door middel van een zogenaamde clicring dusdang gefixeerd dat deze nooit los kan gaan zitten, wat een gegarandeerde waterdichte verbinding geeft waarin de buis toch optimaal kan uitzetten.



Voorkomt verstoppingen.  
Elke mof is voorzien van een praktische stootrand, waardoor de buis en het hulpstuk goed aansluiten en zo geen vastzetting van vuil en dergelijke veroorzaakt.

Zeer gunstige materiaaleigenschappen

- hoge temperaturen (100°C)
- brede chemische bestendigheid
- hogere slagvastheid
- lagere spanningsbreukgevoeligheid (verwerkbaar tot -20°C)

## Hulpstukken

Deze zijn verkrijgbaar in zwart of wit. De hulpstukken zijn voorzien van moffen aan de invoerzijde en een mof of spie-einde langs de uitloopkant. De S.B.R. rubber dichtingsringen die ingewerkt zijn in de moffen garanderen een perfecte afdichting in alle stroomrichtingen.

SBR rubber volgens DIN 4060 (NBR rubber dichtingen op aanvraag)

Shore hardheid : 45 + 5

Breuksterkte (DIN 53504) 17,6 N/mm<sup>2</sup>

Rek bij breuk (DIN 53504) 606%

De manchet verbinding heeft het grote voordeel van een blijvende, flexibele, verdraaibare en demontabele verbinding. De uitvoering van de mofverbinding wordt vergemakkelijkt door afbramen van de scherpe buiseinden en een glijmiddel op de dichtingsmanchette.

## Buizen

Deze worden vervaardigd door extrusie, in en uitwendig volledig glad, gaaf en met rechte haakse uiteinden. De normale wanddikte voldoet voor vrijwel alle huishoudelijke toepassingen; Standaardlengten voor zwarte uitvoering: 5 m en 4 m voor de witte uitvoering. Voor in te betonneren leidingen of voor uitzonderlijke toepassingen met bijvoorbeeld permanent stromend kokend water, zijn dikwandige buizen aan te bevelen.

## Bevestiging

De leidingen worden bevestigd met glijbeugels en vastpunt beugels van galvanisch verzinkt staal en kunststof. De beugelafstand bij horizontale leidingen is maximaal 10x de buisdiameter. Bij standleidingen dient de beugelafstand hoogstens 20x de buisdiameter (met max 1,5 m) te worden aangehouden.

Beugelafstand		
Ø	Standleidingen	Horizontale leidingen
32 mm	1200 mm	500 mm
40 mm	1200 mm	500 mm
50 mm	1500 mm	500 mm
75 mm	2000 mm	800 mm
90 mm	2000 mm	1000 mm
110 mm	2000 mm	1300 mm
125 mm	2000 mm	1500 mm

## Uitzetting

Men moet rekening houden met een uitzettingscoëfficiënt van 0,15 mm/m/°C. Door de verbinding met moffen met rubbermanchette is het niet noodzakelijk uitzettingsstukken toe te passen.

Bij aaneengesloten leidingen van meer dan 2,5 m dient men er zorg voor te dragen dat door geplaatste hulpstukken voldoende uitzettingsmogelijkheid aanwezig is.

Voor verticale leidingen en bij een te verwachten temperatuurstijging van 50°C is het over het algemeen voldoende de leiding 10 mm speling te geven in de verbindingen. Hiertoe kan men de tussengelegen hulpstukken als vastpunt beugelen en de buis van geleidende beugels voorzien. De speciaal geprofileerde rubber manchetten in de koppelstukken garanderen een voldoende blijvende uitzettings-mogelijkheid.

De lengteverandering bij horizontale leidingen dient bij voorkeur te worden opgevangen door gebruik te maken van het principe van de uitzettingsbenen.

Bij het inbetonneren zal de optredende spanning in de lengterichting als gevolg van de relatief lage elasticiteitsmodule van P.P.C. worden omgezet in een spanning in de wand, welke in korte tijd relaxeerd en verdwijnt. Door de drukkrachten die ontstaan tijdens het storten en verharden van beton mogen uitsluitend buizen van de zwaardere reeks worden toegepast.

## Mechanische eigenschappen

Eigenschappen	Eenheid	Meetmethode	P.P.C.
Soortelijk gewicht Poids spécifique	g/cm <sup>3</sup>	ISO/R 1133	1,12
Kerfslagsterkte volgens Charpy Résilience suivant Charpy	kJ/m <sup>2</sup>	ISO/R 179	Geen breuk Pas de rupture
Treksterkte Résistance à la traction	N/mm <sup>2</sup>		31
Breuksterkte Résistance à la rupture	N/mm <sup>2</sup>	ISO/R 527	39
Rek bij breuk Allongement en cas de rupture	%		800
Elasticiteitsmodule Module d'élasticité	N/mm <sup>2</sup>	ISO/R 178	1800
Smeltgebied Domaine de fusion	°C	Polarisatiemicroscoop	163-173
Vicat B verwekingspunt Point de ramollissement Vicat B	°C	ISI/R 306	85
Warmtegeleidingscoëfficiënt Coëfficiënt de conductibilité	°C	DIN 52612	0,35
Lineaire uitzettingscoëfficiënt Coëfficient linéaire de dilatation	mm/°C.m	Dilato-meter	0,15
Max. toelaatbare temp kortstondig Temp. Maximum courte durée	°C-1	-	120
Max. toelaatbare temp langdurig Temp. Maximum longue durée	°C	-	100
Brandklasse Classe d'incendie	°C	-	4
Rookgetal Chiffre fumigène	-	-	50
Toxiciteit bij verbranding Toxicité lors de combustion	-	-	Niet toxisch
Materiaalsamenstelling Composition	-	-	Etheen / eva

## Uitzettingsbenen

De lengte van het buigbeen is afhankelijk van de buis doormeter en van de buislengte waarvan men de lengteveranderingen wil opvangen.

Om de lengte van het buigbeen (BS) te bepalen, moet men eerst de mogelijke lengteverandering bepalen op grafiek 1.

Voorbeeld:

Gevraagd:

1. Bepaal de lengteverandering  $\Delta L$
2. Bepaal de lengte van het buigbeen (BS)

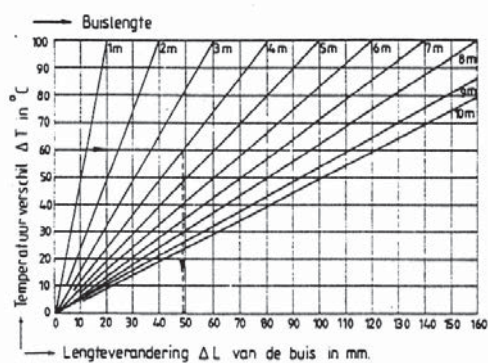
Gegeven:

Hoogste temperatuur	= 70°C
Plaatsingstemperatuur	= 20°C
Laagste temperatuur	= 10°C
Buislengte DS	= 4 m
Buismiddellijn	= 110 mm

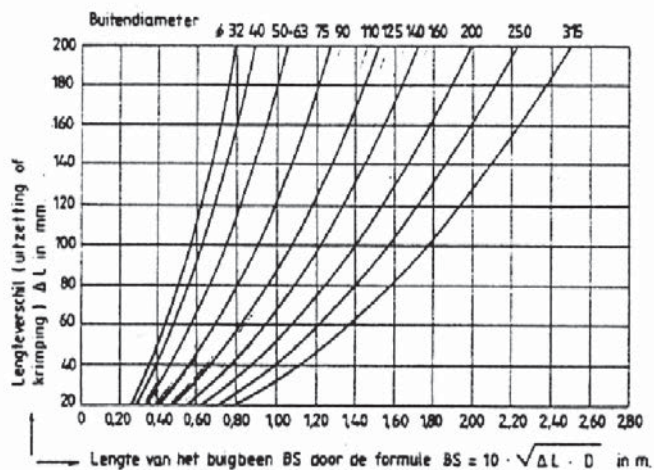
Oplossing:

1. Het temperatuurverschil kan  $(70-10) = 60^\circ\text{C}$  bedragen  
Uit grafiek 1 volgt dat:  $\Delta L = 48 \text{ mm}$
2. Uit grafiek 2: volgt dat bij  $\Delta L = 48 \text{ mm}$  en een middellijn van 110 mm, de lengte van BS van het buigbeen ongeveer 0,75 m moet bedragen.  
Uit de formule  $BS = 10 \cdot \sqrt{\Delta L \cdot D}$  volgt dan als controle  
 $BS = 10 \cdot \sqrt{48 \times 110}$   
 $= 10,72,7 = 727 \text{ mm}$   
aangehouden 0,75 m

- LA = Lengteverandering  
DS = Buislengte waarop de lengteverandering zich voordoet  
BS = Buigbeen  
G = Geleidingsbeugel  
F = Vaste beugel of vast punt



GRAFIEK 1



GRAFIEK 2

