

Drinking water supply systems

Pipe sizing
(DVGW Code of practice)**DIN**
1988
Part 3Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI);
Ermittlung der Rohrdurchmesser (Technische Regel des DVGW)This standard,
together with DIN 1988
Parts 1, 2 and 4 to 8,
December 1988 editions,
supersedes DIN 1988,
January 1962 edition.

In keeping with current practice in standards published by the International Organization for Standardization (ISO), a comma has been used throughout as the decimal marker.

This standard has been prepared in agreement with the DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (German Society of Gas and Water Engineers). It has been included in the body of DVGW Codes of practice for water.

Contents

	Page		Page
1 Scope and field of application	1	7 Determination of available pipe resistance pressure gradient	8
2 Concepts, symbols and units	2	8 Determination of pipe diameter	10
3 Design principles	3	9 Fittings resistances	10
3.1 Pipe resistance	3	10 Evaluation of head loss in terms of available pressure	10
3.2 Calculation procedure	3	11 Simplified method	10
4 Design flow rate and flow pressure	3	12 Simplified sizing of service pipe	14
5 Assignment of total flow rates to pipe runs	4	13 Sizing of water meter	14
6 Use of total flow rate/peak flow rate graph	4	14 Circulating pipes and circulating pumps	15
6.1 Residential buildings	5	15 Tables	16
6.2 Special-purpose buildings	5	16 Specimen calculations	54
6.3 Commercial and trade premises	7	Appendix A: Specimen forms for pipe sizing	55

1 Scope and field of application

This standard, in conjunction with DIN 1988 Parts 1, 2 and 4 to 8, applies to the design, installation, modification, maintenance and operation of drinking water systems inside buildings and their curtilages.

It deals with pipe sizing as a function of local supply pressure, draw-off fitting flow rate, elevation of the draw-off points and the length of pipe runs, the aim being to ensure that water is supplied at all draw-off fittings at the minimum flow rate.

Continued on pages 2 to 63

2 Concepts, symbols and units

Table 1.

Term	Symbol	Unit	Definition
Design flow velocity	v	m/s	Mean flow velocity at peak flow rate.
Volume	V	m ³	–
Flow cross section	A	m ²	–
Flow rate (volume flow rate)	\dot{V}	l/s, or m ³ /h	Ratio of volume of water passing through a given flow cross section in a given period of time.
Draw-off fitting flow rate	\dot{V}_E	l/s	Rate of flow through a draw-off fitting (e.g. tap, nozzle, shower head) in its open position at a given flow pressure.
Upper draw-off fitting flow rate	\dot{V}_O	l/s	Draw-off fitting flow rate at the characteristic flow pressure specified in 52 218 Part 2.
Minimum draw-off fitting flow rate	\dot{V}_{\min}	l/s	Minimum flow rate through a draw-off fitting that still permits it to fulfil its function.
Design flow rate	\dot{V}_R	l/s	Draw-off flow rate used for design purposes. It is to be calculated from: $\dot{V}_R = \frac{\dot{V}_{\min} + \dot{V}_O}{2}$
Total flow rate	$\sum \dot{V}_R$	l/s	Sum of all design flow rates of the appliances supplied by pipe runs with no constrictions of their cross section.
Peak flow rate	\dot{V}_S	l/s	Flow rate as a basic parameter in hydraulic design and allowing for the simultaneous demand of water likely to be expected in service.
Static pressure (static head)	p_R	bar, mbar, or Pa	Gauge pressure at any point in the water supply system when no water is flowing.
Flow pressure	p_{Fl}	bar, mbar, or Pa	Static pressure at any point in the water supply system when water is flowing.
Minimum flow pressure	$p_{\min Fl}$	bar, mbar, or Pa	Static pressure required at a draw-off point to achieve \dot{V}_{\min} .
Minimum supply pressure	$p_{\min V}$	bar, mbar, or Pa	Minimum static pressure at junction of service and public water main (according to information provided by public water supplier).
Head loss	Δp	bar, mbar, or Pa	Difference in pressure at two points in the water supply system (cf. table 2).
Head loss due to difference in elevation	Δp_{geo}	bar, mbar, or Pa	$\Delta p_{\text{geo}} = h_{\text{geo}} \cdot g \cdot \rho$
Available head loss	Δp_{verf}	bar, mbar, or Pa	Available head loss due to pipe and fitting resistances.
Pipe resistance pressure gradient	R	bar/m, mbar/m, or Pa/m	Head loss per length of pipe run due to resistance to flow of that length. $R = \frac{\Delta p}{l}$

Table 1 (concluded).

Term	Symbol	Unit	Definition
Pipe resistance head loss	$l \cdot R$	bar, mbar, or Pa	Head loss resulting from resistance to flow in a given length of pipe run.
Available pipe resistance pressure gradient	R_{verf}	bar/m, mbar/m, or Pa/m	Approximate value used when calculating the pipe resistance pressure gradient.
Head loss due to fittings resistance	Z	bar, mbar, or Pa	$Z = \zeta \cdot \frac{v^2 \cdot \rho}{2}$
Pipe length	l	m	–
Pipe internal diameter	d_i	mm	–
Resistance coefficient	λ	1	–
Hydraulic roughness	k	mm	Assumed absolute roughness of pipe inner surface under service conditions (empirical).
Loss factor	ζ	1	Characteristic parameter (constant) associated with a fittings resistance and used to determine the local head loss.
Density	ρ	kg/m ³	Ratio of mass to volume.
Reynolds number	Re	1	$Re = \frac{d_i \cdot v}{\nu}$
Kinematic viscosity	ν	m ² /s	–
Pump rate of flow	\dot{V}_P	m ³ /h	Volume of liquid being delivered by a pump per unit time.
Pump pressure	Δp_P	mbar, bar, or Pa	Difference between downstream (outlet) and upstream (inlet) pressure of a circulatory pump at pump flow rate \dot{V}_P .

3 Design principles

Pipe sizing is based on calculation of the head loss occurring in pipework, which is a function of the pipe material, pipe diameter, pipe length, flow rate, as well as of the number and size of draw-off fittings served by a pipe. It is derived from the design flow rate required at each draw-off point and must allow for the probable simultaneous demand and the resulting peak flow rate in a given section of pipework.

3.1 Pipe resistance

In accordance with the basic equation for flow in straight circular conduits, the head loss is to be obtained from equation (1):

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{l}{d_i} \cdot \frac{v^2 \cdot \rho}{2} \quad (1)$$

which gives R as:

$$R = \frac{\lambda}{d_i} \cdot \frac{v^2 \cdot \rho}{2} \quad (2)$$

The resistance coefficient, λ , is to be calculated from equation (3) as established by Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \lg \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3,71 \cdot d_i} \right) \quad (3)$$

Note. Tables 18 to 26 have been established on the basis of equations (2) and (3).

3.2 Calculation procedure

To meet the various demands in practice, the head losses may be determined either by a detailed or simplified method. The former method approximates more closely the actual service conditions because it provides for the individual fittings resistances to be determined and is suitable for all types of supply system. The simplified method can be applied, for example, to supply systems in residential buildings (cf. table 2, item No. 5).

4 Design flow rate and flow pressure

The design flow rate \dot{V}_R may be determined as a minimum value (e.g. for flushing valves, draw-off points with flow control valves), or as a mean value (e.g. in the case of mixing valves or washing machines) to be derived from the minimum and upper flow rate using equation (4) (cf. figure 1).

$$\dot{V}_R = \frac{\dot{V}_{\text{min}} + \dot{V}_O}{2} \quad (4)$$

Table 11 gives guideline values for the design flow rate of common types of fittings and appliances. For fittings and

appliances not covered in this table and where \dot{V}_R is to be calculated for a given type, determination of \dot{V}_R shall be based on information provided by the manufacturer, who is to specify the minimum flow rate at which, with the fitting fully open, proper functioning of the fitting or appliance is ensured.

Some non-standard fittings may require a higher flow pressure than specified in table 9 to fulfil their intended function (e.g. to ensure an adequate flow for flushing), details being provided by the manufacturer.

5 Assignment of total flow rates to pipe runs

The design flow rates for all draw-off fittings shall be added, starting at the draw-off point furthest from the water main and ending at the water main, and the total flow rates so obtained assigned to the pipe runs considered (cf. figure 2), each run extending from the fitting where the total flow rate or pipe diameter changes until the next such fitting. At the junction of the cold water pipe feeding the water heater with the pipe that branches off, the total flow rate comprises that of the cold and hot water side.

6 Use of total flow rate/peak flow rate graph

The design flow rate of all draw-off points shall be included in the design of water supply system, adding the flow rate of the

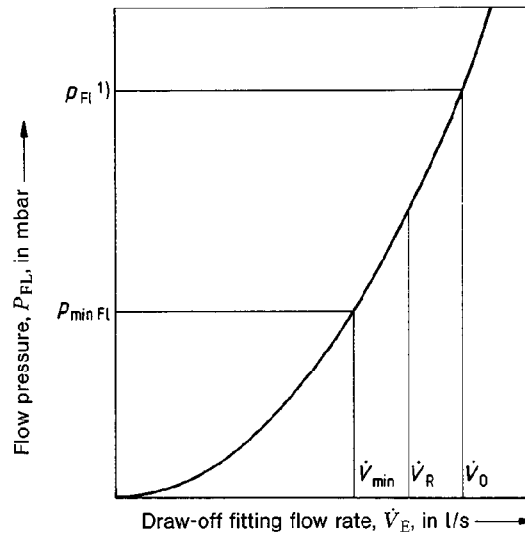


Figure 1. Establishing the minimum flow pressure as a function of the design flow rate

1) Flow pressure as specified in DIN 52 218 Part 2.

Breakdown of calculation procedure

1	Determine the design flow rate for all the draw-off fittings	Cf. clause 4.
2	Determine total flow rates and assign to pipe runs	Cf. clause 5.
3	Determine peak flow rate from total flow rate	Cf. clause 6.
4	Determine available total head loss	Cf. clauses 7 and A.3.
5	Deduct estimated component of available head loss in fittings and determine available pipe resistance pressure gradient	Cf. clauses 7 and A.3.
6	Determine pipe resistance pressure gradient and associated design flow velocity for pipe diameter selected	Cf. clauses 8 and A.4 or A.5.

Detailed calculation procedure (D)

D 7	Determine head loss due to fittings resistance on the basis of loss factors.	Cf. clauses 9 A.5 and A.6.
D 8	Calculate total head loss from and compare with available head loss.	Cf. clauses 10 and A.5.
D 9	Repeat procedure using other pipe diameters, where necessary.	Cf. clause 10.

Simplified method (V)

V 7	Calculate total head loss due to resistance of all pipe runs and compare with the available head loss for the runs.	Cf. clauses 11 and A.4.
V 8	Repeat procedure using other pipe diameters, where necessary.	Cf. clause 10.

draw-off points for which continuous use is to be assumed to the peak flow rate of the other draw-off points (continuous use being defined as use lasting more than 15 minutes). Assumptions regarding simultaneous demand are to be based on the type of building or its occupation (e.g. residential building or communal facility). Normally, it may be assumed that not all draw-off fittings are fully open at the same time.

The equations given in subclauses 6.1 and 6.2 apply for the design of water supply systems inside buildings (except for water meters, for example; cf. clause 13). They represent regression curves for measured \dot{V}_{max} values which, when used correctly, will ensure that the pipework is adequately sized.

6.1 Residential buildings

Assuming simultaneous demand, the peak flow rate to be used in the design of water supply systems in residential buildings (by which buildings are meant in which water demands are normally generated only at standard type draw-off points) can be taken from figure 3 or table 12.

An additional wash basin, sitz bath, WC, urinal and shower (in addition to the bath tub) need not be allowed for in determining the total flow rate if it may be assumed that the level of simultaneous use will not be increased by the use of these appliances.

If the system is equipped with draw-off fittings with a design flow rate of 0,5 l/s or more, curve A in figure 3 (or table 12) shall be used. For $\sum \dot{V}_R$ from 0,5 l/s to 1,0 l/s, the peak flow rate shall be deemed equal to the total flow rate.

If the system is only equipped with draw-off fittings with a design flow rate of less than 0,5 l/s, curve B in figure 3 (or table 12) where $\sum \dot{V}_R$ is no more than 20 l/s, and curve A (or table 12) where $\sum \dot{V}_R$ is greater than 20 l/s, shall be used.

Calculation of the peak flow rate for residential buildings as represented by curve A and specified in table 12 for $\sum \dot{V}_R$ greater than 1,0 l/s is based on equation (5):

$$\dot{V}_S = 1,7 \cdot (\sum \dot{V}_R)^{0,21} - 0,7 \tag{5}$$

and that for $\sum \dot{V}_R$ above 0,7 l/s up to 20 l/s, represented by curve B and specified in table 12, is based on equation (6):

$$\dot{V}_S = 0,682 \cdot (\sum \dot{V}_R)^{0,45} - 0,14 \tag{6}$$

6.2 Special-purpose buildings

Peak flow rate values for special-purpose buildings may be taken from figure 3 (or tables 13 to 17).

6.2.1 Office buildings

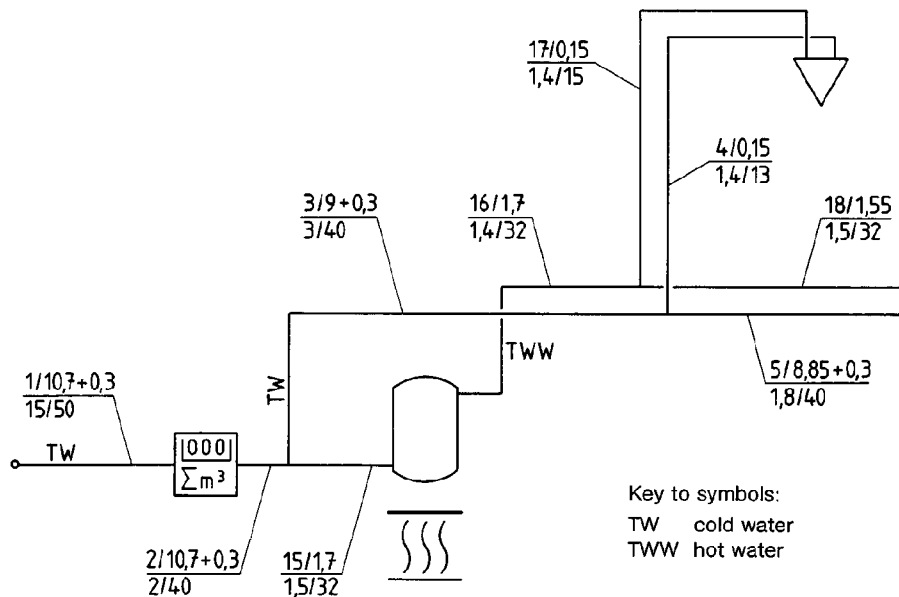
Curves A and B in figure 3 (or table 12) shall be used when calculating the peak flow rate for $\sum \dot{V}_R$ not exceeding 20 l/s. Calculation of the peak flow rate for office buildings as represented by curve C and specified in table 13 for $\sum \dot{V}_R$ greater than 20 l/s is based on equation (7):

$$\dot{V}_S = 0,4 \cdot (\sum \dot{V}_R)^{0,54} + 0,48 \tag{7}$$

6.2.2 Hotels

If the system is equipped with draw-off fittings with a design flow rate of 0,5 l/s or more, curve D in figure 3 (or table 14) shall be used.

If the system is only equipped with draw-off fittings with a design flow rate of less than 0,5 l/s, curve E in figure 3 and specified in table 14 shall be used.



Specimen notation: $\frac{1/10,7 + 0,3}{15/50}$ is to be interpreted as
 $\frac{\text{Number of pipe run}^2) / \sum \dot{V}_R, \text{ in l/s} + \text{flow rate for continuous use, in l/s}}{\text{Length of pipe run, in m/pipe nominal size (DN) or internal diameter, in mm}}$

Figure 2. Notation in a diagram for designing water supply systems

²⁾ The system for numbering pipe runs is optional.

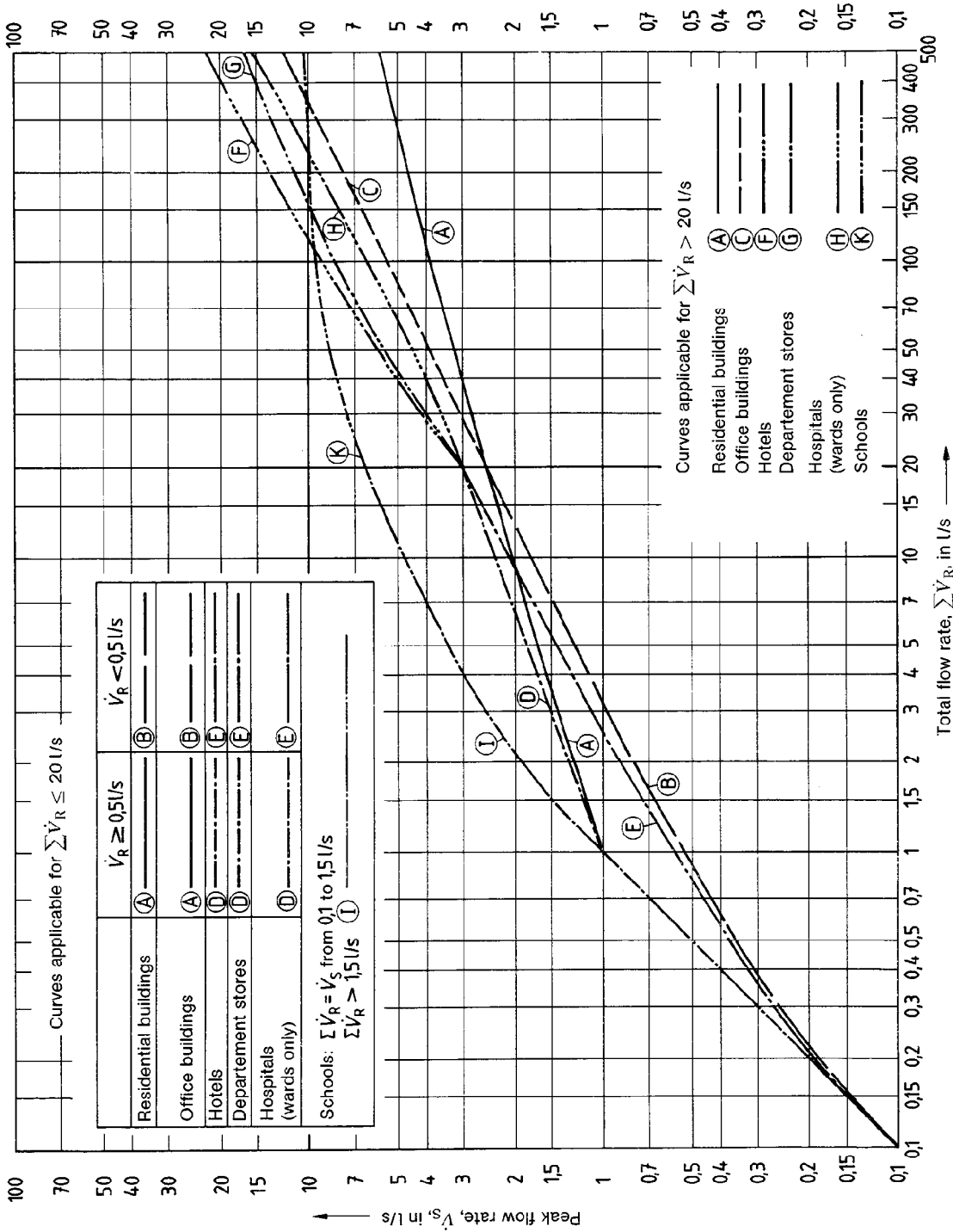


Figure 3. Peak flow rate, \dot{V}_S , as function of total flow rate, $\Sigma \dot{V}_R$

Calculation of the peak flow rate for hotels (as well as for department stores and wards in hospitals) as represented by curve D for $\sum \dot{V}_R$ above 1,0 l/s up to 20 l/s is based on equation (8):

$$\dot{V}_S = (\sum \dot{V}_R)^{0,366} \quad (8)$$

Calculation of the peak flow rate for hotels (as well as for department stores and wards in hospitals) as represented by curve E (or table 14) for $\sum \dot{V}_R$ above 1,0 l/s up to 20 l/s is based on equation (9):

$$\dot{V}_S = 0,698 \cdot (\sum \dot{V}_R)^{0,5} - 0,12 \quad (9)$$

and that for $\sum \dot{V}_R$ above 20 l/s, represented by curve F (or table 14), is based on equation (10):

$$\dot{V}_S = 1,08 \cdot (\sum \dot{V}_R)^{0,5} - 1,83 \quad (10)$$

6.2.3 Department stores

Curves D and E in figure 3 shall be used for department stores when calculating the peak flow rate for $\sum \dot{V}_R$ not exceeding 20 l/s. Calculation of the peak flow rate for department stores as represented by curve G and specified in table 15 for $\sum \dot{V}_R$ above 20 l/s is based on equation (11):

$$\dot{V}_S = 4,3 \cdot (\sum \dot{V}_R)^{0,27} - 6,65 \quad (11)$$

6.2.4 Hospitals (wards)

Curves D and E in figures 3 (or table 14) shall be used for wards in hospitals when calculating the peak flow rate for $\sum \dot{V}_R$ not exceeding 20 l/s.

Calculation of the peak flow rate for wards as represented by curve H and specified in table 16 for $\sum \dot{V}_R$ above 20 l/s based on equation (12):

$$\dot{V}_S = 0,25 \cdot (\sum \dot{V}_R)^{0,65} + 1,25 \quad (12)$$

6.2.5 Schools

Calculation of the peak flow rate for schools as represented by curve I and specified in table 17 for $\sum \dot{V}_R$ above 1,5 l/s up to 20 l/s is based on equation (13):

$$\dot{V}_S = 4,4 \cdot (\sum \dot{V}_R)^{0,27} - 3,41 \quad (13)$$

the peak flow rate being deemed equal to the design flow rate where $\sum \dot{V}_R$ does not exceed 1,5 l/s.

Calculation of the peak flow rate for schools as represented by curve K and specified in table 17 for $\sum \dot{V}_R$ above 20 l/s is based on equation (14):

$$\dot{V}_S = -22,5 \cdot (\sum \dot{V}_R)^{-0,5} + 11,5 \quad (14)$$

The standard-type draw-off points and additional fittings are also subject to the specifications of subclause 6.1.

6.3 Commercial and trade premises

Particular considerations must be given to the extent to which simultaneous demand is to be assumed for water supply systems on commercial and trade premises.

The peak flow rate for industrial, agricultural and horticultural premises, abattoirs, dairies, laundries, canteens, public baths, etc., shall be derived from the total flow rate following consultation with the responsible person. Where different levels of demand occur at different parts of a water supply system (e.g. in the case of trade premises located in residential buildings), the peak flow rate shall be determined in accordance with subclauses 6.1 and 6.2, the peak flow rates for these parts being added together where they are simultaneous.

7 Determination of available pipe resistance pressure gradient

The available pipe resistance pressure gradient shall be calculated using table 2.

Table 2. Specimen form for calculating the available pipe resistance pressure gradient, R_{verf}

Project:									
Contractor:		Name of responsible engineer:			Date:			Sheet No:	
					Cold water <input type="checkbox"/>		Hot water <input type="checkbox"/>		
Details of water supply system:									
a) Type of connection to water main					b) Central supply <input type="checkbox"/>				
Direct <input type="checkbox"/>			Indirect <input type="checkbox"/>		Multiple-point supply <input type="checkbox"/>				
Item No.	System parameter	Symbol	Unit	Pipe run					
				1	2	3	4	5	
1	Minimum supply pressure or pressure downstream of pressure reducing valve or booster	$p_{min V}$	mbar						
2	Head loss due to difference in elevation	Δp_{geo}	mbar						
3	Head loss in appliances, such as								
	a) water meter (cf. table 3)	Δp_{WZ}	mbar						
	b) filter	Δp_{FIL}	mbar						
	c) softener	Δp_{EH}	mbar						
	d) dosing apparatus	Δp_{DOS}	mbar						
	e) multiple-point supply heater (cf. table 4)	Δp_{TE}	mbar						
	f) other appliances	Δp_{Ap}	mbar						
4	Minimum flow pressure	$p_{min FL}$	mbar						
5	Head loss in main branch pipes and branch pipes	Δp_{St}	mbar						
6	Total head loss (items 2 to 5)	$\sum \Delta p$	mbar						
7	Available total head loss (value from line 1 minus value from line 6)	Δp_{verf}	mbar						
8	Estimated component for fittings resistance: ...% Δp_{verf}	-	mbar						
9	Available head loss due to pipe resistance (value from line 7 minus value from line 8)	-	mbar						
10	Total length of pipe run	l_{ges}	m						
11	Available pipe resistance pressure gradient (value from line 9 divided by value from line 10)	R_{verf}	mbar/m						

Explanatory notes to table 2

Re line 1

Calculation shall be based on the minimum supply pressure specified by the public water supplier, it being the responsibility of the designer to obtain this information. If it is intended to install pressure reducing valves, it is to be checked whether these are still required in cases of low supply pressure. (Note that the supply pressure is always to be higher than the outlet pressure of the pressure reducing valve.) If so, the head losses shall be calculated for the pipework downstream of the valve on the basis of that outlet pressure; if pressure reduction is not required at times of low supply pressure, the head loss in the pressure reducing valve, in its open position, shall be allowed for (line 3f).

DIN 1988 Part 5 shall apply for boosters.

Where the water supplier has provided the service pipe, the designer shall enquire from him the flow pressure at the downstream end of the pipe.

Re line 2

Δp_{geo} , in mbar, is to be obtained as the difference in elevation between the point where $p_{min V}$ is measured and the draw-off point which, in terms of hydraulic engineering, is located at the most unfavourable position ('worst-case point', for short) (cf. equation 15):

$$\Delta p_{geo} \approx 100 \cdot h_{geo}, \text{ in mbar (with } h_{geo} \text{ in m)} \quad (15)$$

Re line 3

Where the public water supplier specifies the size of the water meter, the head loss attributable to the water meter or the water meter assembly as stated by the supplier shall be used.

The head losses in appliances shall be allowed for when determining the available pressure differential. Where an operating point (defined by head loss at a given flow rate) is known, the head loss Δp_S , in mbar, associated with the peak

flow rate in water meters and other appliances (e.g. filters) may be calculated in accordance with equation (16):

$$\Delta p_S = \Delta p_g \frac{\dot{V}_S^2}{\dot{V}_g^2} \quad (16)$$

Note. Subscript *S* denotes values at peak flow rate and subscript *g*, values of a given operating point.

Determination of the available head loss shall be based on the resistance of appliances in their as new condition.

Example: Determination of head loss for water meter at peak flow rate

Given: turbine meter, with

$$\dot{V}_n = 2,5 \text{ m}^3/\text{h} \text{ (} Q_n \text{ according to ISO 4064 Part 1)}$$

$$\text{and } \dot{V}_g = \dot{V}_{\text{max}} = 5 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Head loss according to manufacturer's information:

$$\Delta p_g = \Delta p_{\text{max}} = 700 \text{ mbar}$$

Peak flow rate (determined from $\sum \dot{V}_R$):

$$\dot{V}_S = 1,0 \text{ l/s} = 3,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

To be determined: head loss, Δp_S , at \dot{V}_S .

$$\Delta p_S = \Delta p_g \frac{\dot{V}_S^2}{\dot{V}_g^2} = 700 \frac{3,6^2}{5^2} = 363 \text{ mbar}$$

The head losses in the stopvalves and check valve installed in the water meter assembly shall either be taken from table 28 or determined by equation 17, using the loss factors given in table 27.

The normal values specified in table 3 shall be used as the maximum permissible head losses of water meters.

Table 3. Normal values for head losses in water meters

Type of meter	Nominal flow rate, $\dot{V}_n (Q_n)$, in m^3/h	Maximum head loss, Δp , in mbar, at $\dot{V}_{\text{max}} (Q_{\text{max}})$ as in ISO 4064 Part 1
Turbine meter	< 15	1000
Vertical Woltman meter	≥ 15	600
Parallel Woltman meter	≥ 15	300

For filters where \dot{V}_{max} equals \dot{V}_S , a head loss of 200 mbar (guideline value) may be assumed.

Cf. table 4 for head losses in multiple-point water heaters.

Table 4. Head losses, Δp_{TE} , in multiple-point water heaters

Type of appliance	Head loss, $\Delta p_{TE}^{(3)}$, in bar
Electrical instantaneous water heaters	
thermally controlled	0,5
hydraulically controlled	1,0 ⁴⁾
Electrical or gas-fired storage water heaters (nominal capacity up to 80 l)	0,2
Gas instantaneous water heaters and combined gas water heaters to DIN 3368 Parts 2 and 4	0,8

³⁾ The values given do not include the head loss in pressure relief and connecting valves.
⁴⁾ Is equal to switching pressure differential required.

The relevant manufacturer's information shall be used for appliances not listed in the table.

Re line 4

Here, the minimum flow pressure at the worst-case draw-off fitting shall be entered.

Re line 5

Where the pipe internal diameters are determined in accordance with clause 11 or by the detailed method, the head losses so obtained shall be entered.

Re line 8

Experience shows a value of 40 to 60 % of Δp_{verf} to be adequate for supply systems in residential buildings.

Re line 10

Defined as the length of pipe run from the point where p_{min} is measured to the worst-case draw-off fitting or the junction of main branch pipe with riser.

8 Determination of pipe diameter

The suitable pipe diameter can be determined from tables 18 to 26 using the available pipe resistance pressure gradient established in accordance with clause 7, selecting those sizes the pipe resistance pressure gradient for which approaches most closely the value determined in accordance with table 2, line 11.

When the pipe sizes are selected, it shall be established that the maximum design flow velocities for a given pipe run (peak flow rates) are not exceeded (cf. table 5).

Table 5. **Maximum design flow velocity for a given pipe run**

Type of pipe run	Maximum design flow velocity, in m/s, for flow lasting	
	15 min or less	More than 15 min
Service pipes	2	2
Supply mains: pipe runs with low head loss in-line valves (i.e. ζ less than 2,5*)	5	2
in-line valves with greater loss factor**)	2,5	2

*) E.g. DIN 3500 piston type gate valve, ball valves, DIN 3502 oblique pattern globe valves (of DN 20 or more).
 **) E.g. DIN 3512 straight pattern globe valves.

Tables 18 to 28 are based on the following conditions.

- a) Reference temperature: 10 °C.

Note. Since the pipe resistance head losses change only slightly in the operating temperature range of water supply systems (up to 60 °C), a temperature of 10 °C is used as the reference temperature for the design of domestic service installations.

- b) Hydraulic roughness, k , of commercial pipes (examples):
 0,1 mm for ductile cast iron pipes with cement mortar lining;
 0,15 mm for galvanized steel pipes;
 0,007 mm for plastic pipes;
 0,0015 mm for copper or stainless steel pipes.
- c) Minimum size or nominal internal diameter of service pipes: DN 25 or 25 mm, unless otherwise specified by the public water supplier.

9 Fittings resistance

The pipe sizes calculated with a percentage deduction for head loss due to fittings resistance serve as a criterion for deciding whether the detailed method is to be applied. If so,

this head loss, Z , is to be calculated in accordance with equation (17).

$$Z = \zeta \cdot \frac{v^2 \cdot \rho}{2} \quad (17)$$

where

ζ is the loss factor (to be taken from table 27);

v is the kinematic viscosity;

ρ is the density of water.

See tables 27 and 28 for values of ζ and Z .

The total head loss in the pipework system (except for losses in appliances) is obtained as the sum of the pipe resistance head loss and the head loss due to fittings resistance, as expressed by equation (18):

$$\Delta p = \sum (l \cdot R + Z) \quad (18)$$

10 Evaluation of head loss in terms of available pressure

The head loss resulting from equation (18), taking the pipe sizes determined in accordance with clause 8 as the basis, shall be equal to but not greater than the available total head loss specified in table 2, line 7.

11 Simplified method

The proportion of head loss due to fittings resistance (cf. table 2, line 8) is to be derived by estimation from the available total head loss (cf. table 2, line 7). On the basis of numerous calculations, the percentage component of head loss due to pipe resistance between water main and junction of risers and main branch pipes may be assumed to be 40 to 60 % of the pressure differential in this section to compensate for fittings and pipe resistances. The available pipe resistance pressure gradient, R_{verf} , is to be calculated in accordance with table 2, and the value obtained (cf. table 2, line 11) used to select the pipe size on the basis of one of tables 18 to 26.

If the calculation shows that the worst-case draw-off points cannot be adequately supplied, the need for the provision of boosters is to be checked by means of the detailed method. The procedure may be further simplified by not including calculation of the design flow rate for main branch pipes. Instead, the flow rate is to be calculated for the junction of main branch pipes and risers.

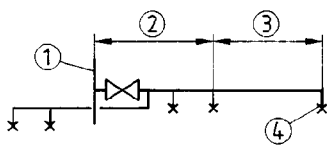
Calculation of head loss shall be carried out as follows.

- a) Steel, stainless steel, copper and PVC main branch pipes and branch pipes

Cf. table 6 for guideline values for head losses, Δp_{St} , in main branch pipes, including the following appliances (with a total flow rate up to 2,0 l/s):

- 2 WC
- 1 bath
- 1 shower
- 2 wash basins
- 1 sitz bath
- 1 washing machine
- 1 dishwasher
- 1 sink

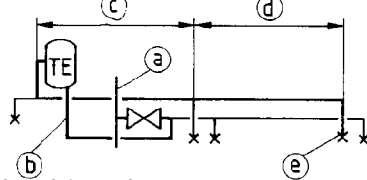
Table 6. Guideline values for head losses in steel, stainless steel, copper and PVC main branch pipes and branch pipes



Central water supply

(1) Cold or hot water riser
(2) Main branch pipe
(3) Branch pipe
(4) Draw-off point furthest from riser (worst case)

Definition of the greatest length of pipe run



Multiple-point supply

(a) Cold water riser
(b)(c) Cold and hot water main branch pipe
(d) Branch pipe
(e) Worst-case draw-off point

No.	Main branch pipe			Branch pipe				Head loss, Δp_{St} , in mbar, assuming 10 m as length of pipe to worst-case draw-off point (giving in brackets the deductible loss per m difference between $l_{St} + l_{EZ}$ and 10 m, in mbar/m)***)								
	Greatest length of pipe run, $l_{St} = 7$ m (assuming $l_{St} + l_{EZ} < 10$ m)			Greatest length of pipe run, $l_{EZ} = 3$ m				Central supply						Multiple-point supply (cold and hot water)		
	Design flow rate of largest draw-off fitting, \dot{V}_R , in l/s			Draw-off point with $\dot{V}_R < 0,5$ l/s		Draw-off point with $\dot{V}_R \geq 0,5$ l/s		Cold water			Hot water					
		DN	d_i , in mm	DN	d_i , in mm	DN	d_i , in mm	Piston type gate valves	Oblique pattern globe valves	Straight pattern globe valves	Piston type gate valves	Oblique pattern globe valves	Straight pattern globe valves	Piston type gate valves	Oblique pattern globe valves	Straight pattern globe valves
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	< 0,5	12	13	12	13	-	-	1100 (90)	-	-	400 (30)	450 (30)	550 (30)	1200 (80)	-	-
2				10	10	-	-	1500 (90)	-	-	500 (30)	550 (30)	650 (30)	1600 (80)	-	-
3		15	16	15*	13	-	-	600 (40)	700 (40)	850 (40)	200 (15)	250 (15)	300 (15)	700 (30)	-	-
4				10	10	-	-	950 (40)	1000 (40)	1200 (40)	350 (15)	400 (15)	450 (15)	1000 (30)	-	-
5		20	20	15*	13	-	-	300 (20)	350 (20)	400 (20)	100 (5)	150 (5)	200 (5)	350 (15)	400 (15)	450 (15)
6				10	10	-	-	600 (20)	650 (20)	700 (20)	200 (5)	250 (5)	300 (5)	700 (15)	750 (15)	850 (15)
7	$\geq 0,5$	20	20	15*	13	20	20	1100 (80)	1200 (80)	-	-	-	-	1200 (80)	1300 (80)	-
8				10	10	20	20	1300 (80)	1400 (80)	-	-	-	-	-	1400 (80)	1500 (80)
9		25**)	25**)	15*	13	25	25	400 (20)	450 (20)	600 (20)	-	-	-	450 (20)	500 (20)	650 (20)
10				10	10	25	25	750 (20)	800 (20)	950 (20)	-	-	-	800 (20)	850 (20)	950 (20)

*) Steel pipes. For stainless steel, copper and PVC-U pipes: DN 12.
 **) Size of pipe run up to draw-off fitting with $\dot{V}_R \geq 0,5$ l/s or more. The downstream run shall be of size DN 20 (or $d_i = 20$ mm).
 ***) Not including minimum flow pressure and head losses in water heaters and water meters in dwellings.

Explanatory notes to table 6

The values given for Δp_{St} only represent the head losses due to pipe and fittings resistances and do not include the minimum flow pressure for the draw-off fittings, head losses in water heaters and water meters in dwellings (which are to be considered separately). The values apply for a length of pipe to the worst-case fitting of 10 m (comprising some 7 m of main branch pipe and 3 m of branch pipe). The values given in brackets shall deducted from Δp_{St} for each metre by which the pipe run is shorter than 10 m.

The approximate length of pipe runs considered can be determined from the ground plan.

For the selection of Δp_{St} , of the deductible head loss and the pipe size or diameter, the following information is required:

- a) type of pipe (cold and/or hot water pipe);
- b) type of supply (central supply or multiple-point supply);
- b) type of stopvalve in main branch pipe;
- c) design flow rate for largest draw-off fitting;
- d) pipe material;
- e) length of pipe run for which deduction can be made.

Example No. 1

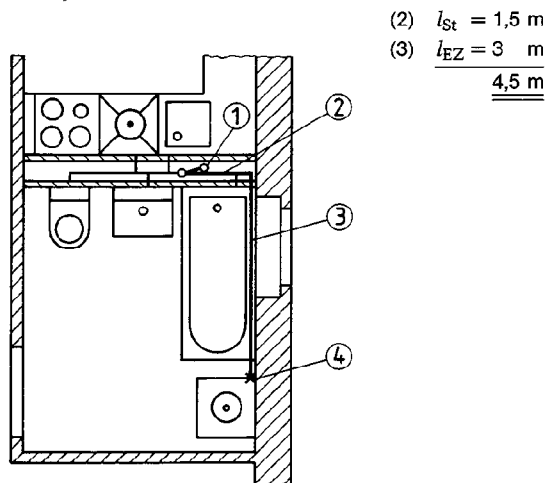


Figure 4. Ground plan for example No. 1

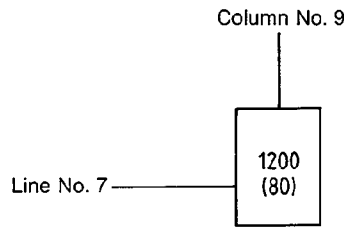
System parameters

- a) Cold water pipe, central supply.
- b) Stopvalve at main branch pipe/riser junction: oblique pattern globe valve.
- c) Design flow rate for the largest draw-off fitting: 1,0 l/s (here, flushing valve, with flow rate of more than 0,5 l/s).
- d) Pipe material: DIN 2440 galvanized steel pipe.
- e) Deductible length of pipe run (cf. figure 4): $\Delta l = 10 - 4,5 = 5,5 \text{ m}$.

System design

The values may be taken from line 7 or 8 (under favourable pressure conditions).

Here, the values from line 7 have been selected, i.e. main branch pipe: DN 20, branch pipes serving draw-off fittings with \dot{V}_R less than 0,5 l/s: DN 15, and branch pipes serving flushing valve: DN 20.



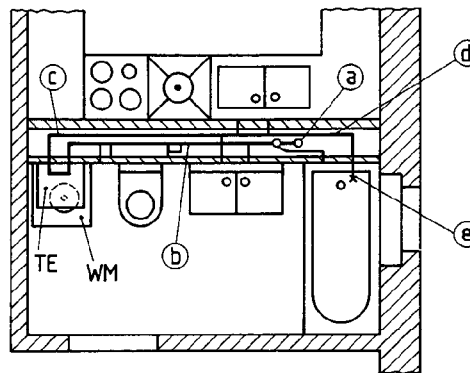
This gives a head loss, Δp_{St} , per 10 m length of pipe run of 1200 mbar. For a deductible head per m of 80 mbar, we have a total head of $5,5 \cdot 80 = 440 \text{ mbar}$.

Hence, $\Delta p_{St} = 760 \text{ mbar}$.

The result shall be entered in table 2, line 5.

Example No. 2

- (b)(c) $l_{St} = 5,5 \text{ m}$
- (d) $l_{EZ} = 1 \text{ m}$
6,5 m



Key to symbols:
 TE water heater
 WM washing machine

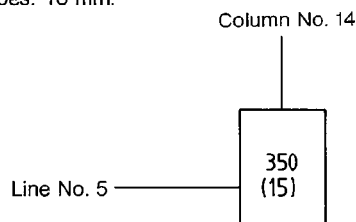
Figure 5. Ground plan for example No. 2

System parameters

- a) Cold and hot water pipes, multiple-point supply.
- b) Stopvalve at main branch pipe/riser junction: piston type gate valve.
- c) Design flow rate for the largest draw-off point: 0,25 l/s (here, washing machine, with a flow rate of less than 0,5 l/s); WC flushing by flushing cistern.
- d) Pipe material: DIN 1786 copper pipe.
- e) Deductible length of pipe run (cf. figure 5): $\Delta l = 10 - 6,5 = 3,5 \text{ m}$.

System design

The values shall be selected from line No. 5 (under pressure conditions which permit minimum function of the system), i.e. inside diameter of main branch pipe: 20 mm; branch pipes: 13 mm.



This gives a head loss, Δp_{St} , per 10 m length of pipe run of 350 mbar. For a deductible head per m of 15 mbar, we have a total head of $3,5 \cdot 15 \approx 50$ mbar.

Hence, $\Delta p_{St} = 300$ mbar.

The result shall be entered in line No. 5 of table 2.

b) Storey manifolds with connected branch pipes

See table 7 for guideline values for head losses in storey manifolds, including the storey stopvalve and the appliances listed in clause 11a).

The component head loss for branching pipes and fittings may be presented in a table for representative nominal sizes as a function of the pipe material, the design flow rate and the length of pipe run, table 8 giving an example for PE-X branch pipes of size DN 12.

Note. The designer may, if he so wishes, utilize such a table or similar aid for other pipe materials and sizes.

Table 7. Guideline values for head losses in storey manifolds including stopvalves for a design flow rate of the largest draw-off fitting of less than 0,5 l/s

No.	Stop-valve DN	Washing machine connected	Head loss, in mbar								
			Central supply						Multiple-point supply (hot and cold water)		
			Cold water			Hot water			Piston type gate valve	Oblique pattern globe valve	Straight pattern globe valve
Piston type gate valve	Oblique pattern globe valve	Straight pattern globe valve	Piston type gate valve	Oblique pattern globe valve	Straight pattern globe valve						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	20	Yes	160	180	250	110	120	170	210	240	350
2		No	60	80	120	40	50	70	90	110	170
3	25	Yes	150	160	180	100	110	120	200	210	250
4		No	60	70	80	30	40	50	90	100	120

Table 8. Guideline values for head losses in size DN 12 PE-X branch pipes, including fittings

\dot{V}_R^* , in l/s	v^{**} , in m/s	Length of branch pipe, l_{EZ} , in m										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Head loss, $l_{EZ} R + Z$, in branch pipe, in mbar										
0,07	0,7	17	24	31	38	45	52	57	66	72	79	86
0,10	0,9	32	45	57	70	83	96	109	121	134	147	160
0,13	1,2	54	74	94	114	134	154	174	194	214	234	254
0,16	1,4	72	98	124	150	177	203	229	255	281	307	333
0,20	1,9	129	172	216	259	303	346	390	433	477	520	564
0,22	2,1	156	208	259	311	363	415	467	518	570	622	674
0,25	2,4	200	265	329	394	459	524	589	653	718	783	848
0,30	2,8	274	364	454	544	634	723	813	903	993	1083	1173
0,35	3,3	375	494	612	731	850	969	1088	1206	1325	1444	1563
0,40	3,8	490	642	793	944	1096	1247	1398	1549	1700	1852	2003
0,50	4,7	746	973	1200	1428	1655	1882					

*) The peak flow rate shall be taken as the flow rate for branch pipes.

***) Design flow velocity in branch pipes.

Explanatory notes to tables 7 and 8

Tables 7 and 8 permit Δp_{St} (cf. table 2, line 5), composed of the head loss in the storey manifold and that in a PE-X DN 12 branch pipe, to be estimated by adding the relevant values given in the tables. For intermediate values of \dot{V}_R or l , the head loss may be determined by interpolation.

For the selection of Δp_{St} from table 7 or 8, the following information is required:

- a) type of pipe (cold and/or hot water pipe);
- b) type of supply (central supply or multiple-point supply);
- c) type and size of stopvalve in main branch pipe;
- d) design flow rate for worst-case draw-off fitting;
- e) material and size of branch pipe;
- f) length of pipe run for which deduction can be made;
- g) length of branch pipe to worst-case draw-off fitting.

Example No. 3 (cf. figure 6)

System parameters (cf. figure 6)

- a) Cold water pipe; central supply.
- b) Washing machine connected to cold water pipe.
- c) DN 20 piston type gate valve.
- d) Design flow rate for worst-case draw-off fitting: 0,25 l/s.
- e) Pipe material and size: DN 12 PE-X pipe.
- f) Length of branch pipe, l_{EZ} : 6 m.

System design

The head loss read from table 7 (line 1, column 3) is 160 mbar and that read from table 8, 524 mbar, which gives a total head loss, Δp_{St} , of 684 mbar (or approximately 690 mbar).

The result shall be entered in line 5 of table 2.

12 Simplified sizing of service pipe

The service pipe is generally sized by the public water supplier. In cases where only the nominal size of the service pipe but not that of the adjoining pipework is to be determined, the head loss in the service pipe may be assumed to be 200 mbar.

Example

System parameters

- a) Length of service pipe: 16 m.
- b) Peak flow rate (derived from total flow rate): 1,3 l/s.
- c) Pipe material: DIN 2440 threaded pipe.

To be determined: nominal size of service pipe.

Determination of R_{verf}

The available total head loss is 200 mbar, less 40% (head loss due to fittings resistance), which gives an available pipe resistance pressure gradient of 120 mbar.

R_{verf} in mbar, is then to be calculated as follows:

$$R_{verf} \frac{120}{16} = 7,5$$

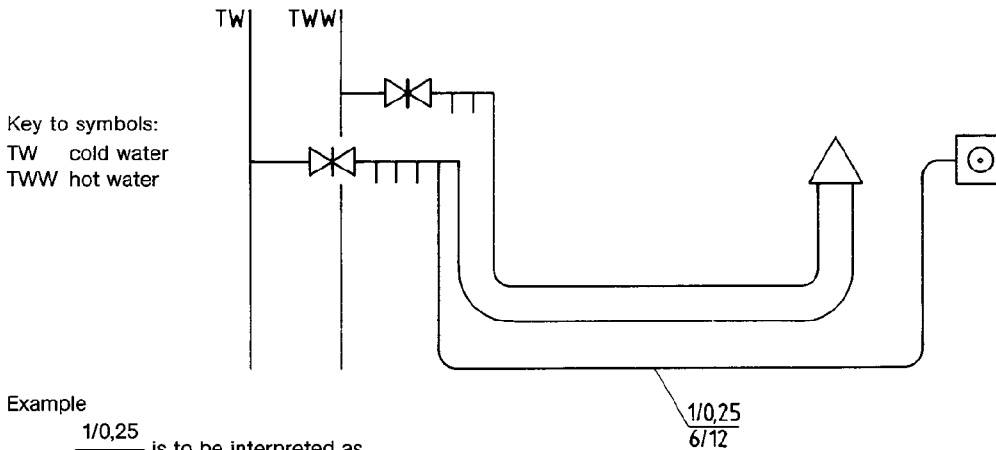
Using table 18, we have for size DN 32 pipes: $R = 7,2$ mbar/m, which is less than 7,5 mbar/m, and $v = 1,3$ m/s, which is less than 2 m/s.

13 Sizing of water meter

According to article 18, 2nd paragraph, of the *Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser* (German Regulation on general conditions of water supply), the public water supplier is to specify the type, number and size of water meters, which are to be selected as a function of the anticipated flow rates under normal service conditions (which in turn are largely a function of whether consumption is continuous or not). Normally, it may be assumed that the actual flow rate lies below the design peak flow rate.

Note that, for short periods of peak usage, the water meter may be operated up to its maximum flow rate. Assuming continuous consumption, water meters may be operated up to their nominal flow rate or up to the flow rate stated in the manufacturer's information.

Note. The water meter is selected by the public water supplier in accordance with the DVGW Code of practice *Auswahl und Bemessung von Hauswasserzählern für Kaltwasser* (Selection and sizing of domestic cold water meters)⁵.



Example

$\frac{1/0,25}{6/12}$ is to be interpreted as

$\frac{\text{Number of pipe run} / \text{design flow rate, } \dot{V}_R, \text{ in l/s}}{\text{Length of pipe run, } l_{EZ}, \text{ in m} / \text{pipe nominal size (DN)}}$

Figure 6. Pipework diagram for example No. 3

⁵ Published in *gwf Wasser/Abwasser*, 1981: 122 (11), 541, R. Oldenbourg Verlag, München.

Table 9. Size of connections, nominal flow rate and maximum flow rate of water meters as specified in ISO 4064 Part 1

Meter type	Connection		Nominal flow rate*) $\dot{V}_n (Q_n)$, in m ³ /h	Maximum flow rate $\dot{V}_{max} (Q_{max})$, in m ³ /h
	Size of threaded end connection (as in ISO 228 Part 1)	Meter size (nominal diameter of flanged end connection)		
Volumetric and turbine meters	G ½ B	-	0,6	1,2
	G ½ B	-	1	2
	G ¾ B	-	1,5	3
	G 1 B	-	2,5	5
	G 1 ¼ B	-	3,5	7
	G 1 ½ B	-	6	12
	G 2 B	-	10	20
Woltman meters	-	50	15	30
	-	65	25	50
	-	80	40	80
	-	100	60	120
	-	150	150	300
	-	200	250	500

*) The nominal flow rate is used for the purpose of designating water meters. According to ISO 4064 Part 1, it is permitted to use a meter one size larger or smaller than specified above for a given nominal flow rate.

14 Circulating pipes and circulating pumps

When designing hot water pipes with the water circulating in a closed circuit ('circulating pipes', for short), the following shall be considered under the aspect of saving of energy.

- It should be checked in the particular case whether a circulating pipe is necessary where pipe runs between the water heater and draw-off points are short with correspondingly short flow times. A single-point hot water supply may be more economic where heater and draw-off points are far apart.
- Heat loss can be reduced by interrupting circulation at periods of low demand (e.g. using a time switch).
- The following method is recommended for sizing circulation pipes and circulating pumps.

Vertically running pipes shall be at least of size DN 12 from their junction with the riser. Horizontal main circulating

pipes shall be selected on a trial basis from table 10 as a function of the nominal size or internal diameter of the corresponding hot water pipe.

The volume, V , of hot water pipes and circulating pipes (not including cisterns and water heaters) shall be determined in accordance with subclause A.7, columns 5 and 10 from the volume per unit length, V/l (cf. tables 18 to 26), and the length of pipe run, l (as specified in subclause A.7, columns 2 and 7), and the appropriate pump rate of flow, \dot{V}_p , in l/h, calculated from equation (19).

$$\dot{V}_p = 3 V/t \quad (\text{where } t = 1 \text{ h}) \quad (19)$$

Undue cooling of the hot water can be prevented by providing for three complete circulations per hour.

The pump pressure required, Δp_p , is to be derived from the total head loss in the longest pipe run from the junction of the circulating pipe to the hot water pipe up to the water heater. The head loss shall be determined using the specimen form given in subclause A.7. It should be noted that the flow velocity, v , in the pipe does not exceed 0,5 m/s. Since the proportion of head loss occasioned by return flow in the hot water circulating pipes and risers is low, it may be ignored in the determination of pump pressure. A uniform flow rate in individual branches of the hot water supply system is to be calculated from the pump flow rate divided by the number of branches. The same flow rate in all branches is ensured by providing flow control valves installed upstream of the stopvalves in the circulating pipes. The number and arrangement of flow control valves shall be selected to ensure that their setting is not changed by actuation of the stopvalve. The pump size can be determined from the pump characteristics using the pump flow rate established in accordance with equation (19) and the pump pressure required.

Table 10. Nominal sizes of main circulating pipes (guideline values)

Nominal size of hot water pipe	Nominal size of circulating pipe
20	12*)
25	12*)
32	12*)
40	20
50	25
65	25
80	25
100	32

*) DN 15 for DIN 2440 pipes.

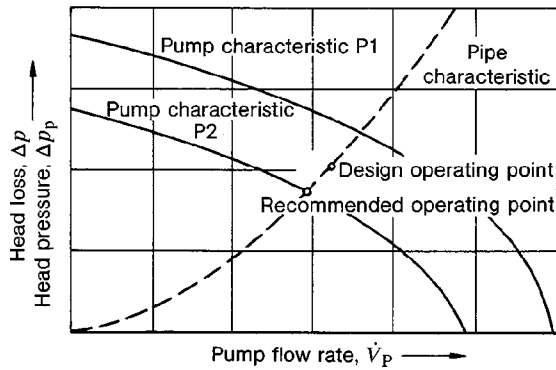


Figure 7. Selection of pump size (example)

If the operating point as determined by calculation lies between two pump characteristics (P1 and P2 in figure 7), it is recommended that, for economic reasons, the smaller pump size be selected.

15 Tables

Tables 11 to 28 provide further information necessary for pipe sizing, appendix A showing specimen forms for compiling calculated values.

Table 11. Minimum flow pressure and design flow rate for typical draw-off points and appliances (guideline values)

Minimum flow pressure, $p_{min Fl}$ in bar	Type of draw-off fitting or appliance	Design flow rate, \dot{V}_R , in l/s		
		Mixed water*)		Cold or hot water
		Cold water	Hot water	
0,5	Taps			
0,5	without jet regulator**) DN 15	-	-	0,30
0,5 DN 20	-	-	0,50
0,5 DN 25	-	-	1,00
1,0	with jet regulator			
1,0 DN 10	-	-	0,15
1,0 DN 15	-	-	0,15
1,0	Shower heads DN 15	0,10	0,10	0,20
1,2	Flushing valves as in DIN 3265 Part 1 DN 15	-	-	0,70
1,2	Flushing valves as in DIN 3265 Part 1 DN 20	-	-	1,00
0,4	Flushing valves as in DIN 3265 Part 1 DN 25	-	-	1,00
1,0	Flushing valves for urinals DN 15	-	-	0,30
1,0	Domestic dishwasher DN 15	-	-	0,15
1,0	Domestic washing machine DN 15	-	-	0,25
1,0	Mixing valves for			
1,0	showers DN 15	0,15	0,15	-
1,0	baths DN 15	0,15	0,15	-
1,0	kitchen sinks DN 15	0,07	0,07	-
1,0	wash basins DN 15	0,07	0,07	-
1,0	sitz baths DN 15	0,07	0,07	-
1,0	Mixing valves DN 20	0,30	0,30	-
0,5	DIN 19 542 flushing cistern DN 15	-	-	0,13
1,0	Electrical water heaters DN 15	-	-	0,10***)

*) The values specified are based on a temperature of 15 °C for cold water an 60 °C for hot water.
 **) In the case of taps without jet regulator and with a hose connection, the head loss in the hose (up to 10 m in length) and in the connected appliance (e.g. lawn sprinkler) is accounted for globally in the minimum flow pressure by increasing this pressure by 1,0 bar to 1,5 bar.
 ***) With control valve fully open.

Note. Draw-off fittings and appliances of similar type with flow rates or minimum flow pressures greater than those stated and not covered in the table shall be considered in pipe sizing in accordance with the manufacturer's specifications.

Table 12. Total flow rate, $\sum \dot{V}_{R_i}$ and peak flow rate, \dot{V}_S , for residential buildings

$\sum \dot{V}_{R_i}$, in l/s, for draw-off points with		\dot{V}_S , in l/s	$\sum \dot{V}_{R_i}$, in l/s	\dot{V}_S , in l/s	$\sum \dot{V}_{R_i}$, in l/s	\dot{V}_S , in l/s
< 0,5 l/s	$\geq 0,5$ l/s					
0,06		0,05	21,89	2,55	331	5,05
0,10		0,10	23,54	2,60	345	5,10
0,15		0,15	25,28	2,65	360	5,15
0,21		0,20	27,13	2,70	374	5,20
0,29		0,25	29,08	2,75	390	5,25
0,38		0,30	31,15	2,80	406	5,30
0,48		0,35	33,32	2,85	422	5,35
0,60		0,40	35,62	2,90	439	5,40
0,72		0,45	38,04	2,95	456	5,45
0,87	0,50	0,50	40,58	3,00	474	5,50
1,03	0,55	0,55	43,26	3,05	493	5,55
1,20	0,60	0,60	46,08	3,10	512	5,60
1,39	0,65	0,65	49,04	3,15		
1,59	0,70	0,70	52,15	3,20		
1,81	0,75	0,75	55,41	3,25		
2,04	0,80	0,80	58,83	3,30		
2,29	0,85	0,85	62,41	3,35		
2,55	0,90	0,90	66,17	3,40		
2,83	0,95	0,95	70,10	3,45		
3,13	1,00	1,00	74,21	3,50		
3,45	1,15	1,05	78,51	3,55		
3,78	1,31	1,10	83,01	3,60		
4,12	1,50	1,15	87,71	3,65		
4,49	1,70	1,20	92,62	3,70		
4,87	1,92	1,25	97,74	3,75		
5,26	2,17	1,30	103,08	3,80		
5,68	2,44	1,35	108,65	3,85		
6,11	2,74	1,40	114,45	3,90		
6,56	3,06	1,45	120,50	3,95		
7,03	3,41	1,50	126,79	4,00		
7,51	3,80	1,55	133	4,05		
8,02	4,22	1,60	140	4,10		
8,54	4,67	1,65	147	4,15		
9,08	5,17	1,70	155	4,20		
9,63	5,70	1,75	162	4,25		
10,21	6,27	1,80	170	4,30		
10,80	6,89	1,85	178	4,35		
11,41	7,56	1,90	187	4,40		
12,04	8,28	1,95	196	4,45		
12,69	9,05	2,00	205	4,50		
13,36	9,88	2,05	215	4,55		
14,05	10,76	2,10	225	4,60		
14,76	11,71	2,15	235	4,65		
15,48	12,72	2,20	246	4,70		
16,23	13,80	2,25	257	4,75		
16,99	14,95	2,30	268	4,80		
17,78	16,17	2,35	280	4,85		
18,58	17,48	2,40	292	4,90		
19,40	18,86	2,45	305	4,95		
20,24	20,33	2,50	318	5,00		

Table 13. Total flow rate, $\sum \dot{V}_R$, and peak flow rate, \dot{V}_S , for office buildings

$\sum \dot{V}_R$ in l/s	\dot{V}_S in l/s	$\sum \dot{V}_R$ in l/s	\dot{V}_S in l/s	$\sum \dot{V}_R$ in l/s	\dot{V}_S in l/s
For $\sum \dot{V}_R$ less than 20 l/s, \dot{V}_S for residential buildings shall apply (cf. table 12).					
20,00	2,50				
20,93	2,55	90,58	5,05	293,0	9,1
21,87	2,60	92,42	5,10	299,3	9,2
22,84	2,65	94,28	5,15	305,7	9,3
23,82	2,70	96,16	5,20	312,2	9,4
24,82	2,75	98,05	5,25	318,7	9,5
25,84	2,80	99,96	5,30	325,2	9,6
26,88	2,85	101,89	5,35	331,8	9,7
27,94	2,90	103,83	5,40	338,5	9,8
29,02	2,95	105,79	5,45	345,3	9,9
30,11	3,00	107,77	5,50	352,1	10,0
31,23	3,05	109,76	5,55	359,0	10,1
32,36	3,10	111,77	5,60	365,9	10,2
33,51	3,15	113,80	5,65	372,9	10,3
34,68	3,20	115,85	5,70	380,0	10,4
35,87	3,25	117,91	5,75	387,1	10,5
37,08	3,30	119,98	5,80	394,3	10,6
38,31	3,35	122,08	5,85	401,5	10,7
39,55	3,40	124,19	5,90	408,8	10,8
40,81	3,45	126,32	5,95	416,1	10,9
42,09	3,50	128,46	6,00	423,6	11,0
43,39	3,55	132,8	6,1	431,0	11,1
44,71	3,60	137,2	6,2	438,6	11,2
46,04	3,65	141,7	6,3	446,2	11,3
47,39	3,70	146,2	6,4	453,8	11,4
48,76	3,75	150,8	6,5	461,6	11,5
50,15	3,80	155,5	6,6	469,3	11,6
51,56	3,85	160,2	6,7	477,2	11,7
52,98	3,90	165,0	6,8	485,1	11,8
54,43	3,95	169,9	6,9	493,0	11,9
55,88	4,00	174,8	7,0	501,0	12,0
57,36	4,05	179,8	7,1		
58,86	4,10	184,9	7,2		
60,37	4,15	190,0	7,3		
61,90	4,20	195,2	7,4		
63,45	4,25	200,4	7,5		
65,01	4,30	205,7	7,6		
66,60	4,35	211,1	7,7		
68,20	4,40	216,5	7,8		
69,82	4,45	222,0	7,9		
71,45	4,50	227,6	8,0		
73,10	4,55	233,2	8,1		
74,77	4,60	238,9	8,2		
76,46	4,65	244,7	8,3		
78,17	4,70	250,5	8,4		
79,89	4,75	256,4	8,5		
81,63	4,80	262,3	8,6		
83,38	4,85	268,4	8,7		
85,16	4,90	274,4	8,8		
86,95	4,95	280,6	8,9		
88,76	5,00	286,7	9,0		

Table 14. Total flow rate, $\Sigma \dot{V}_R$, and peak flow rate, \dot{V}_S , for hotels

$\Sigma \dot{V}_R$, in l/s, for draw-off points with		\dot{V}_S , in l/s	$\Sigma \dot{V}_R$, in l/s, for draw-off points with		\dot{V}_S , in l/s	$\Sigma \dot{V}_R$, in l/s	\dot{V}_S , in l/s	$\Sigma \dot{V}_R$, in l/s	\dot{V}_S , in l/s		
< 0,5 l/s	≥ 0,5 l/s		< 0,5 l/s	≥ 0,5 l/s							
0,10		0,10	14,63	12,85	2,55	41,2	5,1	122,2	10,1	248,6	15,2
0,15		0,15	15,19	13,54	2,60	42,4	5,2	124,1	10,2	254,5	15,4
0,21		0,20	15,75	14,27	2,65	43,6	5,3	126,1	10,3	260,5	15,6
0,28		0,25	16,32	15,01	2,70	44,8	5,4	128,2	10,4	266,5	15,8
0,36		0,30	16,91	15,78	2,75	46,1	5,5	130,3	10,5	272,6	16,0
0,45		0,35	17,50	16,58	2,80	47,3	5,6	132,5	10,6	278,7	16,2
0,56		0,40	18,11	17,40	2,85	48,6	5,7	134,6	10,7	284,9	16,4
0,67		0,45	18,72	18,24	2,90	49,9	5,8	136,8	10,8	291,2	16,6
0,79	0,50	0,50	19,34	19,11	2,95	51,2	5,9	138,9	10,9	297,6	16,8
0,92	0,55	0,55	19,98	20,01	3,00	52,6	6,0	141,1	11,0	304,0	17,0
1,06	0,60	0,60	20,42		3,05	53,9	6,1	143,3	11,1	310,5	17,2
1,22	0,65	0,65	20,84		3,10	55,3	6,2	145,6	11,2	317,0	17,4
1,38	0,70	0,70	21,26		3,15	56,7	6,3	147,8	11,3	323,7	17,6
1,55	0,75	0,75	21,69		3,20	58,1	6,4	150,1	11,4	330,4	17,8
1,74	0,80	0,80	22,12		3,25	59,5	6,5	152,3	11,5	337,1	18,0
1,93	0,85	0,85	22,56		3,30	60,3	6,6	154,6	11,6	344,0	18,2
2,14	0,90	0,90	23,00		3,35	62,4	6,7	156,9	11,7	350,9	18,4
2,35	0,95	0,95	23,45		3,40	63,9	6,8	159,3	11,8	357,8	18,6
2,57	1,00	1,00	23,90		3,45	65,3	6,9	161,6	11,9	364,9	18,8
2,81	1,14	1,05	24,36		3,50	66,8	7,0	164,0	12,0	372,0	19,0
3,05	1,30	1,10	24,82		3,55	68,4	7,1	166,4	12,1	379,2	19,2
3,31	1,46	1,15	25,28		3,60	69,9	7,2	168,8	12,2	386,4	19,4
3,58	1,64	1,20	25,75		3,65	71,5	7,3	171,2	12,3	393,7	19,6
3,85	1,84	1,25	26,22		3,70	73,0	7,4	173,6	12,4	401,1	19,8
4,14	2,05	1,30	26,69		3,75	74,6	7,5	176,1	12,5	408,6	20,0
4,44	2,27	1,35	27,17		3,80	76,2	7,6	178,5	12,6	416,1	20,2
4,74	2,50	1,40	27,66		3,85	77,9	7,7	181,0	12,7	423,7	20,4
5,06	2,75	1,45	28,15		3,90	79,5	7,8	183,5	12,8	431,3	20,6
5,39	3,02	1,50	28,64		3,95	81,2	7,9	186,0	12,9	439,1	20,8
5,72	3,30	1,55	29,14		4,00	82,8	8,0	188,6	13,0	446,9	21,0
6,07	3,60	1,60	29,64		4,05	84,5	8,1	191,1	13,1	454,7	21,2
6,43	3,92	1,65	30,15		4,10	86,2	8,2	193,7	13,2	462,6	21,4
6,80	4,25	1,70	30,66		4,15	88,0	8,3	196,3	13,3	470,6	21,6
7,18	4,60	1,75	31,17		4,20	89,7	8,4	198,9	13,4	478,7	21,8
7,57	4,97	1,80	31,69		4,25	91,5	8,5	201,5	13,5	486,9	22,0
7,97	5,35	1,85	32,22		4,30	93,3	8,6	204,1	13,6	495,1	22,2
8,38	5,76	1,90	32,74		4,35	95,1	8,7	206,8	13,7	503,3	22,4
8,79	6,18	1,95	33,28		4,40	96,9	8,8	209,4	13,8		
9,22	6,62	2,00	33,81		4,45	98,7	8,9	212,1	13,9		
9,67	7,08	2,05	34,35		4,50	100,6	9,0	214,8	14,0		
10,12	7,56	2,10	34,90		4,55	102,4	9,1	217,6	14,1		
10,58	8,07	2,15	35,45		4,60	104,3	9,2	220,3	14,2		
11,05	8,59	2,20	36,00		4,65	106,2	9,3	222,1	14,3		
11,53	9,13	2,25	36,56		4,70	108,1	9,4	225,8	14,4		
12,02	9,69	2,30	37,12		4,75	110,1	9,5	228,6	14,5		
12,52	10,28	2,35	37,69		4,80	112,0	9,6	231,4	14,6		
13,03	10,89	2,40	38,26		4,85	114,0	9,7	234,3	14,7		
13,56	11,52	2,45	38,83		4,90	116,0	9,8	237,1	14,8		
14,09	12,17	2,50	39,41		4,95	118,0	9,9	240,0	14,9		
			39,99		5,00	120,0	10,0	242,8	15,0		

Table 15. Total flow rate, $\sum \dot{V}_R$, and peak flow rate, \dot{V}_S , for department stores

$\sum \dot{V}_R$ in l/s	\dot{V}_S in l/s	$\sum \dot{V}_R$ in l/s	\dot{V}_S in l/s	$\sum \dot{V}_R$ in l/s	\dot{V}_S in l/s
For $\sum \dot{V}_R$ less than 20 l/s, \dot{V}_S for hotels shall apply (cf. table 14).					
20,00	3,00				
20,39	3,05	47,70	5,55	154,4	10,1
20,78	3,10	48,43	5,60	157,9	10,2
21,18	3,15	49,16	5,65	161,4	10,3
21,58	3,20	49,91	5,70	164,9	10,4
21,99	3,25	50,66	5,75	168,5	10,5
22,41	3,30	51,42	5,80	172,2	10,6
22,83	3,35	52,19	5,85	175,9	10,7
23,25	3,40	52,97	5,90	179,7	10,8
23,68	3,45	53,76	5,95	183,6	10,9
24,12	3,50	54,55	6,00	187,5	11,0
24,56	3,55	56,2	6,1	191,4	11,1
25,01	3,60	57,8	6,2	195,5	11,2
25,47	3,65	59,5	6,3	199,5	11,3
25,93	3,70	61,2	6,4	203,7	11,4
26,40	3,75	63,0	6,5	207,9	11,5
26,87	3,80	64,8	6,6	212,2	11,6
27,35	3,85	66,6	6,7	216,5	11,7
27,84	3,90	68,5	6,8	220,9	11,8
28,33	3,95	70,4	6,9	225,4	11,9
28,83	4,00	72,3	7,0	229,9	12,0
29,33	4,05	74,3	7,1	234,5	12,1
29,84	4,10	76,3	7,2	239,2	12,2
30,36	4,15	78,4	7,3	243,9	12,3
30,88	4,20	80,5	7,4	248,8	12,4
31,42	4,25	82,6	7,5	253,6	12,5
31,95	4,30	84,8	7,6	258,6	12,6
32,50	4,35	87,0	7,7	263,6	12,7
33,05	4,40	89,3	7,8	268,7	12,8
33,61	4,45	91,6	7,9	273,8	12,9
34,17	4,50	94,0	8,0	279,1	13,0
34,74	4,55	96,4	8,1	284,3	13,1
35,32	4,60	98,8	8,2	289,7	13,2
35,90	4,65	101,3	8,3	295,2	13,3
36,50	4,70	103,9	8,4	300,7	13,4
37,10	4,75	106,4	8,5	306,3	13,5
37,70	4,80	109,1	8,6	312,0	13,6
38,32	4,85	111,7	8,7	317,7	13,7
38,94	4,90	114,5	8,8	323,5	13,8
39,57	4,95	117,2	8,9	329,4	13,9
40,20	5,00	120,0	9,0	335,4	14,0
40,84	5,05	122,9	9,1	348	14,2
41,50	5,10	125,8	9,2	360	14,4
42,15	5,15	128,8	9,3	373	14,6
42,82	5,20	131,8	9,4	386	14,8
43,49	5,25	134,9	9,5	400	15,0
44,17	5,30	138,0	9,6	414	15,2
44,86	5,35	141,2	9,7	428	15,4
45,56	5,40	144,4	9,8	442	15,6
46,26	5,45	147,7	9,9	457	15,8
46,98	5,50	151,0	10,0	472	16,0
				488	16,2
				504	16,4

Table 16. Total flow rate, $\sum \dot{V}_R$, and peak flow rate, \dot{V}_S , for hospitals (wards)

$\sum \dot{V}_R$ in l/s	\dot{V}_S in l/s	$\sum \dot{V}_R$ in l/s	\dot{V}_S in l/s	$\sum \dot{V}_R$ in l/s	\dot{V}_S in l/s
For $\sum \dot{V}_R$ less than 20 l/s, \dot{V}_S for hotels shall apply (cf. table 14).					
20,00	3,00				
20,88	3,05	79,80	5,55	242,4	10,1
21,78	3,10	81,23	5,60	246,6	10,2
22,70	3,15	82,67	5,65	250,9	10,3
23,62	3,20	84,12	5,70	255,2	10,4
24,56	3,25	85,58	5,75	259,5	10,5
25,51	3,30	87,05	5,80	263,8	10,6
26,48	3,35	88,53	5,85	268,2	10,7
27,45	3,40	90,01	5,90	272,5	10,8
28,44	3,45	91,51	5,95	277,0	10,9
29,44	3,50	93,01	6,00	281,4	11,0
30,46	3,55	96,0	6,1	285,8	11,1
31,48	3,60	99,1	6,2	290,3	11,2
32,52	3,65	102,2	6,3	294,8	11,3
33,57	3,70	105,3	6,4	299,3	11,4
34,63	3,75	108,5	6,5	303,9	11,5
35,70	3,80	111,7	6,6	308,5	11,6
36,78	3,85	114,9	6,7	313,1	11,7
37,88	3,90	118,2	6,8	317,7	11,8
38,98	3,95	121,5	6,9	322,3	11,9
40,10	4,00	124,8	7,0	327,0	12,0
41,23	4,05	128,2	7,1	331,7	12,1
42,37	4,10	131,6	7,2	336,4	12,2
43,51	4,15	135,0	7,3	341,2	12,3
44,68	4,20	138,4	7,4	345,9	12,4
45,85	4,25	141,9	7,5	350,7	12,5
47,03	4,30	145,4	7,6	355,5	12,6
48,22	4,35	149,0	7,7	360,4	12,7
49,42	4,40	152,5	7,8	365,2	12,8
50,63	4,45	156,1	7,9	370,1	12,9
51,86	4,50	159,8	8,0	375,0	13,0
53,09	4,55	163,4	8,1	379,9	13,1
54,33	4,60	167,1	8,2	384,9	13,2
55,59	4,65	170,8	8,3	389,8	13,3
56,85	4,70	174,6	8,4	394,8	13,4
58,12	4,75	178,3	8,5	399,9	13,5
59,41	4,80	182,1	8,6	404,9	13,6
60,70	4,85	186,0	8,7	409,9	13,7
62,00	4,90	189,8	8,8	415,0	13,8
63,32	4,95	193,7	8,9	420,1	13,9
64,64	5,00	197,6	9,0	425,3	14,0
65,97	5,05	201,6	9,1	436	14,2
67,31	5,10	205,5	9,2	446	14,4
68,66	5,15	209,5	9,3	456	14,6
70,02	5,20	213,5	9,4	467	14,8
71,39	5,25	217,6	9,5	478	15,0
72,77	5,30	221,7	9,6	488	15,2
74,16	5,35	225,8	9,7	499	15,4
75,55	5,40	229,9	9,8	510	15,6
76,96	5,45	234,0	9,9		
78,37	5,50	238,2	10,0		

Table 17. Total flow rate, $\Sigma \dot{V}_R$, and peak flow rate, \dot{V}_S , for schools

$\Sigma \dot{V}_R$ in l/s	\dot{V}_S in l/s	$\Sigma \dot{V}_R$ in l/s	\dot{V}_S in l/s	$\Sigma \dot{V}_R$ in l/s	\dot{V}_S in l/s	$\Sigma \dot{V}_R$ in l/s	\dot{V}_S in l/s
0,05		2,22	2,05	7,07	4,05	26,15	7,10
0,10		2,30	2,10	7,24	4,10	27,38	7,20
0,15		2,38	2,15	7,42	4,15	28,70	7,30
0,20		2,46	2,20	7,61	4,20	30,12	7,40
0,25		2,54	2,25	7,79	4,25	31,64	7,50
0,30		2,63	2,30	7,98	4,30	33,28	7,60
0,35		2,71	2,35	8,18	4,35	35,06	7,70
0,40		2,80	2,40	8,37	4,40	36,98	7,80
0,45		2,89	2,45	8,57	4,45	39,06	7,90
0,50		2,98	2,50	8,78	4,50	41,33	8,00
0,55		3,08	2,55	8,99	4,55	43,79	8,10
0,60		3,17	2,60	9,20	4,60	46,49	8,20
0,65		3,27	2,65	9,41	4,65	49,44	8,30
0,70		3,37	2,70	9,63	4,70	52,68	8,40
0,75		3,48	2,75	9,85	4,75	56,25	8,50
0,80		3,58	2,80	10,08	4,80	60,20	8,60
0,85		3,69	2,85	10,31	4,85	64,57	8,70
0,90		3,80	2,90	10,54	4,90	69,44	8,80
0,95		3,91	2,95	10,78	4,95	74,89	8,90
1,00		4,03	3,00	11,02	5,00	81,00	9,00
1,05		4,15	3,05	11,51	5,10	87,89	9,10
1,10		4,27	3,10	12,02	5,20	95,70	9,20
1,15		4,39	3,15	12,54	5,30	104,60	9,30
1,20		4,51	3,20	13,08	5,40	114,80	9,40
1,25		4,64	3,25	13,64	5,50	126,56	9,50
1,30		4,77	3,30	14,22	5,60	140,24	9,60
1,35		4,91	3,35	14,81	5,70	156,25	9,70
1,40		5,04	3,40	15,42	5,80	175,17	9,80
1,45		5,18	3,45	16,05	5,90	197,75	9,90
1,50		5,32	3,50	16,70	6,00	225,00	10,00
1,56	1,55	5,47	3,55	17,37	6,10	258,29	10,10
1,62	1,60	5,61	3,60	18,05	6,20	299,56	10,20
1,68	1,65	5,76	3,65	18,76	6,30	351,56	10,30
1,74	1,70	5,91	3,70	19,48	6,40	418,39	10,40
1,80	1,75	6,07	3,75	20,25	6,50	506,25	10,50
1,87	1,80	6,23	3,80	21,08	6,60		
1,94	1,85	6,39	3,85	21,97	6,70		
2,01	1,90	6,55	3,90	22,92	6,80		
2,08	1,95	6,72	3,95	23,92	6,90		
2,15	2,00	6,89	4,00	25,00	7,00		

Table 18. Pipe resistance pressure gradient, R , and design flow velocity, v , as a function of peak flow rate, \dot{V}_S , for DIN 2440 steel threaded pipes

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 10 $d_i = 12,5$ mm, $V/l = 0,12$ l/m		DN 15 $d_i = 16,0$ mm, $V/l = 0,20$ l/m		DN 20 $d_i = 21,6$ mm, $V/l = 0,37$ l/m	
	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s
0,01	0,2	0,1	0,1	0,05	0,0	0,03
0,02	0,7	0,2	0,2	0,10	0,0	0,05
0,03	1,3	0,2	0,4	0,15	0,1	0,08
0,04	2,3	0,3	0,7	0,20	0,2	0,11
0,05	3,4	0,4	1,0	0,25	0,2	0,14
0,06	4,7	0,5	1,4	0,30	0,3	0,16
0,07	6,3	0,6	1,8	0,35	0,4	0,19
0,08	8,1	0,7	2,3	0,40	0,5	0,22
0,09	10,1	0,7	2,9	0,45	0,6	0,25
0,10	12,3	0,8	3,5	0,5	0,8	0,3
0,15	26,6	1,2	7,5	0,7	1,6	0,4
0,20	46,2	1,6	12,9	1,0	2,8	0,5
0,25	71,2	2,0	19,7	1,2	4,2	0,7
0,30	101,6	2,4	28,0	1,5	6,0	0,8
0,35	137,3	2,9	37,7	1,7	8,0	1,0
0,40	178,3	3,3	43,8	2,0	10,3	1,1
0,45	224,8	3,7	61,4	2,2	12,9	1,2
0,50	276,5	4,1	75,4	2,5	15,8	1,4
0,55	333,7	4,5	90,8	2,7	19,0	1,5
0,60	396,1	4,9	107,7	3,0	22,5	1,6
0,65	464,0	5,3	126,0	3,2	26,2	1,8
0,70			145,7	3,5	30,3	1,9
0,75			166,9	3,7	34,6	2,0
0,80			189,5	4,0	39,3	2,2
0,85			213,5	4,2	44,2	2,3
0,90			239,0	4,5	49,4	2,5
0,95			265,9	4,7	54,9	2,6
1,00			294,2	5,0	60,7	2,7
1,05					66,8	2,9
1,10					73,2	3,0
1,15					79,8	3,1
1,20					86,8	3,3
1,25					94,0	3,4
1,30					101,6	3,5
1,35					109,4	3,7
1,40					117,5	3,8
1,45					125,9	4,0
1,50					134,6	4,1
1,55					143,6	4,2
1,60					152,8	4,4
1,65					162,4	4,5
1,70					172,2	4,6
1,75					182,4	4,8
1,80					192,8	4,9
1,85					203,5	5,0
1,90					214,5	5,2
1,95					225,8	5,3
2,00					237,4	5,5

Table 18 (continued).

Peak flow rate, \dot{V}_s , in l/s	DN 25		DN 32		DN 40	
	$d_i = 27,2$ mm $V/l = 0,58$ l/m		$d_i = 35,9$ mm $V/l = 1,01$ l/m		$d_i = 41,8$ mm $V/l = 1,37$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
0,1	0,3	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1
0,2	0,9	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
0,3	1,9	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2
0,4	3,2	0,7	0,8	0,4	0,4	0,3
0,5	4,8	0,9	1,2	0,5	0,6	0,4
0,6	6,8	1,0	1,7	0,6	0,8	0,4
0,7	9,2	1,2	2,2	0,7	1,0	0,5
0,8	11,9	1,4	2,9	0,8	1,3	0,6
0,9	14,9	1,5	3,6	0,9	1,7	0,7
1,0	18,3	1,7	4,4	1,0	2,0	0,7
1,1	22,0	1,9	5,3	1,1	2,4	0,8
1,2	26,0	2,1	6,2	1,2	2,9	0,9
1,3	30,4	2,2	7,2	1,3	3,3	0,9
1,4	35,2	2,4	8,3	1,4	3,8	1,0
1,5	40,2	2,6	9,5	1,5	4,4	1,1
1,6	45,6	2,8	10,8	1,6	4,9	1,2
1,7	51,4	2,9	12,1	1,7	5,5	1,2
1,8	57,5	3,1	13,6	1,8	6,2	1,3
1,9	63,9	3,3	15,1	1,9	6,9	1,4
2,0	70,7	3,4	16,7	2,0	7,6	1,5
2,1	77,8	3,6	18,3	2,1	8,3	1,5
2,2	85,3	3,8	20,0	2,2	9,1	1,6
2,3	93,1	4,0	21,9	2,3	9,9	1,7
2,4	101,2	4,1	23,7	2,4	10,8	1,7
2,5	109,7	4,3	25,7	2,5	11,7	1,8
2,6	118,5	4,5	27,8	2,6	12,6	1,9
2,7	127,7	4,6	29,9	2,7	13,6	2,0
2,8	137,2	4,8	32,1	2,8	14,6	2,0
2,9	147,0	5,0	34,4	2,9	15,6	2,1
3,0	157,2	5,2	36,7	3,0	16,7	2,2
3,1			39,2	3,1	17,8	2,3
3,2			41,7	3,2	18,9	2,3
3,3			44,3	3,3	20,1	2,4
3,4			47,0	3,4	21,3	2,5
3,5			49,7	3,5	22,5	2,6
3,6			52,6	3,6	23,8	2,6
3,7			55,5	3,7	25,1	2,7
3,8			58,4	3,8	26,4	2,8
3,9			61,5	3,9	27,8	2,8
4,0			64,7	4,0	29,2	2,9
4,1			67,9	4,1	30,7	3,0
4,2			71,2	4,1	32,2	3,1
4,3			74,6	4,2	33,7	3,1
4,4			78,0	4,3	35,2	3,2
4,5			81,5	4,4	36,8	3,3
4,6			85,2	4,5	38,4	3,4
4,7			88,8	4,6	40,1	3,4
4,8			92,6	4,7	41,8	3,5
4,9			96,5	4,8	43,5	3,6
5,0			100,4	4,9	45,3	3,6

Peak flow rate, \dot{V}_s , in l/s	DN 25		DN 32		DN 40	
	$d_i = 27,2$ mm $V/l = 0,58$ l/m		$d_i = 35,9$ mm $V/l = 1,01$ l/m		$d_i = 41,8$ mm $V/l = 1,37$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
5,1			104,5	5,0	47,1	3,7
5,2			108,5	5,1	48,9	3,8
5,3					50,8	3,9
5,4					52,7	3,9
5,5					54,6	4,0
5,6					56,6	4,1
5,7					58,6	4,2
5,8					60,6	4,2
5,9					62,7	4,3
6,0					64,8	4,4
6,1					67,0	4,4
6,2					69,2	4,5
6,3					71,4	4,6
6,4					73,6	4,7
6,5					75,9	4,7
6,6					78,2	4,8
6,7					80,6	4,9
6,8					83,0	5,0
6,9					85,4	5,0
7,0					87,9	5,1

Table 18 (continued).

Peak flow rate, \dot{V}_s , in l/s	DN 50		DN 65		DN 80		Peak flow rate, \dot{V}_s , in l/s	DN 50		DN 65		DN 80	
	$d_i = 53,0$ mm $V/l = 2,21$ l/m		$d_i = 68,8$ mm $V/l = 3,72$ l/m		$d_i = 80,8$ mm $V/l = 5,13$ l/m			$d_i = 53,0$ mm $V/l = 2,21$ l/m		$d_i = 68,8$ mm $V/l = 3,72$ l/m		$d_i = 80,8$ mm $V/l = 5,13$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s		R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
0,25	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	12,75			21,3	3,4	9,2	2,5
0,50	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	13,00			22,1	3,5	9,0	2,5
0,75	0,4	0,3	0,1	0,2	0,0	0,1	13,25			22,9	3,6	10,0	2,6
1,00	0,6	0,5	0,2	0,3	0,1	0,2	13,50			23,8	3,6	10,3	2,6
1,25	0,9	0,6	0,3	0,3	0,1	0,2	13,75			24,7	3,7	10,7	2,7
1,50	1,3	0,7	0,4	0,4	0,2	0,3	14,00			25,5	3,8	11,1	2,7
1,75	1,7	0,8	0,5	0,5	0,2	0,3	14,25			26,5	3,8	11,5	2,8
2,00	2,3	0,9	0,6	0,5	0,3	0,4	14,50			27,4	3,9	11,9	2,8
2,25	2,8	1,0	0,8	0,6	0,3	0,4	14,75			28,3	4,0	12,3	2,9
2,50	3,4	1,1	0,9	0,7	0,4	0,5	15,00			29,3	4,0	12,7	2,9
2,75	4,1	1,2	1,1	0,7	0,5	0,5	15,25			30,2	4,1	13,1	3,0
3,00	4,9	1,4	1,3	0,8	0,6	0,6	15,50			31,2	4,2	13,5	3,0
3,25	5,7	1,5	1,5	0,9	0,7	0,6	15,75			32,2	4,2	14,0	3,1
3,50	6,5	1,6	1,7	0,9	0,8	0,7	16,00			33,2	4,3	14,4	3,1
3,75	7,5	1,7	2,0	1,0	0,9	0,7	16,25			34,3	4,4	14,9	3,2
4,00	8,5	1,8	2,2	1,1	1,0	0,8	16,50			35,3	4,4	15,3	3,2
4,25	9,6	1,9	2,5	1,1	1,1	0,8	16,75			36,4	4,5	15,8	3,3
4,50	10,7	2,0	2,8	1,2	1,2	0,9	17,00			37,5	4,6	16,2	3,3
4,75	11,9	2,2	3,1	1,3	1,4	0,9	17,25			38,5	4,6	16,7	3,4
5,00	13,2	2,3	3,4	1,3	1,5	1,0	17,50			39,7	4,7	17,2	3,4
5,25	14,5	2,4	3,8	1,4	1,7	1,0	17,75			40,5	4,8	17,7	3,5
5,50	15,9	2,5	4,1	1,5	1,8	1,1	18,00			41,9	4,8	18,2	3,5
5,75	17,3	2,6	4,5	1,5	2,0	1,1	18,25			43,1	4,9	18,7	3,6
6,00	18,8	2,7	4,9	1,6	2,1	1,2	18,50			44,3	5,0	19,2	3,6
6,25	20,4	2,8	5,3	1,7	2,3	1,2	18,75			45,4	5,0	19,7	3,7
6,50	22,0	2,9	5,7	1,7	2,5	1,3	19,00			46,7	5,1	20,2	3,7
6,75	23,7	3,1	6,1	1,8	2,7	1,3	19,25					20,7	3,8
7,00	25,4	3,2	6,6	1,9	2,9	1,4	19,50					21,2	3,8
7,25	27,3	3,3	7,0	2,0	3,1	1,4	19,75					21,8	3,9
7,50	29,1	3,4	7,5	2,0	3,3	1,5	20,00					22,3	3,9
7,75	31,1	3,5	8,0	2,1	3,5	1,5	20,25					22,9	3,9
8,00	33,1	3,6	8,5	2,2	3,7	1,6	20,50					23,4	4,0
8,25	35,1	3,7	9,1	2,2	4,0	1,6	20,75					24,0	4,0
8,50	37,3	3,9	9,6	2,3	4,2	1,7	21,00					24,6	4,1
8,75	39,4	4,0	10,2	2,4	4,4	1,7	21,25					25,2	4,1
9,00	41,7	4,1	10,7	2,4	4,7	1,8	21,50					25,8	4,2
9,25	44,0	4,2	11,3	2,5	4,9	1,8	21,75					26,3	4,2
9,50	46,4	4,3	11,9	2,6	5,2	1,9	22,00					26,9	4,3
9,75	48,8	4,4	12,6	2,6	5,5	1,9	22,25					27,6	4,3
10,00	51,3	4,5	13,2	2,7	5,8	2,0	22,50					28,2	4,4
10,25	53,9	4,6	13,9	2,8	6,0	2,0	22,75					28,8	4,4
10,50	56,5	4,8	14,5	2,8	6,3	2,0	23,00					29,4	4,5
10,75	59,2	4,9	15,2	2,9	6,6	2,1	23,25					30,1	4,5
11,00	61,9	5,0	15,9	3,0	6,9	2,1	23,50					30,7	4,6
11,25	64,8	5,1	16,6	3,0	7,2	2,2	23,75					31,3	4,6
11,50			17,4	3,1	7,5	2,2	24,00					32,0	4,7
11,75			18,1	3,2	7,9	2,3	24,25					32,7	4,7
12,00			18,9	3,2	8,2	2,3	24,50					33,3	4,8
12,25			19,7	3,3	8,5	2,4	24,75					34,0	4,8
12,50			20,4	3,4	8,9	2,4	25,00					34,7	4,9

Table 18 (concluded).

Peak flow rate, \dot{V}_s , in l/s	DN 100		DN 125		DN 150		Peak flow rate, \dot{V}_s , in l/s	DN 100		DN 125		DN 150	
	$d_i = 105,3$ mm $V/l = 8,71$ l/m		$d_i = 130,0$ mm $V/l = 13,27$ l/m		$d_i = 155,4$ mm $V/l = 18,97$ l/m			$d_i = 105,3$ mm $V/l = 8,71$ l/m		$d_i = 130,0$ mm $V/l = 13,27$ l/m		$d_i = 155,4$ mm $V/l = 18,97$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s		R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	51			11,9	3,8	4,7	2,7
2	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	52			12,4	3,9	4,9	2,7
3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,0	0,2	53			12,9	4,0	5,1	2,8
4	0,3	0,5	0,1	0,3	0,0	0,2	54			13,4	4,1	5,3	2,8
5	0,4	0,6	0,1	0,4	0,1	0,3	55			13,8	4,1	5,5	2,9
6	0,6	0,7	0,2	0,5	0,1	0,3	56			14,3	4,2	5,7	3,0
7	0,7	0,8	0,3	0,5	0,1	0,4	57			14,9	4,3	5,9	3,0
8	1,0	0,9	0,3	0,6	0,1	0,4	58			15,4	4,4	6,1	3,1
9	1,2	1,0	0,4	0,7	0,2	0,5	59			15,9	4,4	6,3	3,1
10	1,5	1,1	0,5	0,8	0,2	0,5	60			16,4	4,5	6,5	3,2
11	1,8	1,3	0,6	0,8	0,2	0,6	61			17,0	4,6	6,7	3,2
12	2,1	1,4	0,7	0,9	0,3	0,6	62			17,5	4,7	7,0	3,3
13	2,5	1,5	0,8	1,0	0,3	0,7	63			18,1	4,7	7,2	3,3
14	2,8	1,6	1,0	1,1	0,4	0,7	64			18,7	4,8	7,4	3,4
15	3,2	1,7	1,1	1,1	0,4	0,8	65			19,3	4,9	7,6	3,4
16	3,7	1,8	1,2	1,2	0,5	0,8	66			19,8	5,0	7,9	3,5
17	4,1	2,0	1,4	1,3	0,6	0,9	67			20,4	5,0	8,1	3,5
18	4,6	2,1	1,6	1,4	0,6	0,9	68			21,0	5,1	8,3	3,6
19	5,1	2,2	1,7	1,4	0,7	1,0	69			21,7	5,2	8,6	3,6
20	5,7	2,3	1,9	1,5	0,8	1,1	70			22,3	5,3	8,8	3,7
21	6,2	2,4	2,1	1,6	0,8	1,1	71					9,1	3,7
22	6,8	2,5	2,3	1,7	0,9	1,2	72					9,3	3,8
23	7,4	2,6	2,5	1,7	1,0	1,2	73					9,6	3,8
24	8,1	2,8	2,7	1,8	1,1	1,3	74					9,8	3,9
25	8,8	2,9	3,0	1,9	1,2	1,3	75					10,1	4,0
26	9,5	3,0	3,2	2,0	1,3	1,4	76					10,4	4,0
27	10,2	3,1	3,4	2,0	1,4	1,4	77					10,7	4,1
28	10,9	3,2	3,7	2,1	1,5	1,5	78					10,9	4,1
29	11,7	3,3	3,9	2,2	1,6	1,5	79					11,2	4,2
30	12,5	3,4	4,2	2,3	1,7	1,6	80					11,5	4,2
31	13,4	3,6	4,5	2,3	1,8	1,6	81					11,8	4,3
32	14,2	3,7	4,8	2,4	1,9	1,7	82					12,1	4,3
33	15,1	3,8	5,1	2,5	2,0	1,7	83					12,3	4,4
34	16,0	3,9	5,4	2,6	2,2	1,8	84					12,6	4,4
35	17,0	4,0	5,7	2,6	2,3	1,8	85					12,9	4,5
36	17,9	4,1	6,0	2,7	2,4	1,9	86					13,2	4,5
37	18,9	4,2	6,4	2,8	2,5	2,0	87					13,6	4,6
38	20,0	4,4	6,7	2,9	2,7	2,0	88					13,9	4,6
39	21,0	4,5	7,0	2,9	2,8	2,1	89					14,2	4,7
40	22,1	4,6	7,4	3,0	3,0	2,1	90					14,5	4,7
41	23,2	4,7	7,8	3,1	3,1	2,2	91					14,8	4,8
42	24,3	4,8	8,1	3,2	3,2	2,2	92					15,1	4,9
43	25,5	4,9	8,5	3,2	3,4	2,3	93					15,5	4,9
44	26,7	5,1	8,9	3,3	3,6	2,3	94					15,8	5,0
45	27,9	5,2	9,3	3,4	3,7	2,4	95					16,1	5,0
46	29,1	5,3	9,7	3,5	3,9	2,4	96					16,5	5,1
47	30,4	5,4	10,2	3,5	4,0	2,5	97					16,8	5,1
48			10,6	3,6	4,2	2,5							
49			11,0	3,7	4,4	2,6							
50			11,5	3,8	4,6	2,6							

Table 19. Pipe resistance pressure gradient, R , and design flow velocity, v , as a function of peak flow rate, \dot{V}_S , for stainless steel pipes as specified in DVGW-Arbeitsblatt (DVGW instruction sheet) W 541

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 10		DN 12		DN 15		DN 20		DN 25	
	$d_i = 10 \text{ mm}$ $V/l = 0,08 \text{ l/m}$		$d_i = 13 \text{ mm}$ $V/l = 0,13 \text{ l/m}$		$d_i = 16 \text{ mm}$ $V/l = 0,20 \text{ l/m}$		$d_i = 19,6 \text{ mm}$ $V/l = 0,30 \text{ l/m}$		$d_i = 25,6 \text{ mm}$ $V/l = 0,51 \text{ l/m}$	
	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s
0,05	7,7	0,6	2,2	0,4	0,8	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1
0,10	25,4	1,3	7,3	0,8	2,7	0,5	1,0	0,3	0,3	0,2
0,15	51,5	1,9	14,8	1,1	5,5	0,7	1,9	0,5	0,7	0,3
0,20	85,5	2,5	24,5	1,5	9,1	1,0	3,3	0,6	1,1	0,4
0,25	126,8	3,2	36,2	1,9	13,5	1,2	4,8	0,8	1,6	0,5
0,30	175,2	3,8	49,9	2,3	18,5	1,5	6,5	1,0	2,1	0,6
0,35	230,5	4,5	65,6	2,6	24,3	1,7	8,6	1,1	2,8	0,7
0,40	292,5	5,1	83,1	3,0	30,8	2,0	10,8	1,3	3,6	0,8
0,45			102,4	3,4	37,9	2,2	13,4	1,4	4,4	0,9
0,50			123,6	3,8	45,7	2,5	16,0	1,6	5,3	1,0
0,55			146,5	4,1	54,1	2,7	19,0	1,8	6,2	1,1
0,60			171,1	4,5	63,2	3,0	22,2	1,9	7,3	1,2
0,65			197,5	4,9	72,9	3,2	25,6	2,1	8,3	1,3
0,70			225,5	5,3	83,2	3,5	29,1	2,2	9,5	1,4
0,75					94,1	3,7	33,0	2,4	10,8	1,5
0,80					105,6	4,0	37,0	2,5	12,0	1,6
0,85					117,6	4,2	41,2	2,7	13,5	1,7
0,90					130,3	4,5	45,6	2,9	14,8	1,8
0,95					143,6	4,7	50,3	3,0	16,4	1,9
1,00					157,4	5,0	55,1	3,2	17,9	2,0
1,05							60,1	3,3	19,6	2,1
1,10							65,3	3,5	21,2	2,2
1,15							70,7	3,7	23,0	2,3
1,20							76,3	3,8	24,8	2,4
1,25							82,1	4,0	26,7	2,5
1,30							88,1	4,1	28,6	2,6
1,35							94,2	4,3	30,7	2,8
1,40							100,6	4,5	32,7	2,9
1,45							107,1	4,6	34,8	3,0
1,50							113,9	4,8	37,0	3,1
1,55							120,8	4,9	39,2	3,2
1,60							127,9	5,1	41,5	3,3
1,65									43,8	3,4
1,70									46,3	3,5
1,75									48,7	3,6
1,80									51,2	3,7
1,85									53,8	3,8
1,90									56,5	3,9
1,95									59,3	4,0
2,00									62,0	4,1
2,05									64,8	4,2
2,10									67,6	4,3
2,15									70,5	4,4
2,20									73,5	4,5
2,25									76,5	4,6
2,30									79,6	4,7
2,35									82,8	4,8
2,40									86,0	4,9
2,45									89,2	5,0
2,50									92,5	5,1

Table 19 (concluded).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 32 $d_i = 32$ mm $V/l = 0,80$ l/m		DN 40 $d_i = 39$ mm $V/l = 1,19$ l/m		DN 50 $d_i = 51$ mm $V/l = 2,04$ l/m	
	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s
0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1
0,4	1,1	0,5	0,4	0,3	0,1	0,2
0,6	2,3	0,7	0,9	0,5	0,4	0,3
0,8	3,8	1,0	1,5	0,7	0,5	0,4
1,0	5,7	1,2	2,2	0,8	0,7	0,5
1,2	7,8	1,5	3,1	1,0	0,9	0,6
1,4	10,3	1,7	4,0	1,2	1,2	0,7
1,6	13,1	2,0	5,1	1,3	1,6	0,8
1,8	16,2	2,2	6,3	1,5	1,9	0,9
2,0	19,5	2,5	7,6	1,7	2,3	1,0
2,2	23,1	2,7	9,0	1,8	2,6	1,1
2,4	27,0	3,0	10,5	2,0	3,1	1,2
2,6	31,2	3,2	12,1	2,2	3,6	1,3
2,8	35,7	3,5	13,8	2,3	4,1	1,4
3,0	40,4	3,7	15,6	2,5	4,6	1,5
3,2	45,3	4,0	17,5	2,7	5,2	1,6
3,4	50,6	4,2	19,5	2,8	5,8	1,7
3,6	56,1	4,5	21,6	3,0	6,5	1,8
3,8	61,8	4,7	23,8	3,2	7,1	1,9
4,0	67,8	5,0	26,2	3,3	7,7	2,0
4,2	74,1	5,2	28,6	3,5	8,4	2,1
4,4			31,0	3,7	9,2	2,2
4,6			33,6	3,9	10,0	2,3
4,8			36,3	4,0	10,8	2,4
5,0			39,1	4,2	11,6	2,5
5,2			42,0	4,4	12,5	2,6
5,4			44,9	4,5	13,3	2,8
5,6			48,0	4,7	14,2	2,9
5,8			51,1	4,9	15,0	3,0
6,0			54,4	5,0	16,1	3,1
6,2					17,1	3,2
6,4					18,0	3,3
6,6					19,1	3,4
6,8					20,2	3,5
7,0					21,3	3,6
7,2					22,3	3,7
7,4					23,5	3,8
7,6					24,7	3,9
7,8					25,9	4,0
8,0					27,0	4,1
8,2					28,3	4,2
8,4					29,6	4,3
8,6					30,9	4,4
8,8					32,2	4,5
9,0					33,5	4,6
9,2					34,9	4,7
9,4					36,3	4,8
9,6					37,6	4,9
9,8					39,2	5,0
10,0					40,6	5,1

Table 20. Pipe resistance pressure gradient, R , and design flow velocity, v , as a function of peak flow rate, \dot{V}_S , for cement-mortar lined ductile cast iron pipes as specified in DIN 28 610 Part 1

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 80		DN 100		DN 125		DN 150	
	$d_i = 80$ mm $V/l = 5,03$ l/m		$d_i = 100$ mm $V/l = 7,85$ l/m		$d_i = 125,6$ mm $V/l = 12,39$ l/m		$d_i = 151$ mm $V/l = 17,9$ l/m	
	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s
1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
2	0,3	0,4	0,1	0,3	0,0	0,2	0,0	0,1
3	0,6	0,6	0,2	0,4	0,1	0,2	0,0	0,2
4	1,0	0,8	0,3	0,5	0,1	0,3	0,0	0,2
5	1,5	1,0	0,5	0,6	0,2	0,4	0,1	0,3
6	2,1	1,2	0,7	0,8	0,2	0,5	0,1	0,3
7	2,8	1,4	0,9	0,9	0,3	0,6	0,1	0,4
8	3,6	1,6	1,2	1,0	0,4	0,6	0,2	0,4
9	4,6	1,8	1,5	1,1	0,5	0,7	0,2	0,5
10	5,6	2,0	1,8	1,3	0,6	0,8	0,2	0,6
11	6,7	2,2	2,2	1,4	0,7	0,9	0,3	0,6
12	8,0	2,4	2,6	1,5	0,8	1,0	0,3	0,7
13	9,3	2,6	3,0	1,7	0,9	1,0	0,4	0,7
14	10,7	2,8	3,4	1,8	1,1	1,1	0,4	0,8
15	12,3	3,0	3,9	1,9	1,2	1,2	0,5	0,8
16	13,9	3,2	4,4	2,0	1,4	1,3	0,6	0,9
17	15,7	3,4	5,0	2,2	1,6	1,4	0,6	0,9
18	17,5	3,6	5,6	2,3	1,7	1,5	0,7	1,0
19	19,5	3,8	6,2	2,4	1,9	1,5	0,8	1,1
20	21,5	4,0	6,8	2,5	2,1	1,6	0,8	1,1
21	23,7	4,2	7,5	2,7	2,3	1,7	0,9	1,2
22	25,9	4,4	8,2	2,8	2,6	1,8	1,0	1,2
23	28,3	4,6	9,0	2,9	2,8	1,9	1,1	1,3
24	30,8	4,8	9,7	3,1	3,0	1,9	1,2	1,3
25	33,3	5,0	10,5	3,2	3,3	2,0	1,3	1,4
26			11,4	3,3	3,5	2,1	1,4	1,5
27			12,2	3,4	3,8	2,2	1,5	1,5
28			13,1	3,6	4,1	2,3	1,6	1,6
29			14,1	3,7	4,4	2,3	1,7	1,6
30			15,0	3,8	4,7	2,4	1,8	1,7
31			16,0	3,9	5,0	2,5	1,9	1,7
32			17,1	4,1	5,3	2,6	2,1	1,8
33			18,1	4,2	5,6	2,7	2,2	1,8
34			19,2	4,3	5,9	2,7	2,3	1,9
35			20,3	4,5	6,3	2,8	2,5	2,0
36			21,5	4,6	6,6	2,9	2,6	2,0
37			22,7	4,7	7,0	3,0	2,7	2,1
38			23,9	4,8	7,4	3,1	2,9	2,1
39			25,1	5,0	7,8	3,1	3,0	2,2
40					8,2	3,2	3,2	2,2
41					8,6	3,3	3,3	2,3
42					9,0	3,4	3,5	2,3
43					9,4	3,5	3,7	2,4
44					9,8	3,6	3,8	2,5
45					10,3	3,6	4,0	2,5
46					10,7	3,7	4,2	2,6
47					11,2	3,8	4,3	2,6
48					11,6	3,9	4,5	2,7
49					12,1	4,0	4,7	2,7
50					12,6	4,0	4,9	2,8

Table 20 (concluded).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 80 $d_i = 80$ mm $V/l = 5,03$ l/m		DN 100 $d_i = 100$ mm $V/l = 7,85$ l/m		DN 125 $d_i = 125,6$ mm $V/l = 12,39$ l/m		DN 150 $d_i = 151$ mm $V/l = 17,9$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
51					13,1	4,1	5,1	2,8
52					13,6	4,2	5,3	2,9
53					14,1	4,3	5,5	3,0
54					14,7	4,4	5,7	3,0
55					15,2	4,4	5,9	3,1
56					15,8	4,5	6,1	3,1
57					16,3	4,6	6,3	3,2
58					16,9	4,7	6,5	3,2
59					17,5	4,8	6,8	3,3
60					18,0	4,8	7,0	3,4
61					18,6	4,9	7,2	3,4
62					19,2	5,0	7,4	3,5
63							7,7	3,5
64							7,9	3,6
65							8,2	3,6
66							8,4	3,7
67							8,7	3,7
68							8,9	3,8
69							9,2	3,9
70							9,4	3,9
71							9,7	4,0
72							10,0	4,0
73							10,3	4,1
74							10,5	4,1
75							10,8	4,2
76							11,1	4,2
77							11,4	4,3
78							11,7	4,4
79							12,0	4,4
80							12,3	4,5
81							12,6	4,5
82							12,9	4,6
83							13,2	4,6
84							13,5	4,7
85							13,8	4,7
86							14,1	4,8
87							14,5	4,9
88							14,8	4,9
89							15,1	5,0

Table 21. Pipe resistance pressure gradient, R , and design flow velocity, v , as a function of peak flow rate, \dot{V}_S , for DIN 1786 copper pipes

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 10		DN 12		DN 15		DN 20		DN 25	
	$d_i = 10 \text{ mm}$ $V/l = 0,08 \text{ l/m}$		$d_i = 13 \text{ mm}$ $V/l = 0,13 \text{ l/m}$		$d_i = 16 \text{ mm}$ $V/l = 0,20 \text{ l/m}$		$d_i = 20 \text{ mm}$ $V/l = 0,31 \text{ l/m}$		$d_i = 25 \text{ mm}$ $V/l = 0,49 \text{ l/m}$	
	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s
0,01	0,5	0,13	0,2	0,08	0,1	0,05	0,0	0,03	0,0	0,02
0,02	1,6	0,25	0,5	0,15	0,2	0,10	0,1	0,06	0,0	0,04
0,03	3,2	0,38	0,9	0,23	0,4	0,15	0,1	0,10	0,0	0,06
0,04	5,2	0,51	1,5	0,30	0,6	0,20	0,2	0,13	0,1	0,08
0,05	7,7	0,64	2,2	0,38	0,8	0,25	0,3	0,16	0,1	0,10
0,06	10,5	0,76	3,0	0,45	1,1	0,30	0,4	0,19	0,1	0,12
0,07	13,7	0,89	4,0	0,53	1,5	0,35	0,5	0,22	0,2	0,14
0,08	17,2	1,02	5,0	0,60	1,9	0,40	0,7	0,25	0,2	0,16
0,09	21,1	1,15	6,1	0,68	2,3	0,45	0,8	0,29	0,3	0,18
0,10	25,4	1,3	7,3	0,8	2,7	0,5	1,0	0,3	0,3	0,2
0,15	51,5	1,9	14,8	1,1	5,5	0,7	1,9	0,5	0,7	0,3
0,20	85,5	2,5	24,5	1,5	9,1	1,0	3,2	0,6	1,1	0,4
0,25	126,8	3,2	36,2	1,9	13,5	1,2	4,7	0,8	1,6	0,5
0,30	175,2	3,8	49,9	2,3	18,5	1,5	6,4	1,0	2,2	0,6
0,35	230,5	4,5	65,6	2,6	24,3	1,7	8,4	1,1	2,9	0,7
0,40	292,5	5,1	83,1	3,0	30,8	2,0	10,6	1,3	3,7	0,8
0,45			102,4	3,4	37,9	2,2	13,1	1,4	4,5	0,9
0,50			123,6	3,8	45,7	2,5	15,7	1,6	5,4	1,0
0,55			146,5	4,1	54,1	2,7	18,6	1,8	6,4	1,1
0,60			171,1	4,5	63,2	3,0	21,7	1,9	7,5	1,2
0,65			197,5	4,9	72,9	3,2	25,0	2,1	8,6	1,3
0,70			225,5	5,3	83,2	3,5	28,5	2,2	9,8	1,4
0,75					94,1	3,7	32,3	2,4	11,1	1,5
0,80					105,6	4,0	36,2	2,5	12,4	1,6
0,85					117,6	4,2	40,3	2,7	13,9	1,7
0,90					130,3	4,5	44,6	2,9	15,3	1,8
0,95					143,6	4,7	49,2	3,0	16,9	1,9
1,00					157,4	5,0	53,9	3,2	18,5	2,0
1,05							58,8	3,3	20,2	2,1
1,10							63,9	3,5	21,9	2,2
1,15							69,2	3,7	23,7	2,3
1,20							74,7	3,8	25,6	2,4
1,25							80,3	4,0	27,5	2,5
1,30							86,2	4,1	29,5	2,6
1,35							92,2	4,3	31,6	2,8
1,40							98,4	4,5	33,7	2,9
1,45							104,8	4,6	35,9	3,0
1,50							111,4	4,8	38,1	3,1
1,55							118,2	4,9	40,4	3,2
1,60							125,1	5,1	42,8	3,3
1,65									45,2	3,4
1,70									47,7	3,5
1,75									50,2	3,6
1,80									52,8	3,7
1,85									55,5	3,8
1,90									58,2	3,9
1,95									61,0	4,0
2,00									63,9	4,1
2,05									66,8	4,2
2,10									69,7	4,3
2,15									72,7	4,4
2,20									75,8	4,5
2,25									78,9	4,6
2,30									82,1	4,7
2,35									85,4	4,8
2,40									88,7	4,9
2,45									92,0	5,0
2,50									95,4	5,1

Table 21 (continued).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 32 $d_i = 32$ mm $V/l = 0,80$ l/m		DN 40 $d_i = 39$ mm $V/l = 1,19$ l/m		DN 50 $d_i = 50$ mm $V/l = 1,96$ l/m		*) $d_i = 60$ mm $V/l = 2,83$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1
0,4	1,1	0,5	0,4	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1
0,6	2,3	0,7	0,9	0,5	0,3	0,3	0,1	0,2
0,8	3,8	1,0	1,5	0,7	0,5	0,4	0,2	0,3
1,0	5,7	1,2	2,2	0,8	0,7	0,5	0,3	0,4
1,2	7,8	1,5	3,1	1,0	0,9	0,6	0,4	0,4
1,4	10,3	1,7	4,0	1,2	1,2	0,7	0,5	0,5
1,6	13,1	2,0	5,1	1,3	1,6	0,8	0,6	0,6
1,8	16,2	2,2	6,3	1,5	1,9	0,9	0,8	0,6
2,0	19,5	2,5	7,6	1,7	2,3	1,0	1,0	0,7
2,2	23,1	2,7	9,0	1,8	2,7	1,1	1,1	0,8
2,4	27,0	3,0	10,5	2,0	3,2	1,2	1,3	0,8
2,6	31,2	3,2	12,1	2,2	3,7	1,3	1,5	0,9
2,8	35,7	3,5	13,8	2,3	4,2	1,4	1,8	1,0
3,0	40,4	3,7	15,6	2,5	4,7	1,5	2,0	1,1
3,2	45,3	4,0	17,5	2,7	5,3	1,6	2,2	1,1
3,4	50,6	4,2	19,5	2,8	5,9	1,7	2,5	1,2
3,6	56,1	4,5	21,6	3,0	6,6	1,8	2,7	1,3
3,8	61,8	4,7	23,8	3,2	7,2	1,9	3,0	1,3
4,0	67,8	5,0	26,2	3,3	7,9	2,0	3,3	1,4
4,2	74,1	5,2	28,6	3,5	8,6	2,1	3,6	1,5
4,4			31,0	3,7	9,4	2,2	3,9	1,6
4,6			33,6	3,9	10,2	2,3	4,2	1,6
4,8			36,3	4,0	11,0	2,4	4,6	1,7
5,0			39,1	4,2	11,8	2,5	4,9	1,8
5,2			42,0	4,4	12,7	2,6	5,3	1,8
5,4			44,9	4,5	13,6	2,8	5,7	1,9
5,6			48,0	4,7	14,5	2,9	6,0	2,0
5,8			51,1	4,9	15,4	3,0	6,4	2,1
6,0			54,4	5,0	16,4	3,1	6,8	2,1
6,2					17,4	3,2	7,3	2,2
6,4					18,4	3,3	7,7	2,3
6,6					19,5	3,4	8,1	2,3
6,8					20,6	3,5	8,6	2,4
7,0					21,7	3,6	9,0	2,5
7,2					22,8	3,7	9,5	2,5
7,4					24,0	3,8	10,0	2,6
7,6					25,2	3,9	10,5	2,7
7,8					26,4	4,0	11,0	2,8
8,0					27,6	4,1	11,5	2,8
8,2					28,9	4,2	12,0	2,9
8,4					30,2	4,3	12,5	3,0
8,6					31,5	4,4	13,1	3,0
8,8					32,8	4,5	13,6	3,1
9,0					34,2	4,6	14,2	3,2
9,2					35,6	4,7	14,8	3,3
9,4					37,0	4,8	15,4	3,3
9,6					38,4	4,9	15,9	3,4
9,8					39,9	5,0	16,6	3,5
10,0					41,4	5,1	17,2	3,5

*) Corresponding nominal size (DN 60) not standardized.

Table 21 (continued).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 32 $d_i = 32$ mm $V/l = 0,80$ l/m		DN 40 $d_i = 39$ mm $V/l = 1,19$ l/m		DN 50 $d_i = 50$ mm $V/l = 1,96$ l/m		*) $d_i = 60$ mm $V/l = 2,83$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
10,2							17,8	3,6
10,4							18,4	3,7
10,6							19,1	3,7
10,8							19,7	3,8
11,0							20,4	3,9
11,2							21,1	4,0
11,4							21,8	4,0
11,6							22,5	4,1
11,8							23,2	4,2
12,0							23,9	4,2
12,2							24,6	4,3
12,4							25,3	4,4
12,6							26,1	4,5
12,8							26,9	4,5
13,0							27,6	4,6
13,2							28,4	4,7
13,4							29,2	4,7
13,6							30,0	4,8
13,8							30,8	4,9
14,0							31,6	5,0

For *), see page 32.

Table 21 (continued).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 65 $d_i = 72,1$ mm $V/l = 4,08$ l/m		DN 80 $d_i = 84,9$ mm $V/l = 5,66$ l/m		DN 100 $d_i = 103$ mm $V/l = 8,33$ l/m		DN 125 $d_i = 127$ mm $V/l = 12,67$ l/m		DN 150 $d_i = 153$ mm $V/l = 18,39$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
2	0,4	0,5	0,2	0,4	0,1	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1
3	0,8	0,7	0,4	0,5	0,1	0,4	0,1	0,2	0,0	0,2
4	1,4	1,0	0,6	0,7	0,2	0,5	0,1	0,3	0,0	0,2
5	2,0	1,2	0,9	0,9	0,4	0,6	0,1	0,4	0,1	0,3
6	2,8	1,5	1,3	1,1	0,5	0,7	0,2	0,5	0,1	0,3
7	3,7	1,7	1,7	1,2	0,7	0,8	0,2	0,6	0,1	0,4
8	4,7	2,0	2,2	1,4	0,9	1,0	0,3	0,6	0,1	0,4
9	5,9	2,2	2,7	1,6	1,1	1,1	0,4	0,7	0,2	0,5
10	7,1	2,4	3,2	1,8	1,3	1,2	0,5	0,8	0,2	0,5
11	8,4	2,7	3,8	1,9	1,5	1,3	0,6	0,9	0,2	0,6
12	9,9	2,9	4,5	2,1	1,8	1,4	0,6	0,9	0,3	0,7
13	11,4	3,2	5,2	2,3	2,0	1,6	0,7	1,0	0,3	0,7
14	13,0	3,4	5,9	2,5	2,3	1,7	0,9	1,1	0,4	0,8
15	14,8	3,7	6,7	2,6	2,6	1,8	1,0	1,2	0,4	0,8
16	16,6	3,9	7,5	2,8	3,0	1,9	1,1	1,3	0,4	0,9
17	18,5	4,2	8,4	3,0	3,3	2,0	1,2	1,3	0,5	0,9
18	20,5	4,4	9,3	3,2	3,7	2,2	1,3	1,4	0,5	1,0
19	22,7	4,7	10,3	3,4	4,1	2,3	1,5	1,5	0,6	1,0
20	24,9	4,9	11,3	3,5	4,5	2,4	1,6	1,6	0,7	1,1
21	27,2	5,1	12,3	3,7	4,9	2,5	1,8	1,7	0,7	1,1
22			13,4	3,9	5,3	2,6	1,9	1,7	0,8	1,2
23			14,6	4,1	5,7	2,8	2,1	1,8	0,9	1,3
24			15,7	4,2	6,2	2,9	2,3	1,9	0,9	1,3
25			17,0	4,4	6,7	3,0	2,4	2,0	1,0	1,4
26			18,2	4,6	7,2	3,1	2,6	2,1	1,1	1,4
27			19,5	4,8	7,7	3,2	2,8	2,1	1,1	1,5
28			20,8	4,9	8,2	3,4	3,0	2,2	1,2	1,5
29			22,2	5,1	8,7	3,5	3,2	2,3	1,3	1,6
30					9,3	3,6	3,4	2,4	1,4	1,6
31					9,9	3,7	3,6	2,4	1,5	1,7
32					10,4	3,8	3,8	2,5	1,6	1,7
33					11,0	4,0	4,0	2,6	1,6	1,8
34					11,7	4,1	4,2	2,7	1,7	1,8
35					12,3	4,2	4,5	2,8	1,8	1,9
36					12,9	4,3	4,7	2,8	1,9	2,0
37					13,6	4,4	4,9	2,9	2,0	2,0
38					14,3	4,6	5,2	3,0	2,1	2,1
39					15,0	4,7	5,4	3,1	2,2	2,1
40					15,7	4,8	5,7	3,2	2,3	2,2
41					16,4	4,9	6,0	3,2	2,4	2,2
42					17,1	5,0	6,2	3,3	2,5	2,3
43					17,9	5,2	6,5	3,4	2,6	2,3
44							6,8	3,5	2,8	2,4
45							7,1	3,6	2,9	2,4
46							7,4	3,6	3,0	2,5
47							7,6	3,7	3,1	2,6
48							7,9	3,8	3,2	2,6
49							8,2	3,9	3,4	2,7
50							8,6	3,9	3,5	2,7

Table 21 (concluded).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 65 $d_i = 72,1$ mm $V/l = 4,08$ l/m		DN 80 $d_i = 84,9$ mm $V/l = 5,66$ l/m		DN 100 $d_i = 103$ mm $V/l = 8,33$ l/m		DN 125 $d_i = 127$ mm $V/l = 12,67$ l/m		DN 150 $d_i = 153$ mm $V/l = 18,39$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
51							8,9	4,0	3,6	2,8
52							9,2	4,1	3,7	2,8
53							9,5	4,2	3,9	2,9
54							9,8	4,3	4,0	2,9
55							10,2	4,3	4,1	3,0
56							10,5	4,4	4,3	3,0
57							10,9	4,5	4,4	3,1
58							11,2	4,6	4,6	3,2
59							11,6	4,7	4,7	3,2
60							11,9	4,7	4,9	3,3
61							12,3	4,8	5,0	3,3
62							12,7	4,9	5,1	3,4
63							13,1	5,0	5,3	3,4
64							13,4	5,1	5,5	3,5
65									5,6	3,5
66									5,8	3,6
67									5,9	3,6
68									6,1	3,7
69									6,3	3,8
70									6,4	3,8
71									6,6	3,9
72									6,8	3,9
73									6,9	4,0
74									7,1	4,0
75									7,3	4,1
76									7,5	4,1
77									7,6	4,2
78									7,8	4,2
79									8,0	4,3
80									8,2	4,4
81									8,4	4,4
82									8,6	4,5
83									8,8	4,5
84									9,0	4,6
85									9,2	4,6
86									9,4	4,7
87									9,6	4,7
88									9,8	4,8
89									10,0	4,8
90									10,2	4,9
91									10,4	4,9
92									10,6	5,0
93									10,8	5,1

Table 22. Pipe resistance pressure gradient, R , and design flow velocity, v , as a function of peak flow rate, \dot{V}_S , for DIN 19 532 PVC-U pipes rated for 16 bar

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 10 $d_i = 13,6 \text{ mm}$ $V/l = 0,15 \text{ l/m}$		DN 15 $d_i = 17,0 \text{ mm}$ $V/l = 0,23 \text{ l/m}$		DN 20 $d_i = 21,2 \text{ mm}$ $V/l = 0,35 \text{ l/m}$	
	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s
0,05	1,8	0,3	0,6	0,2	0,2	0,1
0,10	6,0	0,7	2,1	0,4	0,7	0,3
0,15	12,2	1,0	4,2	0,7	1,5	0,4
0,20	20,2	1,4	7,0	0,9	2,4	0,6
0,25	30,1	1,7	10,3	1,1	3,6	0,7
0,30	41,6	2,1	14,2	1,3	4,9	0,8
0,35	54,9	2,4	18,7	1,5	6,5	1,0
0,40	69,8	2,8	23,7	1,8	8,2	1,1
0,45	86,3	3,1	29,3	2,0	10,1	1,3
0,50	104,4	3,4	35,4	2,2	12,2	1,4
0,55	124,2	3,8	42,0	2,4	14,5	1,6
0,60	145,5	4,1	49,1	2,6	16,9	1,7
0,65	168,4	4,5	56,7	2,9	19,5	1,8
0,70	192,8	4,8	64,9	3,1	22,3	2,0
0,75	218,8	5,2	73,5	3,3	25,2	2,1
0,80			82,7	3,5	28,3	2,3
0,85			92,3	3,7	31,6	2,4
0,90			102,5	4,0	35,0	2,5
0,95			113,1	4,2	38,6	2,7
1,00			124,2	4,4	42,3	2,8
1,05			135,8	4,6	46,2	3,0
1,10			147,9	4,8	50,3	3,1
1,15			160,5	5,1	54,6	3,3
1,20			173,5	5,3	58,9	3,4
1,25					63,5	3,5
1,30					68,2	3,7
1,35					73,1	3,8
1,40					78,1	4,0
1,45					83,2	4,1
1,50					88,6	4,2
1,55					94,1	4,4
1,60					99,7	4,5
1,65					105,5	4,7
1,70					111,4	4,8
1,75					117,5	5,0
1,80					123,8	5,1

Table 22 (continued).

Peak flow rate, \dot{V}_s , in l/s	DN 25		DN 32		DN 40	
	$d_i = 27,2$ mm $V/l = 0,58$ l/m		$d_i = 34,0$ mm $V/l = 0,91$ l/m		$d_i = 42,6$ mm $V/l = 1,43$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	0,0	0,1
0,2	0,7	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
0,3	1,5	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2
0,4	2,5	0,7	0,9	0,4	0,3	0,3
0,5	3,7	0,9	1,3	0,6	0,4	0,4
0,6	5,1	1,0	1,8	0,7	0,6	0,4
0,7	6,7	1,2	2,3	0,8	0,8	0,5
0,8	8,5	1,4	2,9	0,9	1,0	0,6
0,9	10,5	1,5	3,6	1,0	1,2	0,6
1,0	12,7	1,7	4,3	1,1	1,5	0,7
1,1	15,0	1,9	5,1	1,2	1,7	0,8
1,2	17,6	2,1	6,0	1,3	2,0	0,8
1,3	20,3	2,2	6,9	1,4	2,3	0,9
1,4	23,2	2,4	7,9	1,5	2,7	1,0
1,5	26,3	2,6	8,9	1,7	3,0	1,1
1,6	29,6	2,8	10,0	1,8	3,4	1,1
1,7	33,0	2,9	11,2	1,9	3,8	1,2
1,8	36,6	3,1	12,4	2,0	4,2	1,3
1,9	40,4	3,3	13,7	2,1	4,6	1,3
2,0	44,4	3,4	15,0	2,2	5,1	1,4
2,1	48,5	3,6	16,4	2,3	5,5	1,5
2,2	52,8	3,8	17,8	2,4	6,0	1,5
2,3	57,3	4,0	19,3	2,5	6,5	1,6
2,4	61,9	4,1	20,9	2,6	7,0	1,7
2,5	66,7	4,3	22,5	2,8	7,5	1,8
2,6	71,7	4,5	24,2	2,9	8,1	1,8
2,7	76,9	4,6	25,9	3,0	8,7	1,9
2,8	82,2	4,8	27,6	3,1	9,3	2,0
2,9	87,7	5,0	29,5	3,2	9,9	2,0
3,0	93,3	5,2	31,4	3,3	10,5	2,1
3,1			33,3	3,4	11,1	2,2
3,2			35,3	3,5	11,8	2,2
3,3			37,3	3,6	12,5	2,3
3,4			39,4	3,7	13,2	2,4
3,5			41,6	3,9	13,9	2,5
3,6			43,8	4,0	14,6	2,5
3,7			46,0	4,1	15,3	2,6
3,8			48,3	4,2	16,1	2,7
3,9			50,7	4,3	16,9	2,7
4,0			53,1	4,4	17,7	2,8
4,1			55,6	4,5	18,5	2,9
4,2			58,1	4,6	19,3	2,9
4,3			60,7	4,7	20,2	3,0
4,4			63,3	4,8	21,0	3,1
4,5			66,0	5,0	21,9	3,2
4,6			68,7	5,1	22,8	3,2
4,7					23,7	3,3
4,8					24,7	3,4
4,9					25,6	3,4
5,0					26,6	3,5

Peak flow rate, \dot{V}_s , in l/s	DN 25		DN 32		DN 40	
	$d_i = 27,2$ mm $V/l = 0,58$ l/m		$d_i = 34,0$ mm $V/l = 0,91$ l/m		$d_i = 42,6$ mm $V/l = 1,43$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
5,1					27,6	3,6
5,2					28,5	3,6
5,3					29,6	3,7
5,4					30,6	3,8
5,5					31,6	3,9
5,6					32,7	3,9
5,7					33,8	4,0
5,8					34,9	4,1
5,9					36,0	4,1
6,0					37,1	4,2
6,1					38,3	4,3
6,2					39,4	4,3
6,3					40,6	4,4
6,4					41,8	4,5
6,5					43,0	4,6
6,6					44,2	4,6
6,7					45,5	4,7
6,8					46,8	4,8
6,9					48,0	4,8
7,0					49,3	4,9
7,1					50,6	5,0
7,2					52,0	5,1

Table 22 (continued).

Peak flow rate, \dot{V}_s , in l/s	DN 50		DN 65		DN 80		Peak flow rate, \dot{V}_s , in l/s	DN 50		DN 65		DN 80	
	$d_i = 53,6$ mm $V/l = 2,26$ l/m		$d_i = 63,8$ mm $V/l = 3,20$ l/m		$d_i = 76,6$ mm $V/l = 4,61$ l/m			$d_i = 53,6$ mm $V/l = 2,26$ l/m		$d_i = 63,8$ mm $V/l = 3,20$ l/m		$d_i = 76,6$ mm $V/l = 4,61$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s		R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
0,25	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	12,75			20,6	4,0	8,5	2,8
0,50	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	13,00			21,4	4,1	8,8	2,8
0,75	0,3	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	13,25			22,1	4,1	9,1	2,9
1,00	0,5	0,4	0,2	0,3	0,1	0,2	13,50			22,9	4,2	9,4	2,9
1,25	0,7	0,6	0,3	0,4	0,1	0,3	13,75			23,7	4,3	9,7	3,0
1,50	1,0	0,7	0,4	0,5	0,2	0,3	14,00			24,5	4,4	10,0	3,0
1,75	1,3	0,8	0,6	0,5	0,2	0,4	14,25			25,3	4,5	10,4	3,1
2,00	1,7	0,9	0,7	0,6	0,3	0,4	14,50			26,1	4,5	10,7	3,1
2,25	2,1	1,0	0,9	0,7	0,4	0,5	14,75			27,0	4,6	11,0	3,2
2,50	2,5	1,1	1,1	0,8	0,4	0,5	15,00			27,8	4,7	11,4	3,3
2,75	3,0	1,2	1,3	0,9	0,5	0,6	15,25			28,7	4,8	11,7	3,3
3,00	3,5	1,3	1,5	0,9	0,6	0,7	15,50			29,6	4,8	12,1	3,4
3,25	4,0	1,4	1,7	1,0	0,7	0,7	15,75			30,5	4,9	12,5	3,4
3,50	4,6	1,6	2,0	1,1	0,8	0,8	16,00			31,4	5,0	12,8	3,5
3,75	5,2	1,7	2,2	1,2	0,9	0,8	16,25			32,3	5,1	13,2	3,5
4,00	5,8	1,8	2,5	1,3	1,0	0,9	16,50					13,6	3,6
4,25	6,5	1,9	2,8	1,3	1,2	0,9	16,75					13,9	3,6
4,50	7,2	2,0	3,1	1,4	1,3	1,0	17,00					14,3	3,7
4,75	7,9	2,1	3,4	1,5	1,4	1,0	17,25					14,7	3,7
5,00	8,7	2,2	3,7	1,6	1,6	1,1	17,50					15,1	3,8
5,25	9,5	2,3	4,1	1,6	1,7	1,1	17,75					15,5	3,9
5,50	10,3	2,4	4,4	1,7	1,8	1,2	18,00					15,9	3,9
5,75	11,2	2,5	4,8	1,8	2,0	1,2	18,25					16,3	4,0
6,00	12,1	2,7	5,2	1,9	2,2	1,3	18,50					16,7	4,0
6,25	13,1	2,8	5,6	2,0	2,3	1,4	18,75					17,2	4,1
6,50	14,0	2,9	6,0	2,0	2,5	1,4	19,00					17,6	4,1
6,75	15,0	3,0	6,4	2,1	2,7	1,5	19,25					18,0	4,2
7,00	16,1	3,1	6,9	2,2	2,8	1,5	19,50					18,5	4,2
7,25	17,1	3,2	7,3	2,3	3,0	1,6	19,75					18,9	4,3
7,50	18,2	3,3	7,8	2,3	3,2	1,6	20,00					19,3	4,3
7,75	19,3	3,4	8,3	2,4	3,4	1,7	20,25					19,8	4,4
8,00	20,5	3,5	8,8	2,5	3,6	1,7	20,50					20,2	4,4
8,25	21,7	3,7	9,3	2,6	3,8	1,8	20,75					20,7	4,5
8,50	22,9	3,8	9,8	2,7	4,0	1,8	21,00					21,2	4,6
8,75	24,2	3,9	10,3	2,7	4,3	1,9	21,25					21,6	4,6
9,00	25,5	4,0	10,9	2,8	4,5	2,0	21,50					22,1	4,7
9,25	26,8	4,1	11,4	2,9	4,7	2,0	21,75					22,6	4,7
9,50	28,1	4,2	12,0	3,0	4,9	2,1	22,00					23,1	4,8
9,75	29,5	4,3	12,6	3,0	5,2	2,1	22,25					23,6	4,8
10,00	30,9	4,4	13,2	3,1	5,4	2,2	22,50					24,0	4,9
10,25	32,3	4,5	13,8	3,2	5,7	2,2	22,75					24,5	4,9
10,50	33,8	4,7	14,4	3,3	5,9	2,3	23,00					25,0	5,0
10,75	35,3	4,8	15,1	3,4	6,2	2,3	23,25					25,6	5,0
11,00	36,9	4,9	15,7	3,4	6,5	2,4	23,50					26,1	5,1
11,25	38,4	5,0	16,4	3,5	6,7	2,4							
11,50			17,1	3,6	7,0	2,5							
11,75			17,7	3,7	7,3	2,5							
12,00			18,4	3,8	7,6	2,6							
12,25			19,2	3,8	7,9	2,7							
12,50			19,9	3,9	8,2	2,7							

Table 22 (concluded).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 100		DN 125		DN 150	
	$d_i = 93,6$ mm $V/l = 6,88$ l/m		$d_i = 119,2$ mm $V/l = 11,16$ l/m		$d_i = 136,2$ mm $V/l = 14,57$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
2	0,1	0,3	0,0	0,2	0,0	0,1
3	0,2	0,4	0,1	0,3	0,0	0,2
4	0,4	0,6	0,1	0,4	0,1	0,3
5	0,6	0,7	0,2	0,4	0,1	0,3
6	0,8	0,9	0,3	0,5	0,1	0,4
7	1,1	1,0	0,3	0,6	0,2	0,5
8	1,4	1,2	0,4	0,7	0,2	0,5
9	1,7	1,3	0,5	0,8	0,3	0,6
10	2,1	1,5	0,6	0,9	0,3	0,7
11	2,4	1,6	0,8	1,0	0,4	0,8
12	2,9	1,7	0,9	1,1	0,5	0,8
13	3,3	1,9	1,0	1,2	0,5	0,9
14	3,8	2,0	1,2	1,3	0,6	1,0
15	4,3	2,2	1,3	1,3	0,7	1,0
16	4,8	2,3	1,5	1,4	0,8	1,1
17	5,4	2,5	1,7	1,5	0,9	1,2
18	6,0	2,6	1,9	1,6	1,0	1,2
19	6,6	2,8	2,0	1,7	1,1	1,3
20	7,3	2,9	2,2	1,8	1,2	1,4
21	8,0	3,1	2,5	1,9	1,3	1,4
22	8,7	3,2	2,7	2,0	1,4	1,5
23	9,4	3,3	2,9	2,1	1,5	1,6
24	10,2	3,5	3,1	2,2	1,6	1,6
25	11,0	3,6	3,4	2,2	1,8	1,7
26	11,8	3,8	3,6	2,3	1,9	1,8
27	12,6	3,9	3,9	2,4	2,0	1,9
28	13,5	4,1	4,2	2,5	2,2	1,9
29	14,4	4,2	4,4	2,6	2,3	2,0
30	15,3	4,4	4,7	2,7	2,5	2,1
31	16,3	4,5	5,0	2,8	2,6	2,1
32	17,3	4,7	5,3	2,9	2,8	2,2
33	18,3	4,8	5,6	3,0	2,9	2,3
34	19,3	4,9	5,9	3,0	3,1	2,3
35	20,4	5,1	6,3	3,1	3,3	2,4
36			6,6	3,2	3,4	2,5
37			6,9	3,3	3,6	2,5
38			7,3	3,4	3,8	2,6
39			7,6	3,5	4,0	2,7
40			8,0	3,6	4,2	2,7
41			8,4	3,7	4,4	2,8
42			8,8	3,8	4,6	2,9
43			9,1	3,9	4,8	3,0
44			9,5	3,9	5,0	3,0
45			9,9	4,0	5,2	3,1
46			10,4	4,1	5,4	3,2
47			10,8	4,2	5,6	3,2
48			11,2	4,3	5,8	3,3
49			11,6	4,4	6,1	3,4
50			12,1	4,5	6,3	3,4

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 100		DN 125		DN 150	
	$d_i = 93,6$ mm $V/l = 6,88$ l/m		$d_i = 119,2$ mm $V/l = 11,16$ l/m		$d_i = 136,2$ mm $V/l = 14,57$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
51			12,5	4,6	6,5	3,5
52			13,0	4,7	6,8	3,6
53			13,5	4,7	7,0	3,6
54			13,9	4,8	7,3	3,7
55			14,4	4,9	7,5	3,8
56			14,9	5,0	7,8	3,8
57			15,4	5,1	8,0	3,9
58					8,3	4,0
59					8,5	4,0
60					8,8	4,1
61					9,1	4,2
62					9,4	4,3
63					9,7	4,3
64					9,9	4,4
65					10,2	4,5
66					10,5	4,5
67					10,8	4,6
68					11,1	4,7
69					11,4	4,7
70					11,7	4,8
71					12,0	4,9
72					12,4	4,9
73					12,7	5,0
74					13,0	5,1

Table 23. Pipe resistance pressure gradient, R , and design flow velocity, v , as a function of peak flow rate, \dot{V}_S , for DIN 19 532 PVC-U pipes rated for 10 bar

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 50 $d_i = 57,0$ mm $V/l = 2,55$ l/m		DN 65 $d_i = 67,8$ mm $V/l = 3,61$ l/m		DN 80 $d_i = 81,4$ mm $V/l = 5,20$ l/m	
	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s
0,5	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1
1,0	0,4	0,4	0,2	0,3	0,1	0,2
1,5	0,7	0,6	0,3	0,4	0,1	0,3
2,0	1,2	0,8	0,5	0,6	0,2	0,4
2,5	1,9	1,0	0,8	0,7	0,3	0,5
3,0	2,6	1,2	1,1	0,8	0,5	0,6
3,5	3,4	1,4	1,5	1,0	0,6	0,7
4,0	4,3	1,6	1,9	1,1	0,8	0,8
4,5	5,3	1,8	2,3	1,2	1,0	0,9
5,0	6,5	2,0	2,8	1,4	1,2	1,0
5,5	7,7	2,2	3,3	1,5	1,4	1,1
6,0	9,0	2,4	3,9	1,7	1,6	1,2
6,5	10,4	2,5	4,5	1,8	1,9	1,2
7,0	11,9	2,7	5,1	1,9	2,1	1,3
7,5	13,5	2,9	5,8	2,1	2,4	1,4
8,0	15,2	3,1	6,5	2,2	2,7	1,5
8,5	17,0	3,3	7,3	2,4	3,0	1,6
9,0	18,9	3,5	8,1	2,5	3,3	1,7
9,5	20,8	3,7	8,9	2,6	3,7	1,8
10,0	22,9	3,9	9,8	2,8	4,0	1,9
10,5	25,0	4,1	10,7	2,9	4,4	2,0
11,0	27,3	4,3	11,7	3,0	4,8	2,1
11,5	29,6	4,5	12,7	3,2	5,2	2,2
12,0	32,0	4,7	13,7	3,3	5,6	2,3
12,5	34,5	4,9	14,8	3,5	6,1	2,4
13,0	37,1	5,1	15,9	3,6	6,5	2,5
13,5			17,0	3,7	7,0	2,6
14,0			18,2	3,9	7,5	2,7
14,5			19,4	4,0	8,0	2,8
15,0			20,7	4,2	8,5	2,9
15,5			22,0	4,3	9,0	3,0
16,0			23,3	4,4	9,5	3,1
16,5			24,6	4,6	10,1	3,2
17,0			26,0	4,7	10,7	3,3
17,5			27,5	4,8	11,2	3,4
18,0			28,9	5,0	11,8	3,5
18,5			30,4	5,1	12,4	3,6
19,0			32,0	5,3	13,1	3,7
19,5					13,7	3,7
20,0					14,4	3,8
20,5					15,0	3,9
21,0					15,7	4,0
21,5					16,4	4,1
22,0					17,1	4,2
22,5					17,9	4,3
23,0					18,6	4,4
23,5					19,3	4,5
24,0					20,1	4,6
24,5					20,9	4,7
25,0					21,7	4,8
25,5					22,5	4,9
26,0					23,3	5,0
26,5					24,2	5,1

Table 23 (concluded).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 100		DN 125		DN 150	
	$d_i = 99,4 \text{ mm}$ $V/l = 7,76 \text{ l/m}$		$d_i = 126,6 \text{ mm}$ $V/l = 12,59 \text{ l/m}$		$d_i = 144,6 \text{ mm}$ $V/l = 16,42 \text{ l/m}$	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
2	0,1	0,3	0,0	0,2	0,0	0,1
3	0,2	0,4	0,1	0,2	0,0	0,2
4	0,3	0,5	0,1	0,3	0,0	0,2
5	0,4	0,6	0,1	0,4	0,1	0,3
6	0,6	0,8	0,2	0,5	0,1	0,4
7	0,8	0,9	0,3	0,6	0,1	0,4
8	1,0	1,0	0,3	0,6	0,2	0,5
9	1,3	1,2	0,4	0,7	0,2	0,5
10	1,5	1,3	0,5	0,8	0,3	0,6
11	1,8	1,4	0,6	0,9	0,3	0,7
12	2,1	1,5	0,7	1,0	0,4	0,7
13	2,5	1,7	0,8	1,0	0,4	0,8
14	2,8	1,8	0,9	1,1	0,5	0,9
15	3,2	1,9	1,0	1,2	0,5	0,9
16	3,6	2,1	1,1	1,3	0,6	1,0
17	4,0	2,2	1,3	1,4	0,7	1,0
18	4,5	2,3	1,4	1,4	0,7	1,1
19	4,9	2,4	1,5	1,5	0,8	1,2
20	5,4	2,6	1,7	1,6	0,9	1,2
21	5,9	2,7	1,8	1,7	1,0	1,3
22	6,5	2,8	2,0	1,7	1,0	1,3
23	7,0	3,0	2,2	1,8	1,1	1,4
24	7,6	3,1	2,3	1,9	1,2	1,5
25	8,2	3,2	2,5	2,0	1,3	1,5
26	8,8	3,4	2,7	2,1	1,4	1,6
27	9,4	3,5	2,9	2,1	1,5	1,6
28	10,1	3,6	3,1	2,2	1,6	1,7
29	10,7	3,7	3,3	2,3	1,7	1,8
30	11,4	3,9	3,5	2,4	1,8	1,8
31	12,1	4,0	3,7	2,5	2,0	1,9
32	12,9	4,1	4,0	2,5	2,1	1,9
33	13,6	4,3	4,2	2,6	2,2	2,0
34	14,4	4,4	4,4	2,7	2,3	2,1
35	15,2	4,5	4,7	2,8	2,4	2,1
36	16,0	4,6	4,9	2,9	2,6	2,2
37	16,8	4,8	5,2	2,9	2,7	2,3
38	17,7	4,9	5,4	3,0	2,8	2,3
39	18,6	5,0	5,7	3,1	3,0	2,4
40	19,5	5,2	6,0	3,2	3,1	2,4
41			6,2	3,3	3,3	2,5
42			6,5	3,3	3,4	2,6
43			6,8	3,4	3,6	2,6
44			7,1	3,5	3,7	2,7
45			7,4	3,6	3,9	2,7
46			7,7	3,7	4,0	2,8
47			8,0	3,7	4,2	2,9
48			8,3	3,8	4,4	2,9
49			8,7	3,9	4,5	3,0
50			9,0	4,0	4,7	3,0
51			9,3	4,1	4,9	3,1
52			9,7	4,1	5,1	3,2
53			10,0	4,2	5,2	3,2
54			10,4	4,3	5,4	3,3
55			10,7	4,4	5,6	3,3
56			11,1	4,4	5,8	3,4
57			11,5	4,5	6,0	3,5
58			11,8	4,6	6,2	3,5
59			12,2	4,7	6,4	3,6
60			12,6	4,8	6,6	3,7

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 100		DN 125		DN 150	
	$d_i = 99,4 \text{ mm}$ $V/l = 7,76 \text{ l/m}$		$d_i = 126,6 \text{ mm}$ $V/l = 12,59 \text{ l/m}$		$d_i = 144,6 \text{ mm}$ $V/l = 16,42 \text{ l/m}$	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
61			13,0	4,8	6,8	3,7
62			13,4	4,9	7,0	3,8
63			13,8	5,0	7,2	3,8
64			14,2	5,1	7,4	3,9
65					7,6	4,0
66					7,8	4,0
67					8,1	4,1
68					8,3	4,1
69					8,5	4,2
70					8,8	4,3
71					9,0	4,3
72					9,2	4,4
73					9,5	4,4
74					9,7	4,5
75					9,9	4,6
76					10,2	4,6
77					10,4	4,7
78					10,7	4,7
79					11,0	4,8
80					11,2	4,9
81					11,5	4,9
82					11,7	5,0
83					12,0	5,1

Table 24. Pipe resistance pressure gradient, R , and design flow velocity, v , as a function of peak flow rate, \dot{V}_S , for DIN 19 533 PE-LD pipes

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 15 $d_i = 16,6$ mm $V/l = 0,22$ l/m		DN 20 $d_i = 21,2$ mm $V/l = 0,35$ l/m		DN 25 $d_i = 26,6$ mm $V/l = 0,56$ l/m		DN 32 $d_i = 33,2$ mm $V/l = 0,87$ l/m	
	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s
0,05	0,7	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
0,10	2,3	0,5	0,7	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1
0,15	4,7	0,7	1,5	0,4	0,5	0,3	0,2	0,2
0,20	7,8	0,9	2,4	0,6	0,8	0,4	0,3	0,2
0,25	11,5	1,2	3,6	0,7	1,2	0,4	0,4	0,3
0,30	15,9	1,4	4,9	0,8	1,7	0,5	0,6	0,3
0,35	21,0	1,6	6,5	1,0	2,2	0,6	0,8	0,4
0,40	26,6	1,8	8,2	1,1	2,8	0,7	1,0	0,5
0,45	32,8	2,1	10,1	1,3	3,4	0,8	1,2	0,5
0,50	39,7	2,3	12,2	1,4	4,1	0,9	1,4	0,6
0,55	47,1	2,5	14,5	1,6	4,9	1,0	1,7	0,6
0,60	55,1	2,8	16,9	1,7	5,7	1,1	2,0	0,7
0,65	63,7	3,0	19,5	1,8	6,5	1,2	2,3	0,8
0,70	72,9	3,2	22,3	2,0	7,5	1,3	2,6	0,8
0,75	82,6	3,5	25,2	2,1	8,4	1,3	2,9	0,9
0,80	92,9	3,7	28,3	2,3	9,5	1,4	3,3	0,9
0,85	103,7	3,9	31,6	2,4	10,5	1,5	3,6	1,0
0,90	115,1	4,2	35,0	2,5	11,7	1,6	4,0	1,0
0,95	127,0	4,4	38,6	2,7	12,9	1,7	4,4	1,1
1,00	139,5	4,6	42,3	2,8	14,1	1,8	4,9	1,2
1,05	152,6	4,9	46,2	3,0	15,4	1,9	5,3	1,2
1,10	166,2	5,1	50,3	3,1	16,7	2,0	5,8	1,3
1,15			54,6	3,3	18,1	2,1	6,2	1,3
1,20			58,9	3,4	19,6	2,2	6,7	1,4
1,25			63,5	3,5	21,1	2,2	7,2	1,4
1,30			68,2	3,7	22,6	2,3	7,8	1,5
1,35			73,1	3,8	24,2	2,4	8,3	1,6
1,40			78,1	4,0	25,9	2,5	8,9	1,6
1,45			83,2	4,1	27,6	2,6	9,4	1,7
1,50			88,6	4,2	29,3	2,7	10,0	1,7
1,55			94,1	4,4	31,1	2,8	10,6	1,8
1,60			99,7	4,5	33,0	2,9	11,3	1,8
1,65			105,5	4,7	34,9	3,0	11,9	1,9
1,70			111,4	4,8	36,8	3,1	12,6	2,0
1,75			117,5	5,0	38,8	3,1	13,2	2,0
1,80			123,8	5,1	40,8	3,2	13,9	2,1
					42,9	3,3	14,6	2,1
					45,1	3,4	15,4	2,2
					47,2	3,5	16,1	2,3
					49,5	3,6	16,8	2,3
					51,8	3,7	17,6	2,4
					54,1	3,8	18,4	2,4
					56,5	3,9	19,2	2,5
					58,9	4,0	20,0	2,5
					61,4	4,0	20,9	2,6
					63,9	4,1	21,7	2,7
					66,5	4,2	22,6	2,7
					69,1	4,3	23,4	2,8
					71,7	4,4	24,3	2,8
					74,4	4,5	25,3	2,9
					77,2	4,6	26,2	2,9
					80,0	4,7	27,1	3,0
					82,9	4,8	28,1	3,1
					85,8	4,9	29,1	3,1
					88,7	4,9	30,0	3,2
					91,7	5,0	31,0	3,2
					94,7	5,1	32,1	3,3
							33,1	3,3
							34,1	3,4
							35,2	3,5

Table 24 (continued).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 25 $d_i = 26,6$ mm $V/l = 0,56$ l/m		DN 32 $d_i = 33,2$ mm $V/l = 0,87$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
3,05			36,3	3,5
3,10			37,4	3,6
3,15			38,5	3,6
3,20			39,6	3,7
3,25			40,8	3,8
3,30			41,9	3,8
3,35			43,1	3,9
3,40			44,3	3,9
3,45			45,5	4,0
3,50			46,7	4,0
3,55			47,9	4,1
3,60			49,2	4,2
3,65			50,4	4,2
3,70			51,7	4,3
3,75			53,0	4,3
3,80			54,3	4,4
3,85			55,6	4,4
3,90			56,9	4,5
3,95			58,3	4,6
4,00			59,7	4,6
4,05			61,0	4,7
4,10			62,4	4,7
4,15			63,8	4,8
4,20			65,3	4,9
4,25			66,7	4,9
4,30			68,2	5,0
4,35			69,6	5,0
4,40			71,1	5,1

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 40 $d_i = 42,0$ mm $V/l = 1,39$ l/m		DN 50 $d_i = 50,0$ mm $V/l = 1,96$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
0,2	0,1	0,1	0,0	0,1
0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
0,4	0,3	0,3	0,1	0,2
0,5	0,5	0,4	0,2	0,3
0,6	0,6	0,4	0,3	0,3
0,7	0,8	0,5	0,4	0,4
0,8	1,1	0,6	0,5	0,4
0,9	1,3	0,6	0,6	0,5
1,0	1,6	0,7	0,7	0,5
1,1	1,9	0,8	0,8	0,6
1,2	2,2	0,9	0,9	0,6
1,3	2,5	0,9	1,1	0,7
1,4	2,9	1,0	1,2	0,7
1,5	3,2	1,1	1,4	0,8
1,6	3,6	1,2	1,6	0,8
1,7	4,0	1,2	1,7	0,9
1,8	4,5	1,3	1,9	0,9
1,9	4,9	1,4	2,1	1,0
2,0	5,4	1,4	2,3	1,0
2,1	5,9	1,5	2,6	1,1
2,2	6,4	1,6	2,8	1,1
2,3	7,0	1,7	3,0	1,2
2,4	7,5	1,7	3,2	1,2
2,5	8,1	1,8	3,5	1,3
2,6	8,7	1,9	3,7	1,3
2,7	9,3	1,9	4,0	1,4
2,8	9,9	2,0	4,3	1,4
2,9	10,6	2,1	4,5	1,5
3,0	11,2	2,2	4,8	1,5
3,1	11,9	2,2	5,1	1,6
3,2	12,6	2,3	5,4	1,6
3,3	13,4	2,4	5,7	1,7
3,4	14,1	2,5	6,1	1,7
3,5	14,9	2,5	6,4	1,8
3,6	15,6	2,6	6,7	1,8
3,7	16,4	2,7	7,1	1,9
3,8	17,3	2,7	7,4	1,9
3,9	18,1	2,8	7,8	2,0
4,0	18,9	2,9	8,1	2,0
4,1	19,8	3,0	8,5	2,1
4,2	20,7	3,0	8,9	2,1
4,3	21,6	3,1	9,3	2,2
4,4	22,5	3,2	9,7	2,2
4,5	23,5	3,2	10,1	2,3
4,6	24,4	3,3	10,5	2,3
4,7	25,4	3,4	10,9	2,4
4,8	26,4	3,5	11,3	2,4
4,9	27,4	3,5	11,7	2,5
5,0	28,5	3,6	12,2	2,5

Table 24 (concluded).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 40 $d_i = 42,0$ mm $V/l = 1,39$ l/m		DN 50 $d_i = 50,0$ mm $V/l = 1,96$ l/m		Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 65 $d_i = 73,2$ mm $V/l = 4,21$ l/m		DN 80 $d_i = 83,2$ mm $V/l = 5,44$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s		R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
5,1	29,5	3,7	12,6	2,6	0,5	0,0	0,1	0,0	0,1
5,2	30,6	3,8	13,1	2,6	1,0	0,1	0,2	0,1	0,2
5,3	31,7	3,8	13,6	2,7	1,5	0,2	0,4	0,1	0,3
5,4	32,8	3,9	14,0	2,8	2,0	0,4	0,5	0,2	0,4
5,5	33,9	4,0	14,5	2,8	2,5	0,6	0,6	0,3	0,5
5,6	35,1	4,0	15,0	2,9	3,0	0,8	0,7	0,4	0,6
5,7	36,2	4,1	15,5	2,9	3,5	1,0	0,8	0,6	0,6
5,8	37,4	4,2	16,0	3,0	4,0	1,3	1,0	0,7	0,7
5,9	38,6	4,3	16,5	3,0	4,5	1,6	1,1	0,9	0,8
6,0	39,8	4,3	17,0	3,1	5,0	1,9	1,2	1,0	0,9
6,1	41,0	4,4	17,5	3,1	5,5	2,3	1,3	1,2	1,0
6,2	42,3	4,5	18,0	3,2	6,0	2,7	1,4	1,4	1,1
6,3	43,5	4,5	18,6	3,2	6,5	3,1	1,5	1,7	1,2
6,4	44,8	4,6	19,1	3,3	7,0	3,5	1,7	1,9	1,3
6,5	46,1	4,7	19,7	3,3	7,5	4,0	1,8	2,2	1,4
6,6	47,4	4,8	20,2	3,4	8,0	4,5	1,9	2,4	1,5
6,7	48,8	4,8	20,8	3,4	8,5	5,0	2,0	2,7	1,6
6,8	50,1	4,9	21,4	3,5	9,0	5,6	2,1	3,0	1,7
6,9	51,5	5,0	21,9	3,5	9,5	6,2	2,3	3,3	1,7
7,0	52,9	5,1	22,5	3,6	10,0	6,8	2,4	3,6	1,8
7,1			23,1	3,6	10,5	7,4	2,5	4,0	1,9
7,2			23,7	3,7	11,0	8,1	2,6	4,3	2,0
7,3			24,3	3,7	11,5	8,7	2,7	4,7	2,1
7,4			25,0	3,8	12,0	9,4	2,9	5,1	2,2
7,5			25,6	3,8	12,5	10,2	3,0	5,5	2,3
7,6			26,2	3,9	13,0	10,9	3,1	5,9	2,4
7,7			26,8	3,9	13,5	11,7	3,2	6,3	2,5
7,8			27,5	4,0	14,0	12,5	3,3	6,7	2,6
7,9			28,1	4,0	14,5	13,4	3,4	7,2	2,7
8,0			28,8	4,1	15,0	14,2	3,6	7,6	2,8
8,1			29,5	4,1	15,5	15,1	3,7	8,1	2,9
8,2			30,1	4,2	16,0	16,0	3,8	8,6	2,9
8,3			30,8	4,2	16,5	16,9	3,9	9,1	3,0
8,4			31,5	4,3	17,0	17,9	4,0	9,6	3,1
8,5			32,2	4,3	17,5	18,9	4,2	10,1	3,2
8,6			32,9	4,4	18,0	19,9	4,3	10,6	3,3
8,7			33,6	4,4	18,5	20,9	4,4	11,2	3,4
8,8			34,3	4,5	19,0	22,0	4,5	11,7	3,5
8,9			35,0	4,5	19,5	23,1	4,6	12,3	3,6
9,0			35,8	4,6	20,0	24,2	4,8	12,9	3,7
9,1			36,5	4,6	20,5	25,3	4,9	13,5	3,8
9,2			37,2	4,7	21,0	26,4	5,0	14,1	3,9
9,3			38,0	4,7	21,5	27,6	5,1	14,8	4,0
9,4			38,8	4,8	22,0			15,4	4,0
9,5			39,5	4,8	22,5			16,0	4,1
9,6			40,3	4,9	23,0			16,7	4,2
9,7			41,1	4,9	23,5			17,4	4,3
9,8			41,9	5,0	24,0			18,1	4,4
9,9			42,7	5,0	24,5			18,8	4,5
10,0			43,5	5,1	25,0			19,5	4,6
					25,5			20,2	4,7
					26,0			21,0	4,8
					26,5			21,7	4,9
					27,0			22,5	5,0
					27,5			23,3	5,1
					28,0			24,0	5,2

Table 25. Pipe resistance pressure gradient, R , and design flow velocity, v , as a function of peak flow rate, \dot{V}_S , for DIN 19 533 PE-HD pipes

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 15 $d_i = 16,0$ mm $V/l = 0,20$ l/m		DN 20 $d_i = 20,4$ mm $V/l = 0,33$ l/m		DN 25 $d_i = 26,0$ mm $V/l = 0,53$ l/m	
	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s
0,05	0,8	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1
0,10	2,8	0,5	0,9	0,3	0,3	0,2
0,15	5,6	0,7	1,8	0,5	0,6	0,3
0,20	9,3	1,0	2,9	0,6	0,9	0,4
0,25	18,8	1,2	4,3	0,8	1,4	0,5
0,30	19,0	1,5	5,9	0,9	1,9	0,6
0,35	25,0	1,7	7,8	1,1	2,4	0,7
0,40	31,8	2,0	9,9	1,2	3,1	0,8
0,45	39,2	2,2	12,2	1,4	3,8	0,8
0,50	47,4	2,5	14,7	1,5	4,5	0,9
0,55	56,3	2,7	17,4	1,7	5,4	1,0
0,60	65,9	3,0	20,3	1,8	6,3	1,1
0,65	76,2	3,2	23,5	2,0	7,3	1,2
0,70	87,2	3,5	26,8	2,1	8,3	1,3
0,75	98,8	3,7	30,3	2,3	9,4	1,4
0,80	111,1	4,0	34,1	2,4	10,6	1,5
0,85	124,1	4,2	38,0	2,6	11,8	1,6
0,90	137,8	4,5	42,2	2,8	13,0	1,7
0,95	152,1	4,7	46,5	2,9	14,4	1,8
1,00	167,1	5,0	51,0	3,1	15,8	1,9
1,05			55,8	3,2	17,2	2,0
1,10			60,7	3,4	18,7	2,1
1,15			65,8	3,5	20,3	2,2
1,20			71,1	3,7	21,9	2,3
1,25			76,6	3,8	23,5	2,4
1,30			82,3	4,0	25,3	2,4
1,35			88,2	4,1	27,1	2,5
1,40			94,2	4,3	28,9	2,6
1,45			100,5	4,4	30,8	2,7
1,50			106,9	4,6	32,8	2,8
1,55			113,5	4,7	34,8	2,9
1,60			120,4	4,9	36,8	3,0
1,65			127,4	5,0	38,9	3,1
1,70					41,1	3,2
1,75					43,3	3,3
1,80					45,6	3,4
1,85					48,0	3,5
1,90					50,4	3,6
1,95					52,8	3,7
2,00					55,3	3,8
2,05					57,9	3,9
2,10					60,5	4,0
2,15					63,1	4,0
2,20					65,8	4,1
2,25					68,6	4,2
2,30					71,4	4,3
2,35					74,3	4,4
2,40					77,2	4,5
2,45					80,2	4,6
2,50					83,2	4,7
2,55					86,3	4,8
2,60					89,5	4,9
2,65					92,7	5,0
2,70					95,9	5,1

Table 25 (continued).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 32		DN 40		DN 50		Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 32		DN 40		DN 50	
	$d_i = 32,6$ mm $V/l = 0,83$ l/m		$d_i = 40,8$ mm $V/l = 1,31$ l/m		$d_i = 51,4$ mm $V/l = 2,07$ l/m			$d_i = 32,6$ mm $V/l = 0,83$ l/m		$d_i = 40,8$ mm $V/l = 13,1$ l/m		$d_i = 51,4$ mm $V/l = 2,07$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s		R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	5,1			34,0	3,9	11,0	2,5
0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,0	0,1	5,2			35,3	4,0	11,4	2,5
0,3	0,6	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	5,3			36,5	4,1	11,9	2,6
0,4	1,1	0,5	0,4	0,3	0,1	0,2	5,4			37,8	4,1	12,3	2,6
0,5	1,6	0,6	0,5	0,4	0,2	0,2	5,5			39,1	4,2	12,7	2,7
0,6	2,1	0,7	0,7	0,5	0,2	0,3	5,6			40,4	4,3	13,1	2,7
0,7	2,8	0,8	1,0	0,5	0,3	0,3	5,7			41,7	4,4	13,5	2,7
0,8	3,6	1,0	1,2	0,6	0,4	0,4	5,8			43,1	4,4	14,0	2,8
0,9	4,4	1,1	1,5	0,7	0,5	0,4	5,9			44,5	4,5	14,4	2,8
1,0	5,3	1,2	1,8	0,8	0,6	0,5	6,0			45,9	4,6	14,9	2,9
1,1	6,3	1,3	2,1	0,8	0,7	0,5	6,1			47,3	4,7	15,3	2,9
1,2	7,3	1,4	2,5	0,9	0,8	0,6	6,2			48,7	4,7	15,8	3,0
1,3	8,5	1,6	2,9	1,0	1,0	0,6	6,3			50,2	4,8	16,2	3,0
1,4	9,7	1,7	3,3	1,1	1,1	0,7	6,4			51,7	4,9	16,7	3,1
1,5	11,0	1,8	3,7	1,1	1,2	0,7	6,5			53,2	5,0	17,2	3,1
1,6	12,3	1,9	4,2	1,2	1,4	0,8	6,6			54,7	5,0	17,7	3,2
1,7	13,7	2,0	4,6	1,3	1,5	0,8	6,7			56,2	5,1	18,2	3,2
1,8	15,2	2,2	5,1	1,4	1,7	0,9	6,8					18,7	3,3
1,9	16,8	2,3	5,7	1,5	1,9	0,9	6,9					19,2	3,3
2,0	18,4	2,4	6,2	1,5	2,0	1,0	7,0					19,7	3,4
2,1	20,1	2,5	6,8	1,6	2,2	1,0	7,1					20,2	3,4
2,2	21,9	2,6	7,4	1,7	2,4	1,1	7,2					20,7	3,5
2,3	23,7	2,8	8,0	1,8	2,6	1,1	7,3					21,3	3,5
2,4	25,6	2,9	8,6	1,8	2,8	1,2	7,4					21,8	3,6
2,5	27,6	3,0	9,3	1,9	3,1	1,2	7,5					22,3	3,6
2,6	29,6	3,1	10,0	2,0	3,3	1,3	7,6					22,9	3,7
2,7	31,7	3,2	10,7	2,1	3,5	1,3	7,7					23,5	3,7
2,8	33,9	3,4	11,4	2,1	3,7	1,3	7,8					24,0	3,8
2,9	36,2	3,5	12,2	2,2	4,0	1,4	7,9					24,6	3,8
3,0	38,5	3,6	12,9	2,3	4,2	1,4	8,0					25,2	3,9
3,1	40,9	3,7	13,7	2,4	4,5	1,5	8,1					25,7	3,9
3,2	43,3	3,8	14,5	2,4	4,8	1,5	8,2					26,3	4,0
3,3	45,8	4,0	15,4	2,5	5,0	1,6	8,3					26,9	4,0
3,4	48,4	4,1	16,2	2,6	5,3	1,6	8,4					27,5	4,0
3,5	51,0	4,2	17,1	2,7	5,6	1,7	8,5					28,1	4,1
3,6	53,7	4,3	18,0	2,8	5,9	1,7	8,6					28,7	4,1
3,7	56,5	4,4	18,9	2,8	6,2	1,8	8,7					29,4	4,2
3,8	59,4	4,6	19,9	2,9	6,5	1,8	8,8					30,0	4,2
3,9	62,3	4,7	20,8	3,0	6,8	1,9	8,9					30,6	4,3
4,0	65,2	4,8	21,8	3,1	7,1	1,9	9,0					31,2	4,3
4,1	68,3	4,9	22,8	3,1	7,4	2,0	9,1					31,9	4,4
4,2	71,4	5,0	23,8	3,2	7,8	2,0	9,2					32,5	4,4
4,3	74,5	5,2	24,9	3,3	8,1	2,1	9,3					33,2	4,5
4,4			26,0	3,4	8,5	2,1	9,4					33,9	4,5
4,5			27,0	3,4	8,8	2,2	9,5					34,5	4,6
4,6			28,2	3,5	9,2	2,2	9,6					35,2	4,6
4,7			29,3	3,6	9,5	2,3	9,7					35,9	4,7
4,8			30,4	3,7	9,9	2,3	9,8					36,6	4,7
4,9			31,6	3,7	10,3	2,4	9,9					37,3	4,8
5,0			32,8	3,8	10,7	2,4	10,0					37,9	4,8

Table 25 (continued).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 65		DN 80		DN 100	
	$d_i = 61,2 \text{ mm}$ $V/l = 2,94 \text{ l/m}$		$d_i = 73,6 \text{ mm}$ $V/l = 4,25 \text{ l/m}$		$d_i = 102,2 \text{ mm}$ $V/l = 8,20 \text{ l/m}$	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
0,5	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1
1,0	0,3	0,3	0,1	0,2	0,0	0,1
1,5	0,5	0,5	0,2	0,4	0,0	0,2
2,0	0,9	0,7	0,4	0,5	0,1	0,2
2,5	1,3	0,8	0,5	0,6	0,1	0,3
3,0	1,8	1,0	0,8	0,7	0,2	0,4
3,5	2,4	1,2	1,0	0,8	0,2	0,4
4,0	3,1	1,4	1,3	0,9	0,3	0,5
4,5	3,8	1,5	1,6	1,1	0,3	0,5
5,0	4,6	1,7	1,9	1,2	0,4	0,6
5,5	5,4	1,9	2,2	1,3	0,5	0,7
6,0	6,4	2,0	2,6	1,4	0,5	0,7
6,5	7,4	2,2	3,0	1,5	0,6	0,8
7,0	8,4	2,4	3,4	1,6	0,7	0,9
7,5	9,6	2,5	3,9	1,8	0,8	0,9
8,0	10,7	2,7	4,4	1,9	0,9	1,0
8,5	12,0	2,9	4,9	2,0	1,0	1,0
9,0	13,3	3,1	5,4	2,1	1,1	1,1
9,5	14,7	3,2	6,0	2,2	1,2	1,2
10,0	16,2	3,4	6,6	2,4	1,3	1,2
10,5	17,7	3,6	7,2	2,5	1,5	1,3
11,0	19,3	3,7	7,8	2,6	1,6	1,3
11,5	20,9	3,9	8,5	2,7	1,7	1,4
12,0	22,6	4,1	9,2	2,8	1,9	1,5
12,5	24,4	4,2	9,9	2,9	2,0	1,5
13,0	26,2	4,4	10,6	3,1	2,2	1,6
13,5	28,1	4,6	11,4	3,2	2,3	1,6
14,0	30,0	4,8	12,2	3,3	2,5	1,7
14,5	32,1	4,9	13,0	3,4	2,6	1,8
15,0	34,1	5,1	13,8	3,5	2,8	1,8
15,5			14,7	3,6	3,0	1,9
16,0			15,6	3,8	3,2	2,0
16,5			16,5	3,9	3,3	2,0
17,0			17,4	4,0	3,5	2,1
17,5			18,4	4,1	3,7	2,1
18,0			19,4	4,2	3,9	2,2
18,5			20,4	4,3	4,1	2,3
19,0			21,4	4,5	4,3	2,3
19,5			22,4	4,6	4,5	2,4
20,0			23,5	4,7	4,7	2,4
20,5			24,6	4,8	5,0	2,5
21,0			25,7	4,9	5,2	2,6
21,5			26,9	5,1	5,4	2,6
22,0					5,6	2,7
22,5					5,9	2,7
23,0					6,1	2,8
23,5					6,4	2,9
24,0					6,6	2,9
24,5					6,9	3,0
25,0					7,1	3,0

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 65		DN 80		DN 100	
	$d_i = 61,2 \text{ mm}$ $V/l = 2,94 \text{ l/m}$		$d_i = 73,6 \text{ mm}$ $V/l = 4,25 \text{ l/m}$		$d_i = 102,2 \text{ mm}$ $V/l = 8,20 \text{ l/m}$	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
25,5					7,4	3,1
26,0					7,7	3,2
26,5					7,9	3,2
27,0					8,2	3,3
27,5					8,5	3,4
28,0					8,8	3,4
28,5					9,1	3,5
29,0					9,4	3,5
29,5					9,7	3,6
30,0					10,0	3,7
30,5					10,3	3,7
31,0					10,6	3,8
31,5					10,9	3,8
32,0					11,2	3,9
32,5					11,6	4,0
33,0					11,9	4,0
33,5					12,2	4,1
34,0					12,6	4,1
34,5					12,9	4,2
35,0					13,3	4,3
35,5					13,6	4,3
36,0					14,0	4,4
36,5					14,3	4,4
37,0					14,7	4,5
37,5					15,1	4,6
38,0					15,4	4,6
38,5					15,8	4,7
39,0					16,2	4,8
39,5					16,6	4,8
40,0					17,0	4,9
40,5					17,4	4,9
41,0					17,8	5,0
41,5					18,2	5,1

Table 25 (concluded).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 125 $d_i = 130,8$ mm $V/l = 13,44$ l/m		DN 150 $d_i = 147,2$ mm $V/l = 17,02$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
1	0,0	0,1	0,0	0,1
2	0,0	0,1	0,0	0,1
3	0,0	0,2	0,0	0,2
4	0,1	0,3	0,0	0,2
5	0,1	0,4	0,1	0,3
6	0,2	0,4	0,1	0,4
7	0,2	0,5	0,1	0,4
8	0,3	0,6	0,2	0,5
9	0,3	0,7	0,2	0,5
10	0,4	0,7	0,2	0,6
11	0,5	0,8	0,3	0,6
12	0,6	0,9	0,3	0,7
13	0,7	1,0	0,4	0,8
14	0,8	1,0	0,4	0,8
15	0,9	1,1	0,5	0,9
16	1,0	1,2	0,5	0,9
17	1,1	1,3	0,6	1,0
18	1,2	1,3	0,7	1,1
19	1,3	1,4	0,7	1,1
20	1,4	1,5	0,8	1,2
21	1,6	1,6	0,9	1,2
22	1,7	1,6	1,0	1,3
23	1,8	1,7	1,0	1,4
24	2,0	1,8	1,1	1,4
25	2,2	1,9	1,2	1,5
26	2,3	1,9	1,3	1,5
27	2,5	2,0	1,4	1,6
28	2,6	2,1	1,5	1,6
29	2,8	2,2	1,6	1,7
30	3,0	2,2	1,7	1,8
31	3,2	2,3	1,8	1,8
32	3,4	2,4	1,9	1,9
33	3,6	2,5	2,0	1,9
34	3,8	2,5	2,1	2,0
35	4,0	2,6	2,2	2,1
36	4,2	2,7	2,4	2,1
37	4,4	2,8	2,5	2,2
38	4,6	2,8	2,6	2,2
39	4,9	2,9	2,7	2,3
40	5,1	3,0	2,9	2,4
41	5,3	3,1	3,0	2,4
42	5,6	3,1	3,1	2,5
43	5,8	3,2	3,3	2,5
44	6,1	3,3	3,4	2,6
45	6,3	3,3	3,6	2,6
46	6,6	3,4	3,7	2,7
47	6,8	3,5	3,8	2,8
48	7,1	3,6	4,0	2,8
49	7,4	3,6	4,2	2,9
50	7,7	3,7	4,3	2,9

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 125 $d_i = 130,8$ mm $V/l = 13,44$ l/m		DN 150 $d_i = 147,2$ mm $V/l = 17,02$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
51	8,0	3,8	4,5	3,0
52	8,2	3,9	4,6	3,1
53	8,5	3,9	4,8	3,1
54	8,8	4,0	5,0	3,2
55	9,1	4,1	5,1	3,2
56	9,5	4,2	5,3	3,3
57	9,8	4,2	5,5	3,3
58	10,1	4,3	5,7	3,4
59	10,4	4,4	5,8	3,5
60	10,7	4,5	6,0	3,5
61	11,1	4,5	6,2	3,6
62	11,4	4,6	6,4	3,6
63	11,8	4,7	6,6	3,7
64	12,1	4,8	6,8	3,8
65	12,5	4,8	7,0	3,8
66	12,8	4,9	7,2	3,9
67	13,2	5,0	7,4	3,9
68	13,6	5,1	7,6	4,0
69			7,8	4,1
70			8,0	4,1
71			8,2	4,2
72			8,5	4,2
73			8,7	4,3
74			8,9	4,3
75			9,1	4,4
76			9,3	4,5
77			9,6	4,5
78			9,8	4,6
79			10,0	4,6
80			10,3	4,7
81			10,5	4,8
82			10,8	4,8
83			11,0	4,9
84			11,2	4,9
85			11,5	5,0
86			11,8	5,1

Table 26. Pipe resistance pressure gradient, R , and design flow velocity, v , as a function of peak flow rate, \dot{V}_S , for DIN 16 892 and DIN 16 893 PE-X pipes, series 2

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 8 $d_i = 8,4$ mm $V/l = 0,06$ l/m		DN 12 $d_i = 11,6$ mm $V/l = 0,11$ l/m		DN 15 $d_i = 14,4$ mm $V/l = 0,16$ l/m		DN 20 $d_i = 18,0$ mm $V/l = 0,25$ l/m	
	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s
0,01	1,2	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,04
0,02	3,7	0,4	0,8	0,2	0,3	0,1	0,1	0,08
0,03	7,4	0,5	1,6	0,3	0,6	0,2	0,2	0,12
0,04	12,1	0,7	2,6	0,4	0,9	0,2	0,3	0,16
0,05	17,8	0,9	3,9	0,5	1,4	0,3	0,5	0,20
0,06	24,5	1,1	5,3	0,6	1,9	0,4	0,7	0,24
0,07	32,1	1,3	6,9	0,7	2,5	0,4	0,9	0,28
0,08	40,6	1,4	8,7	0,8	3,1	0,5	1,1	0,31
0,09	49,9	1,6	10,7	0,9	3,8	0,6	1,3	0,35
0,10	60,1	1,8	12,8	0,9	4,6	0,6	1,6	0,4
0,15	123,8	2,7	26,1	1,4	9,3	0,9	3,2	0,6
0,20	207,9	3,6	43,5	1,9	15,4	1,2	5,3	0,8
0,25	311,6	4,5	64,8	2,4	22,8	1,5	7,8	1,0
0,30	434,8	5,4	89,9	2,8	31,6	1,8	10,8	1,2
0,35	577,0	6,3	118,8	3,3	41,6	2,1	14,2	1,4
0,40	738,2	7,2	151,3	3,8	52,9	2,5	18,0	1,6
0,45			187,4	4,3	65,4	2,8	22,2	1,8
0,50			227,2	4,7	79,1	3,1	26,8	2,0
0,55			270,5	5,2	94,0	3,4	31,8	2,2
0,60			317,3	5,7	110,1	3,7	37,2	2,4
0,65			367,7	6,2	127,3	4,0	43,0	2,6
0,70					145,8	4,3	49,2	2,8
0,75					165,3	4,6	55,7	2,9
0,80					186,1	4,9	62,6	3,1
0,85					208,0	5,2	69,9	3,3
0,90					231,0	5,5	77,5	3,5
0,95					255,2	5,8	85,5	3,7
1,00					280,5	6,1	93,9	3,9
1,05							102,7	4,1
1,10							111,8	4,3
1,15							121,3	4,5
1,20							131,1	4,7
1,25							141,3	4,9
1,30							151,8	5,1

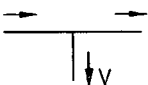
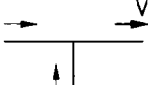
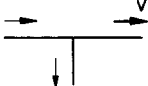
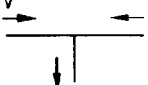
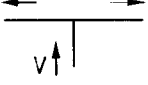
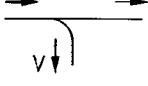
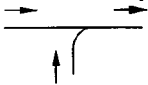
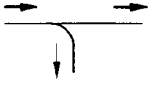
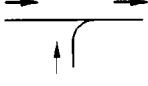
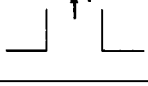
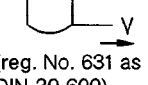
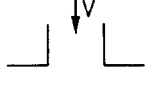
Table 26 (continued).

Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s	DN 25 $d_i = 23,2$ mm $V/l = 0,42$ l/m		DN 32 $d_i = 29,0$ mm $V/l = 0,66$ l/m		DN 40 $d_i = 36,2$ mm $V/l = 1,03$ l/m		DN 50 $d_i = 45,6$ mm $V/l = 1,63$ l/m	
	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s	R, in mbar/m	v, in m/s
0,1	0,5	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1
0,2	1,6	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
0,3	3,2	0,7	1,1	0,5	0,4	0,3	0,1	0,2
0,4	5,3	0,9	1,8	0,6	0,6	0,4	0,2	0,2
0,5	7,9	1,2	2,7	0,8	0,9	0,5	0,3	0,3
0,6	10,9	1,4	3,7	0,9	1,3	0,6	0,4	0,4
0,7	14,4	1,7	4,9	1,1	1,7	0,7	0,6	0,4
0,8	18,3	1,9	6,2	1,2	2,2	0,8	0,7	0,5
0,9	22,6	2,1	7,7	1,4	2,7	0,9	0,9	0,6
1,0	27,3	2,4	9,3	1,5	3,2	1,0	1,1	0,6
1,1	32,5	2,6	11,0	1,7	3,8	1,1	1,3	0,7
1,2	38,0	2,8	12,9	1,8	4,4	1,2	1,5	0,7
1,3	44,0	3,1	14,9	2,0	5,1	1,3	1,7	0,8
1,4	50,3	3,3	17,0	2,1	5,8	1,4	1,9	0,9
1,5	52,0	3,5	19,3	2,3	6,6	1,5	2,2	0,9
1,6	64,2	3,8	21,7	2,4	7,4	1,6	2,4	1,0
1,7	71,7	4,0	24,2	2,6	8,3	1,7	2,7	1,0
1,8	79,6	4,3	26,8	2,7	9,2	1,7	3,0	1,1
1,9	87,9	4,5	29,6	2,9	10,1	1,8	3,3	1,2
2,0	96,5	4,7	32,5	3,0	11,1	1,9	3,6	1,2
2,1	105,6	5,0	35,5	3,2	12,1	2,0	4,0	1,3
2,2	115,0	5,2	38,6	3,3	13,2	2,1	4,3	1,3
2,3			41,9	3,5	14,3	2,2	4,7	1,4
2,4			45,3	3,6	15,4	2,3	5,0	1,5
2,5			48,8	3,8	16,6	2,4	5,4	1,5
2,6			52,4	3,9	17,8	2,5	5,8	1,6
2,7			56,2	4,1	19,1	2,6	6,2	1,7
2,8			60,1	4,2	20,4	2,7	6,7	1,7
2,9			64,1	4,4	21,7	2,8	7,1	1,8
3,0			68,2	4,5	23,1	2,9	7,5	1,8
3,1			72,4	4,7	24,5	3,0	8,0	1,9
3,2			76,8	4,8	26,0	3,1	8,5	2,0
3,3			81,2	5,0	27,5	3,2	9,0	2,0
3,4			85,8	5,1	29,0	3,3	9,5	2,1
3,5					30,6	3,4	10,0	2,1
3,6					32,2	3,5	10,5	2,2
3,7					33,9	3,6	11,0	2,3
3,8					35,6	3,7	11,6	2,3
3,9					37,3	3,8	12,1	2,4
4,0					39,1	3,9	12,7	2,4
4,1					40,9	4,0	13,3	2,5
4,2					42,7	4,1	13,9	2,6
4,3					44,6	4,2	14,5	2,6
4,4					46,5	4,3	15,1	2,7
4,5					48,5	4,4	15,7	2,8
4,6					50,5	4,5	16,4	2,8
4,7					52,6	4,6	17,0	2,9
4,8					54,6	4,7	17,7	2,9
4,9					56,7	4,8	18,4	3,0
5,0					58,9	4,9	19,1	3,1

Table 26 (concluded).

Peak flow rate, V_s , in l/s	DN 25 $d_i = 23,2$ mm $V/l = 0,42$ l/m		DN 32 $d_i = 29,0$ mm $V/l = 0,66$ l/m		DN 40 $d_i = 36,2$ mm $V/l = 1,03$ l/m		DN 50 $d_i = 45,6$ mm $V/l = 1,63$ l/m	
	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s	R , in mbar/m	v , in m/s
5,1					61,1	5,0	19,8	3,1
5,2					63,3	5,1	20,5	3,2
5,3							21,2	3,2
5,4							22,0	3,3
5,5							22,7	3,4
5,6							23,5	3,4
5,7							24,2	3,5
5,8							25,0	3,6
5,9							25,8	3,6
6,0							26,6	3,7
6,1							27,4	3,7
6,2							28,3	3,8
6,3							29,1	3,9
6,4							30,0	3,9
6,5							30,8	4,0
6,6							31,7	4,0
6,7							32,6	4,1
6,8							33,5	4,2
6,9							34,4	4,2
7,0							35,3	4,3
7,1							36,3	4,3
7,2							37,2	4,4
7,3							38,2	4,5
7,4							39,1	4,5
7,5							40,1	4,6
7,6							41,1	4,7
7,7							42,1	4,7
7,8							43,1	4,8
7,9							44,2	4,8
8,0							45,2	4,9
8,1							46,3	5,0
8,2							47,3	5,0
8,3							48,4	5,1

Table 27. Graphical symbols and loss factors (guideline values) for fittings*)

Item No.	Type of fitting	Graphical symbol	Loss factor, ζ^{**}
1	Junction, splitting of flow		1,3
2	Junction, joining of flow		0,9
3	Junction, through-flow with splitting of flow		0,3
4	Junction, counter flow with joining of flow		3,0
5	Junction, counter flow with splitting of flow		1,5
6	Junction with bend, splitting of flow		0,9
7	Junction with bend, joining of flow		0,4
8	Junction with bend, through-flow with splitting of flow		0,3
9	Junction, through-flow with joining of flow		0,2
10	Manifold, outlet		0,5
11	Tank or cistern, outlet	 (reg. No. 631 as in DIN 30 600)	0,5
12	Collector, inlet		1,0

*) The manufacturer's information shall apply for fittings not listed here.

**) The loss factor applies to the flow or partial flow the design velocity of which is designated by a 'V'.

Table 27 (continued).

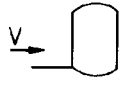

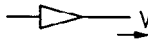






Item No.	Type of fitting	Graphical symbol	Loss factor, ζ^{**}
13	Tank or cistern, inlet	 (reg. No. 631 as in DIN 30 600)	1,0
14	Change of direction at bend or elbow		0,7
15	Reducer	 (reg. No. 580 as in DIN 30 600)	0,4
16	Expansion loop		1,0
17	Bellows pipe compensator	 (from DIN 2425 Part 1)	2,0
18	Stopvalves and straight pattern globe valves DN 15 DN 20 DN 25 DN 32 DN 40 to DN 100 Oblique pattern globe valves DN 15 DN 20 DN 25 to DN 50 DN 65	 (reg. No. 538 as in DIN 30 600)	10,0 8,5 7,0 6,0 5,0 3,5 2,5 2,0 0,7
19	Gate valves Piston type gate valves Ball valves DN 10 to DN 15 DN 20 to DN 25 DN 32 to DN 150	 (reg. No. 586 as in DIN 30 600)	1,0 0,5 0,3
20	Diaphragm valves DN 15 DN 20 DN 25 DN 32 DN 40 to DN 100	 (reg. Nos. 584 and 2231 as in DIN 30 600)	10,0 8,5 7,0 6,0 5,0
21	Angle pattern valves DN 10 DN 15 DN 20	 (reg. No. 590 as in DIN 30 600)	7,0 4,0 2,0
For **, see page 52.			

Table 27 (concluded).





Item No.	Type of fitting	Graphical symbol	Loss factor, ζ^{**}
22	Backflow prevention devices DN 15 to DN 20 DN 25 to DN 40 DN 50 DN 65 to DN 100		7,7 4,3 3,8 2,5
23	In-line valves with check valve DN 20 DN 25 to DN 50		6,0 5,0
24	Pipe saddles DN 25 to DN 80		5,0
25	Pressure reducing valve, fully open	 (reg. No. 594 as in DIN 30 600)	30,0
For **, see page 52.			

Table 28. Head loss due to fittings resistance, Z , for $\zeta = 1$ (with $\rho = 999,7 \text{ kg/m}^3$) as a function of the design flow velocity, v ($Z = 5 v^2 \cdot \sum \zeta$)

Design flow velocity, v , in m/s	Head loss, Z , in mbar	Design flow velocity, v , in m/s	Head loss, Z , in mbar
0,1	0,1	2,6	33,8
0,2	0,2	2,7	36,5
0,3	0,5	2,8	39,2
0,4	0,8	2,9	42,1
0,5	1,3	3,0	45
0,6	1,8	3,1	48
0,7	2,5	3,2	51
0,8	3,2	3,3	55
0,9	4,1	3,4	58
1,0	5	3,5	61
1,1	6,1	3,6	65
1,2	7,2	3,7	68
1,3	8,5	3,8	72
1,4	9,8	3,9	76
1,5	11,3	4,0	80
1,6	12,8	4,1	84
1,7	14,5	4,2	88
1,8	16,2	4,3	92
1,9	18,1	4,4	97
2,0	20	4,5	101
2,1	22,1	4,6	106
2,2	24,2	4,7	110
2,3	26,5	4,8	115
2,4	28,8	4,9	120
2,5	31,3	5,0	125

16 Specimen calculations

Supplement 1 to the present standard provides specimen calculations to exemplify the procedures described here.

Appendix A

Specimen forms for pipe sizing*)

A.1 Specimen form for determination of peak flow rate on the basis of the total flow rate

Project:											
Contractor:			Engineer:				Date:			Sheet No.:	
Pipe-work section (riser) No.	Storey	Number of draw-off fittings	Type(s) of draw-off fitting	Minimum flow pressure (= head loss), $p_{\min Fl}$, in mbar	Design flow rate, \dot{V}_R , in l/s			Total flow rate, $\sum \dot{V}_R$, in l/s			
					Cold water	Hot water	Mixed water	Main branch pipe		Riser	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

*) The note in the margin on page 1 prohibiting reproduction of any part of this standard does not apply for the following specimen forms.

A.2 Specimen form for determination of peak flow rate on the basis of the level of simultaneous demand

Project:											
Contractor:			Engineer:			Date:			Sheet No.:		
Pipe-work section (riser) No.	Storey	Number of draw-off fittings	Type(s) of draw-off fitting	Minimum flow pressure (= head loss), $p_{\min \text{ Fl}}$, in mbar	Design flow rate, \dot{V}_R , in l/s			Level of demand, as a percentage	Peak flow rate, \dot{V}_S , in l/s		
					Cold water	Hot water	Mixed water		Cold water	Hot water	Mixed water
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

A.3 Specimen form for calculation of available pipe resistance pressure gradient, R_{verf}

Project:									
Contractor:			Engineer:			Date:		Sheet No.:	
Details of supply system: a) Connection to water mains <input type="checkbox"/> Cold water <input type="checkbox"/> Hot water <input type="checkbox"/> b) Central supply <input type="checkbox"/> Direct <input type="checkbox"/> Indirect <input type="checkbox"/> Multiple-point supply <input type="checkbox"/>									
Item No.	System parameter	Symbol	Unit	Riser No.					
				1	2	3	4	5	
1	Minimum supply pressure or pressure downstream of pressure reducing valve or booster	$p_{\text{min V}}$	mbar						
2	Head loss due to difference in elevation	Δp_{geo}	mbar						
3	Head loss in appliances, such as								
	a) water meter (cf. table 3)	Δp_{WZ}	mbar						
	b) filter	Δp_{FIL}	mbar						
	c) softener	Δp_{EH}	mbar						
	d) dosing apparatus	Δp_{DOS}	mbar						
	e) multiple-point supply heater (cf. table 4)	Δp_{TE}	mbar						
	f) other appliances	Δp_{Ap}	mbar						
4	Minimum flow pressure	$p_{\text{min Fl}}$	mbar						
5	Head loss in main branch pipes and branch pipes	Δp_{St}	mbar						
6	Total head loss (sum of values from lines 2 to 5)	$\sum \Delta p$	mbar						
7	Available total head loss (value from line 1 minus value from line 6)	Δp_{verf}	mbar						
8	Estimated component for fittings resistance: ...% of Δp_{verf}	-	mbar						
9	Available head loss due to pipe resistance (value from line 7 minus value from line 8)	-	mbar						
10	Total length of pipe run	l_{ges}	m						
11	Available pipe resistance pressure gradient (value from line 9 divided by value from line 10)	R_{verf}	mbar/m						

Standards and other documents referred to

DIN 1786	Seamless drawn copper pipes
DIN 1988 Part 1	Drinking water supply systems; general (DVGW Code of practice)
DIN 1988 Part 2	Drinking water supply systems; materials, components, appliances, design and installation (DVGW Code of practice)
Supplement 1 to DIN 1988 Part 2	Drinking water supply systems; summary of standards and other technical rules relating to materials, components and appliances (DVGW Code of practice)
Supplement 1 to DIN 1988 Part 3	Drinking water supply systems; examples of calculation (DVGW Code of practice)
DIN 1988 Part 4	Drinking water supply systems; protection of drinking water and drinking water quality control (DVGW Code of practice)
DIN 1988 Part 5	Drinking water supply systems; pressure boosting and reduction (DVGW Code of practice)
DIN 1988 Part 6	Drinking water supply systems; fire fighting and fire protection installations (DVGW Code of practice)
DIN 1988 Part 7	Drinking water supply systems; measures for the prevention of corrosion and scale formation (DVGW Code of practice)
DIN 1988 Part 8	Drinking water supply systems; operation (DVGW Code of practice)
DIN 2425 Part 1	Plans for public utilities, water resources and long-distance lines; pipework diagrams for public gas and water supply systems
DIN 2440	Medium-weight threaded steel pipes
DIN 3265 Part 1	Flushing valves for WCs; dimensions, requirements
DIN 3368 Part 2	Gas appliances; combination water heaters
DIN 3368 Part 4	Gas appliances; instantaneous water heaters with automatic adjustment of heat load; requirements and testing
DIN 3500	PN 10 piston type gate valves for domestic water supply systems
DIN 3502	PN 10 in-line oblique pattern valves for domestic water supply systems
DIN 3512	PN 10 in-line straight pattern valves for domestic water supply systems
DIN 4046	Water supply; terminology (DVGW Code of practice)
DIN 16 892	Cross-linked polyethylene (PE-X) pipes; general quality requirements and testing
DIN 16 893	Cross-linked polyethylene (PE-X) pipes; dimensions
DIN 19 532	Unplasticized polyvinyl chloride (PVC-U) pipes for drinking water supply systems; pipes, fittings and pipe joint assemblies (DVGW Code of practice)
DIN 19 533	Rigid and plasticized polyethylene (PE-HD and PE-LD) pipes for drinking water supply systems; pipes, fittings and pipe joint assemblies
DIN 19 542	Flushing cistern for WCs; construction and testing
DIN 28 610 Part 1	Ductile cast iron socket pipes with cement mortar lining for gas and water supply systems; dimensions, mass and applications
DIN 30 600	Graphical symbols; main index
DIN 52 218 Part 2	Testing of acoustics in buildings; laboratory measurement of noise emitted by appliances and equipment used in water supply systems (identical with ISO 3822-2 : 1984)
ISO 228-1 : 1982	Pipe threads where pressure-tight joints are not made on the thread; designation, dimensions and tolerances
ISO 4064-1 : 1977	Measurement of flow in closed conduits; meters for cold drinking water; specification
DVGW-W 541*)	<i>Rohre aus nichtrostenden Stählen für die Trinkwasserinstallation; Anforderungen und Prüfbestimmungen</i> (Stainless steel pipes for use in water supply systems; requirements and testing)
<i>Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser, as of 28 June 1980, BGBl. (German Federal Law Gazette) I, p. 750**)</i>	

*) Obtainable from *Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH*, Postfach 14 01 51, D-5300 Bonn 1.

**) Obtainable from *Deutsches Informationszentrum für Technische Regeln (DITR) im DIN*, Burggrafenstraße 6, D-1000 Berlin 30.

Other relevant standards and documents

DIN 2000	Central drinking water supply; basic requirements for drinking water; design, construction and operation of systems
DIN 2001	Private and individual drinking water supply systems; basic requirements for drinking water; design, construction and operation of system (DVGW Code of practice)
DIN 3265 Part 2	Flushing valves for WCs; testing
DIN 4044	Hydromechanics in water engineering; concepts
DIN 4109	Noise control in buildings
DIN 50 930 Part 1	Corrosion behaviour of metallic materials in contact with water; general
DIN 50 930 Part 3	Corrosion behaviour of metallic materials in contact with water; assessment criteria for hot dip galvanized ferrous materials
DIN 50 930 Part 5	Corrosion behaviour of metallic materials in contact with water; assessment criteria for copper and copper alloys
DIN EN 26	Gas burning appliances for the instantaneous production of hot water for domestic use

Ermittlung des Wasserbedarfes als Planungsgrundlage zur Bemessung von Wasserversorgungsanlagen (Determination of water demand as a basis for the design of water supply systems), Part 1, *DVGW-Schriftenreihe Wasser*, 1978: 19.

Knoblauch, H. J. *Zur Berechnung von Wasserversorgungsleitungen in Gebäuden* (Sizing of pipes of domestic water supply systems), *Zeitschrift Haustechnische Rundschau*, 1977: 8.

Knoblauch, H. J. *Einsatz von hydraulisch gesteuerten Wasserwärmern* (The use of hydraulically controlled water heaters), *IKZ 'Bad und Komfort'*, 1982: 4/5.

Kawan, H. *Messungen im Wasserrohrnetz und Belastungsmessungen an Anschlußleitungen* (Measurements on water mains and load measurements on service pipes), *Zeitschrift SHT*, 1965: 5/6.

Himmler, F. *Bemessung von Wasserzählern nach Kenndaten der Verbrauchsanlagen aufgrund von Versuchen der Münchener Wasserwerke* (Sizing of water meters using water supply installation parameters deriving from tests carried out by the Münchener Wasserwerke (München public water suppliers), *DVGW brochure*, 1967.

Knoblauch, H. J.; Beccard, R. K.; Kreft, K. H. *Das Stahlrohr in der Hausinstallation, Rohrverlegung und Anlagenplanung* (Steel pipes for use in domestic water supply systems, pipe laying and system design), *Merkblatt* (Instruction sheet) 305, issued by the *Beratungsstelle für Stahlverwendung*, January 1977 edition.

Kupferrohrnetzberechnung (Design of copper pipework), 4th ed., 1974, issued by the *Deutsches Kupfer-Institut*.

Knoblauch, H. J. *Die Beeinflussung der Durchflußermittlung für Wasserversorgungsleitungen in Wohnhäusern und Hotelgebäuden durch die Größe und Gleichzeitigkeit des Ausflusses an Wasserentnahmemarmaturen und sich daraus ergebende Folgerungen für die Dimensionierung der Rohrnetze* (Determination of flow rate as a function of the water demand in residential buildings and hotels and resulting conclusions for the design of water supply system), *Technische Fachhochschule Berlin*, September 1979 (lecture text).

Previous editions

DIN 1988: 08.30, 09.40, 03.55, 01.62.

Amendments

In comparison with the January 1962 edition of DIN 1988, the content of the standard has been expanded, completely revised and is now dealt with in eight separate Parts.

Explanatory notes

This standard has been prepared jointly by Technical Committee IV 7 of the *Normenausschuß Wasserwesen* (Water Practice Standards Committee) and the *DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V.*

In 1940, *DVGW* first issued a code of practice (*Arbeitsblatt W 308*), giving guidance to all involved in the design of domestic water supply systems, which soon gained general acceptance.

This code of practice had to be revised to bring it into line with the new edition of DIN 1988 published in 1962.

Since then, in its practical application, discrepancies have increasingly been discovered between the assumption made in that edition with regard to the level of simultaneous demand and the actual conditions, these discrepancies being greater the larger the size of the total installation.

Hence, by contrast with *Arbeitsblatt W 308*, which only covers systems in residential buildings, the scope of the standard has been extended to cover commercial and trade premises and special-purpose buildings (e.g. department stores). The peak flow rate values given are based on numerous measurements.

See Supplement 1 to DIN 1988 Part 3 for specimen calculations.

International Patent Classification

E 03 B 7/04

E 03 C 1/02

F 17 D 1/00

G 01 F 1/00