

Tool W3 - Drukverlies leidingen

Achtergrondinformatie

KROPMAN

Auteur	Steven Bax
Datum	7-aug-2024

Bij het ontwerp van leidingnetten ten behoeve van verwarmings- en koelinstallaties in woningen en utiliteitsgebouwen is een berekening van het drukverlies noodzakelijk om de opvoerdruk van de circulatiepomp en de door de inregelafsluiters te smoren drukken te bepalen. Voor de simpliciteit en eenvoud kunnen hier snel korte stukken leiding van dezelfde diameter gebruikt worden voor de berekening. Er is gebruik gemaakt van duidelijke en genormaliseerde berekeningsgrondslagen, conform ISSO-publicatie 18 en de NEN 5064.

Begrippen

Drukverlies (Δp)

Verlies (of winst) van druk dat optreedt wanneer water door een leiding stroomt als gevolg van wrijving, zwaartekrachts- of snelheidsveranderingen.

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{L}{D_i} \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot v^2$$

Met:	L	=	lengte van de leiding [m]
	D	=	diameter van de leiding [m]
	ρ	=	soortelijke massa van vloeistof [kg/m ³]
	v	=	gemiddelde stroomsnelheid [m/s]

Wrijvingsfactor (λ)

Dit is een dimensie loos getal dat hoeveelheid wrijving in een stroming door een leiding of kanaal beschrijft. Het hangt af van de aard van de leidingoppervlakte, vloeistof en stromingssnelheid.

- Voor laminaire stroming ($Re < 2300$) geldt:

$$\lambda = 64/Re$$

- In geval van turbulente stroming ($Re > 3500$) volgt de wrijvingsfactor uit:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3,72 \cdot D_i} + \frac{5,74}{Re^{0,901}} \right)$$

- In het gebied ($2300 < Re < 3500$) kan de wrijvingsfactor worden berekend doormiddel van lineaire interpolatie:

$$\lambda = \frac{\lambda_L \cdot (3500 - Re) + \lambda_T \cdot (Re - 2300)}{3500 - 2300}$$

Wandruwheid (ε)

Wandruwheid is een maat voor de oneffenheden en onregelmatigheden op het binnen oppervlak van een leiding die de stroming van een vloeistof beïnvloeden.

Reynoldsgetal (Re)

Het Reynoldsgetal is een cijfer dat aangeeft hoe een vloeistof stroomt in een leiding. Het helpt bepalen of de stroming soepel (laminair) of chaotisch (turbulent) is, wat van invloed is op hoeveel drukverlies er is.

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D_i}{\eta} = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

Waarin: η = kinematische viscositeit van medium [Pa s]
 ν = kinematische viscositeit van medium [m²/s]

Voorbeeld berekeningen

Gegevens:

Leidingdiameter (binnen) DN20	D_i	21,7	mm
Lengte van leiding	L	1,5	m
Gemiddelde stroomsnelheid	v	2,0	m/s
Soortelijke massa water	ρ	997,3	kg/m ³
Kinematische viscositeit water	ν	1,0084 · 10 ⁻⁶	m ² /s
Wandruwheid staal	ε	0,0045	mm
Medium door leiding is water van @ 20°C			

Berekening drukverlies:

Reynoldsgetal

$$Re = \frac{v \cdot D_i}{\nu} = \frac{2,0 \cdot 21,7/1000}{1,0084 \cdot 10^{-6}} = 43.037$$

De stroming is dus turbulent ($Re > 3500$) en daarmee wordt de wrijvingsfactor bepaald met:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3,72 \cdot D_i} + \frac{5,74}{Re^{0,901}} \right) = -2 \log \left(\frac{0,0045 \cdot 10^{-3}}{3,72 \cdot 21,7 \cdot 10^{-3}} + \frac{5,74}{43.037^{0,901}} \right) = 6,678$$

$$\lambda = 6,678^{-2} = 0,022$$

Uit deze waarde kan uiteindelijk het drukverlies bepaald worden:

$$\Delta p = \lambda \cdot \frac{L}{D_i} \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 = 0,022 \cdot \frac{1,5}{21,7 \cdot 10^{-3}} \cdot 997,3 \cdot 2,0^2 = 3,09 \text{ kPa} = 0,03 \text{ bar}$$

Aannames

- Stromingsmedium is water.
- Waterstroming is altijd turbulent ($Re > 3500$)
- Leiding is gewalst staal dat naadloos is gefabriceerd.

Materiaal	Fabricageproces	Wandruwheid ϵ [mm]
Staal	Getrokken	0,01
	Gewalst (naadloos)	0,045
	Gewalst (met lasnaad)	0,07
	Thermisch verzinkt	0,15
Non-ferro	Getrokken	0,01
Kunststof	Geëxtrudeerd	0,01
Gietijzer	Centrifugaal gegoten	0,26

Andere opties kiezen, zoals in de tabel weergegeven, is niet mogelijk ten behoeve van de simplicitéit van de tool.

- De temperatuur van water is $T = 20^\circ\text{C}$.

De soortelijke massa en de kinematische viscositeit zijn afhankelijk van de temperatuur van het medium. Voor de simplicitéit van de tool zijn de volgende waarden aangenomen:

- $\rho = 997,3 \text{ kg/m}^3$ @ $T = 20^\circ\text{C}$ water
- $\nu = 1,0084 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ @ $T = 20^\circ\text{C}$ water

- Diameter van de binnenkant van een buis is:

		Du	δ_{buis}	Di
		[mm]	[mm]	[mm]
DN	15	21,3	2,6	16,1
DN	20	26,9	2,6	21,7
DN	25	33,7	3,2	27,3
DN	32	42,4	3,2	36
DN	40	48,3	3,2	41,9
DN	50	60,3	3,6	53,1
DN	65	76,1	3,6	68,9
DN	80	88,9	4	80,9
DN	100	114,3	4,5	105,3

Bronnen:

Handboek installatietechniek ISSO 2002 p.474-475