



# Egentlig beregning af vandinstallationer

Revideret 15/12 - 2015

**TEKNIQ**  
INSTALLATØRERNES ORGANISATION

 **BLIK&RØR**  
ARBEJDERFORBUNDET



### Lovgivning og produktgodkendelser

Udførelse af vand- og afløbsinstallationer inden for grundgrænsen er byggearbejder, der er underlagt byggelovgivningen - og derfor skal bestemmelserne i byggelovgivningen følges ved disse installationsarbejder.

#### Byggelovgivning

Byggelovgivningen består af følgende:

- Byggeloven
- Bygningsreglement 2010
- Lokale vedtægter

Byggeloven (bekendtgørelse af byggelov nr. 452 af 24.06.1998) indeholder grundlæggende regler og principper, herunder administrationskompetence til at udfærdige supplerende forskrifter bl.a. om teknisk-konstruktive forslag. Byggeloven er ikke gældende for Grønland og Færøerne.

#### Bygningsreglement 2010

Bygningsreglementet er udfærdiget med hjemmel i Byggelovens § 5 og 6, som indeholder de teknisk-konstruktive krav til alt byggeri.

De overordnede krav til vand- og afløbsinstallationer er beskrevet i Bygningsreglementet 2010.

Bygningsreglementet 2010 henviser til DS 439 Norm for vandinstallationer og DS 432 Norm for afløbsinstallationer, som vejledninger til opfyldelse af bygningsreglementets overordnede krav.

DS 439 Norm for vandinstallation henviser til DS 1717 Sikring mod forurening af drikkevand i vandinstallationer samt generelle krav til tilbagestrømningssikringer.

#### Lokale vedtægter

Lokale myndigheder (kommuner) kan bestemme, at der skal tages specielle forholdsregler i deres kommune. For afløbsområdet vil det typisk være forhold vedr. betalingsvedtægt om grundejernes kloakbidrag.

Kommunalbestyrelsen skal udfærdige et regulativ som indeholder bestemmelser

vedr. retten til forsyning med vand - og om begrænsninger af levering af vand til særlige formål samt bestemmelser om måling af vandforbrug og afgifter.

#### Typegodkendelser

##### "Godkendt til drikkevand"-mærket og overgangsordning for VA-godkendte byggevarer

Da ordningen har skiftet navn ska betegnelsen "VA-godkendelse" og "VA-mærkning" ikke længere anvendes på byggevarer, der er godkendt i henhold til godkendelsesordningen for byggevarer i kontakt med drikkevand. Den nye ordning vil indeholde en ny mærkning for byggevarer godkendt i henhold til ordningen, og det vil være den mærkning, som producent, importører m.fl. skal anvende i forbindelse med salg og markedsføring af byggevarerne. Byggevarer, der fremover er omfattet af ordningen, skal således mærkes med det nye "Godkendt til drikkevand"-mærke. Byggevarer, der inden ordningens ikrafttrædelse har opnået en VA-godkendelse, skal inden 12 måneder ommærkes.

Alle byggevarer i kontakt med drikkevand, hvor der søges om en godkendelse efter den 1. april 2013, skal opfylde det nye kravgrundlag. Byggevarer, der har opnået en VA-godkendelse inden den 1. april 2013, skal frem til den for byggevaren fastsatte godkendelsesperiodes ophør, leve op til de krav, der er gældende for den nuværende VA-godkendelsesordning. Skal en VA-godkendelse fornyes efter den 1. april 2013, skal der søges om en ny godkendelse efter det nye kravgrundlag.

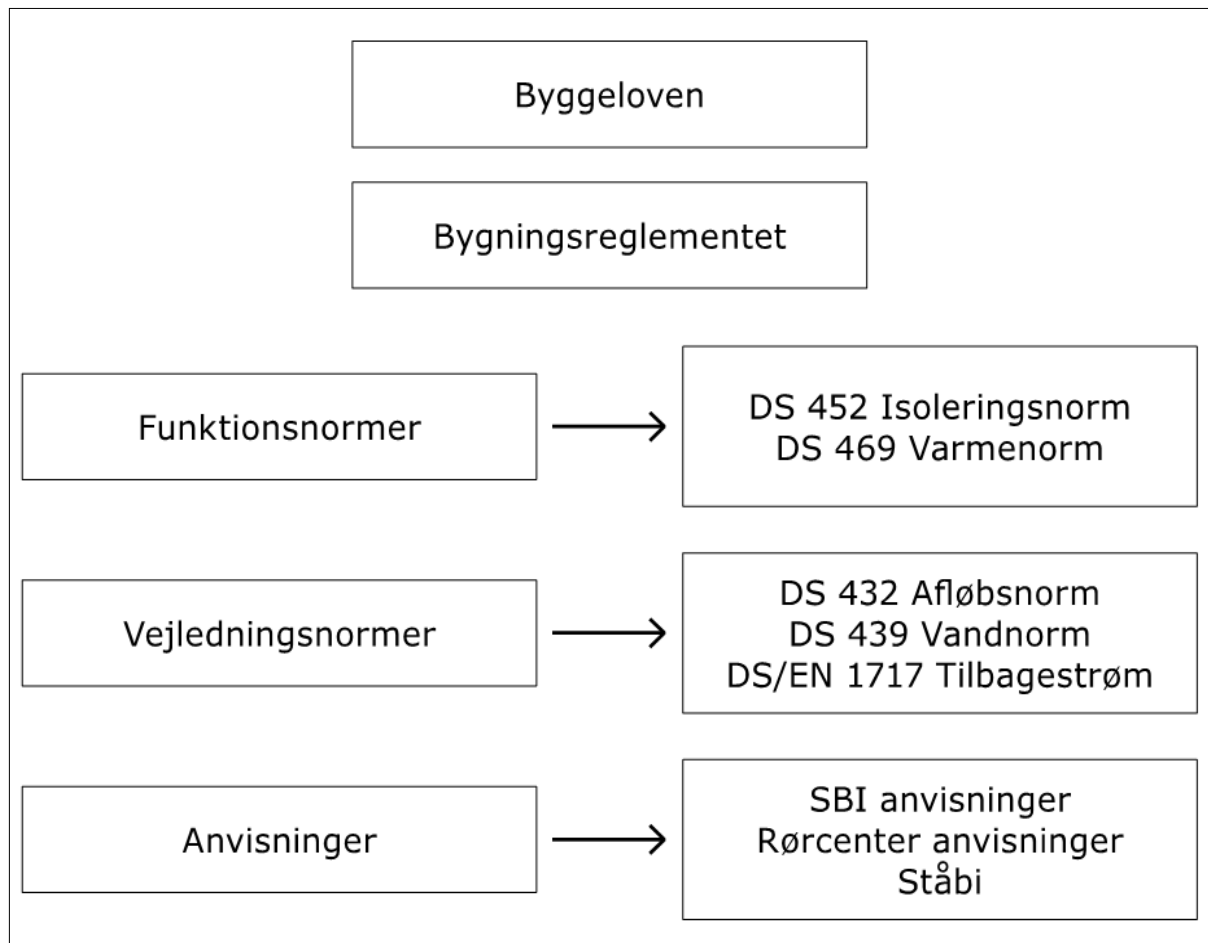


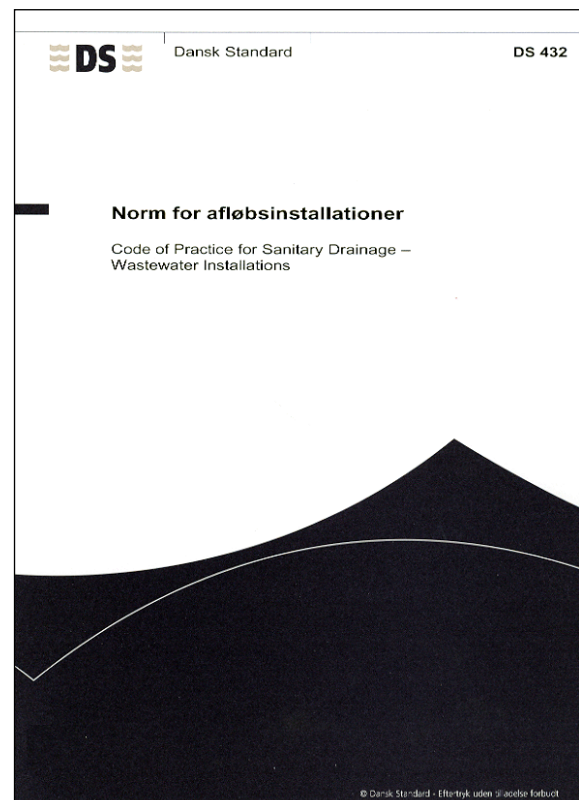
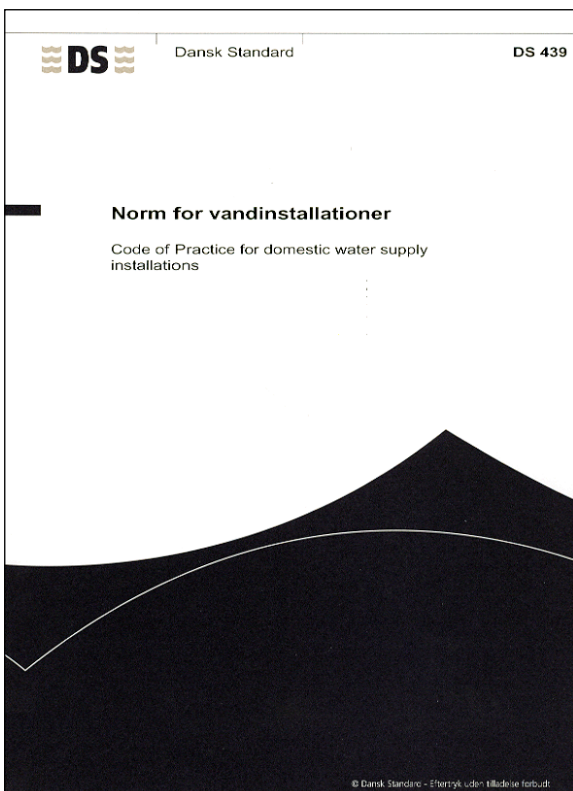
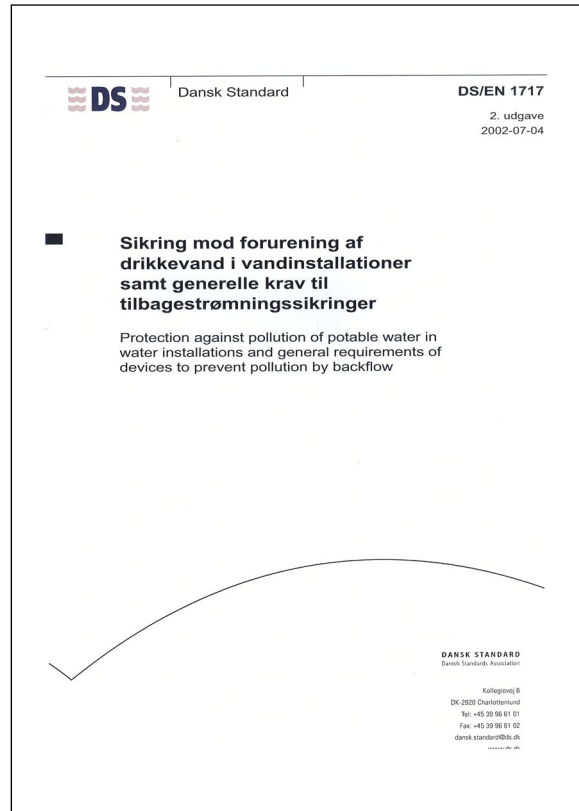
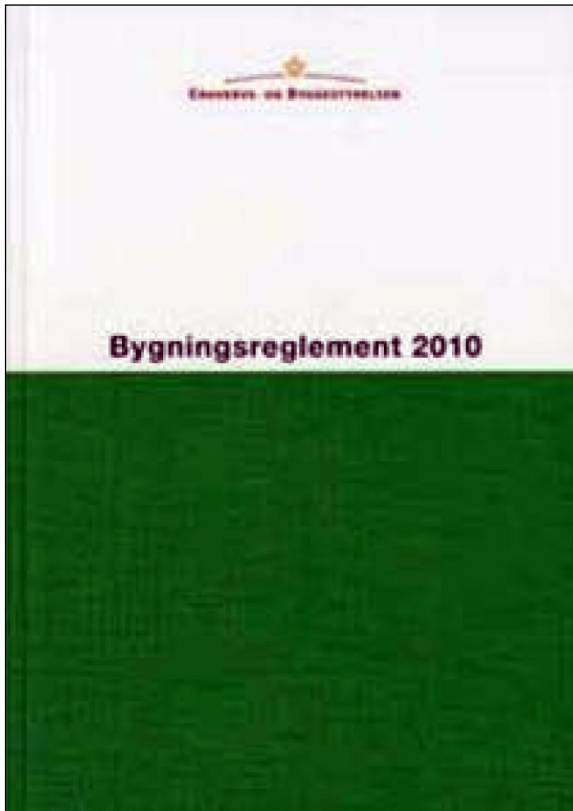
Se mere på <http://byggevaerinfo.dk/godkendelsesordningen>

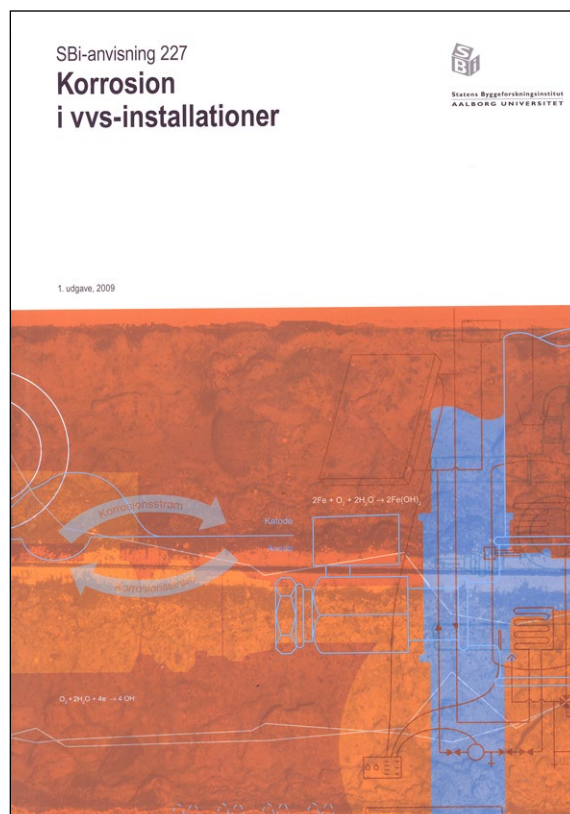
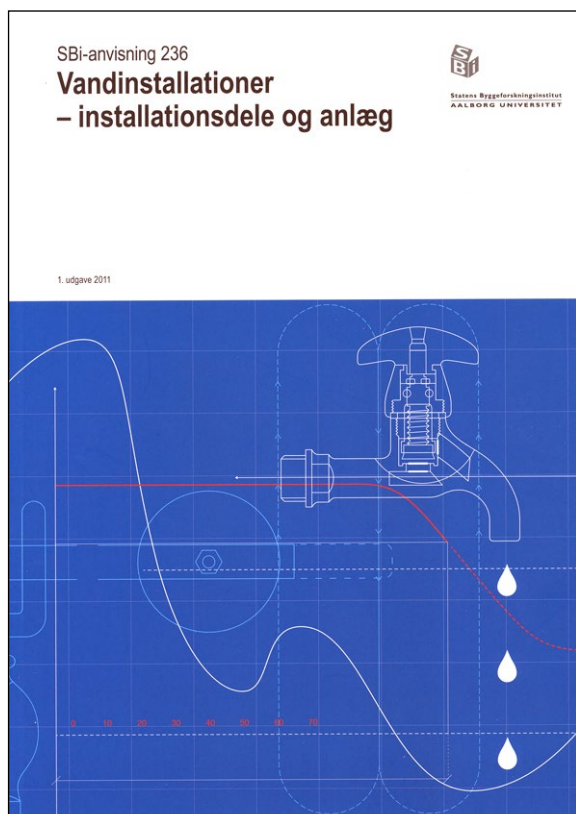
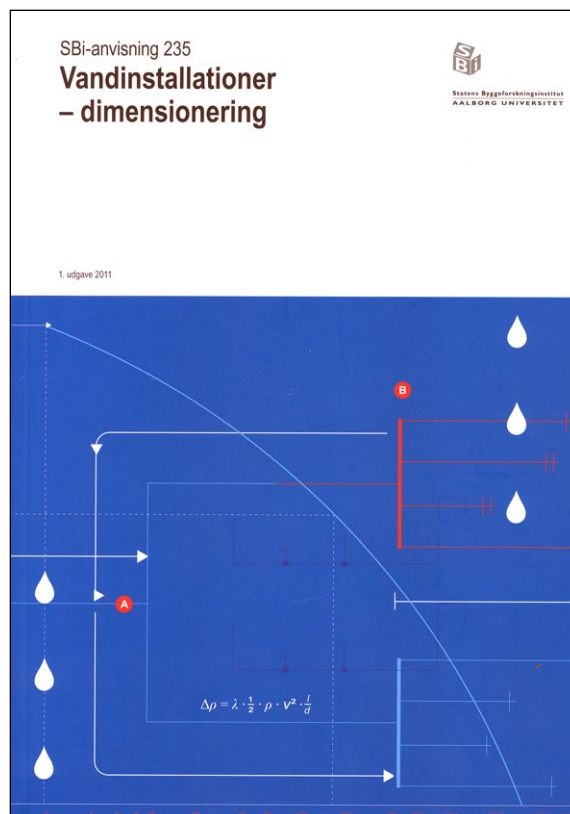
Dog er der flere producenter der frivilligt vælger at lade deres produkter VA-godkende, samtidigt med den nye mærkning.



## Oversigt over byggelovgivningen









### Forudsætninger

Vandinstallationer i bygninger skal dimensioneres i henhold til DIF's norm for vandinstallationer, DS439 4. Udgave 2009-07-21.

Installationen kan enten dimensioneres ved forenklet beregning eller ved egentlig beregning, hvor det er den egentlige beregning vi vil beskæftige os med i dette kompendium, da forenkede beregninger typisk vil resultere i nogle uforholdsmæssige store rørdimensioner. Samtidig tager den forenkede beregning heller ikke højde for hastighed eller støj i installationen.

For at kunne foretage den egentlige beregning af en installation, er der en række krav og beregningsmæssige forudsætninger, der bør overholdes.

De vigtigste af disse er:

- Materialevalg i forhold til vandkvaliteten
- Fastsættelse af forudsatte vandstrømme
- Beregning af største dimensionsgivende vandstrøm
- Beregning af tryktabet i installationen
- Forholdsregler mod korrosion
- Begrænsning af støjgener



### Vandmængder

#### Forudsatte vandstrømme

Den forudsatte vandstrøm er den strøm, der kræves for at sikre tapstedet en tilfredsstillende funktion og benævnes  $q_f$ .

Den forudsatte vandstrøm er betinget af tapstedets funktion. Hvilket vil sige, at den ikke afhænger af det anvendte taparmatur, men af hvad dette anvendes til.

Tabellen herunder angiver de mest almindelige forudsatte vandstrømme:

Forudsatte Vandstrømme ved de hyppigste forekommende tapsteder		
Tapsteder	Forudsatte Vandstrømme $q_f$ (l/s)	
	Koldt Vand	Varmt Vand
Badekar (BK)	0,3	0,3
Bidet (BD)	0,1	0,1
Brusebad (BR)	0,15	0,15
Gård/havevanding (SP)	0,2	
Håndvask (HV)	0,1	0,1
Køkkenvask (KV)	0,2	0,2
Rengøringsvask (UV)	0,2	0,2
Samtidigt benyttede tapventiler for håndvask eller vaskerender i fabrikker og lignende <sup>1)</sup>	0,03	0,03
Skylleventil for urinal (UR)	0,4	
Skylleventil for WC	1,5	
Ventiler for spuling af gulve og lignende (SP)	0,2	0,2
Vaske- og opvaskemaskiner for husholdning (VM/OM)	0,2	0,2
Wc-cisterner (WC)	0,1	
Slangevindere iht. Bygningsreglementet <sup>2)</sup> (SLV)	0,33	

1) Det forudsættes, at der foretages reduktion af tapventilens ydeevne.

2) For slangevindere i industry etc. henvises til Brandteknisk Vejledning nr. 15 fra dansk brandværns-komite.

#### Dimensionsgivende vandstrømme

Hvis man dimensionerede alle rør efter den forudsatte vandsstrøm, ville man ende op med nogle meget store rørdimensioner, da det jo ikke er realistisk, at alle tapsteder benyttes samtidigt, kan vi beregne en dimensionsgivende vandmængde ( $Q_d$ ) for at undgå dette. Vi skal dog være opmærksom på, at der er forskellige formler for dette, alt efter om der er systematisk benyttede tapsteder, eller om der er slangevindere i byggeriet.

##### Tilfældigt benyttede tapsteder

Hvis tapstederne benyttes tilfældigt, og den største forudsatte vandstrøm ikke er større end 0,3 l/s, kan man beregne den dimensionsgivende vandmængde ( $Q_d$ ) efter følgende formel:

$$Q_d = 0,2 + 0,015 (\sum Q_f - 0,2) + 0,12 \sqrt{\sum q_f - 0,2}$$

##### Systematisk benyttede tapsteder

Hvis der er systematisk benyttede tapsteder i byggeriet, som f.eks. brusere i en sportshal, eller vaskerender i en fabriksbygning, hvor man må påregne, at flere tapsteder benyttes samtidigt, skal man tage højde for dette og dimensionere derefter, så  $Q_{\text{sys}}$  er lige med den forudsatte vandstrøm for alle de berørte armaturer:

$$Q_{\text{sys}} = \sum Q_f$$

##### Fordeleingsledninger med slangevindere

Hvis der er slangevindere i byggeriet, må den forudsatte vandstrøm til disse naturligvis ikke reduceres, da de benyttes til brandbekæmpelse. Formlen for disse installationer ser således ud:

$$Q'_d = 0,33 + (Q_d - 0,2)$$

Der dimensioneres altid kun for en slangevinde uanset antallet af slangevindere i byggeriet.

##### Ledninger der både forsyner slangevindere og systematisk benyttede tapsteder

Hvis der både er slangevindere og systematiske benyttede tapsteder i samme installation, kan man blot sammenskrive formlerne således:

$$Q'_d = 0,33 + (Q_d - 0,2) + Q_{\text{sys}}$$

$Q_d$  er her beregnet for de tilfældigt benyttede tapsteder alene.

$Q_{\text{sys}}$  er her summen af de forudsatte vandstrømme for de systematisk benyttede tapsteder.



## Tryk

### Tryk

Før man kan begynde at tryktabsberegne, skal man kende  $P_{in}$  det laveste normaltryk, som er det tryk, vi har til at overvinde tryktabene i installationen med. Derefter fratrækker man tryktabet i an boring, stik- og jordledning, vandmåler, taparmaturet og enkelt modstande samt løftehøjden. Hvorefter vi kender det disponible tryktab, som vi så kan fordele på rørinstallationen (se beregnings-skema bag i bogen).

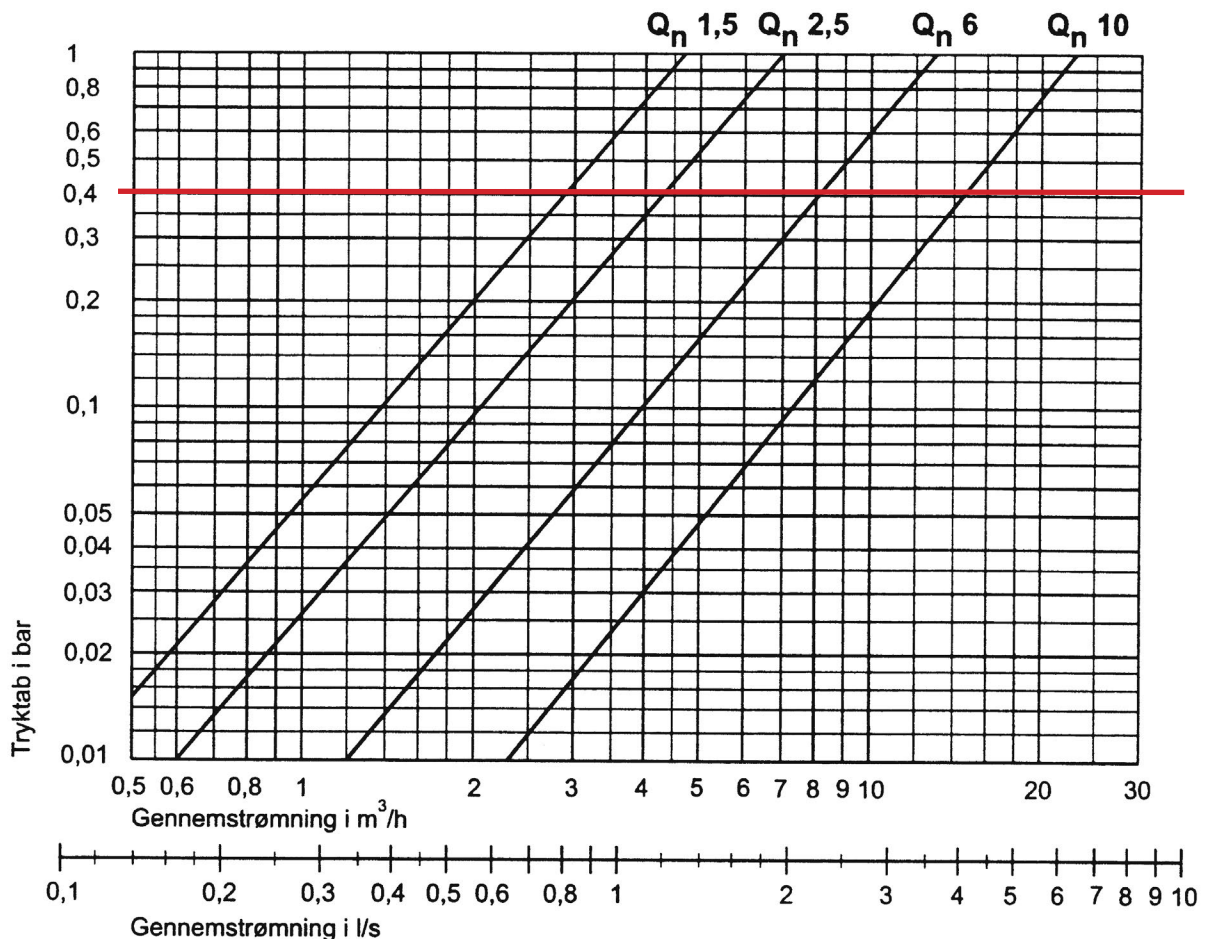
### Tryktab i an boring

Tryktabet i an boringen kan findes ved at gange zetaværdien (se nedenstående tabel) med det dynamiske tryk (kan aflæses i nomogram)

Dimension og placering af an boring	$\zeta$ (zetaværdi)
An boring i top $d \geq 25$ mm	5,0
An boring i siden $d < 25$ mm	3,0
An boring i siden $d \geq 25$ mm	2,0

### Tryktab i Vandmåler

Tryktabet over vandmåleren kan aflæses i nedenstående diagram. Tryktabet over måleren må ikke overstige 40 kPa.



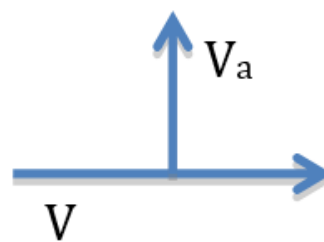


## Tryk

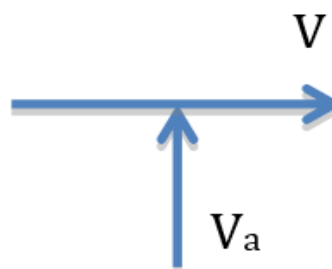
### Tryktab i enkelt modstande

Tryktabet i enkeltmodstandene kan findes ved at gange zeta-værdien (se nedenstående tabel) med det dynamiske tryk (kan aflæses i nomogram)

Enkeltmodstande	$\zeta$ (zeta-værdi)
<b>Tee</b>	
Afgreninger og sammenløb $V_a \leq V$	1,0
Afgreninger og sammenløb $V_a > V$	2,0
Gennemløb	0,0
$V_a$ = vandhastighed i afgrening eller sammenløb	
$V$ = vandhastigheden i gennemløbet	
<b>Anboringer</b>	
Anboring i top $d \geq 25$ mm	5,0
Anboring i siden $d < 25$ mm	3,0
Anboring i siden $d \geq 25$ mm	2,0
<b>Bøjninger</b>	
Kort bøjning	0,5
Lang bøjning	0,0
Vinkel	1,0
<b>Dimensionsændring</b>	
	0,2 henført til højeste dynamiske tryk
<b>Ventiler</b>	
Fristrømssædeventil, Kuglehane	0,3
Membranventil	5,0
Skydeventil $\leq 25$ mm	2,0
Skydeventil $\geq 25$ mm	1,5
Sædeventil $\leq 25$ mm	10,0
Sædeventil $\geq 25$ mm	5,0



Afgrening



Sammenløb



Gennemløb



Tryk

## Tryktab over armaturet

Tryktabet over armaturet kan findes ved at læse producentens datablad, og indtil videre vil vi kunne finde det i VA-godkendelsesbladet på [www.ETA-Danmark.dk](http://www.ETA-Danmark.dk), men hvordan de nye drikkevandsgodkendelser ser ud, kan kun fremtiden fortælle os.

## Eksempel på VA-godkendelsesblad



**Godkendelse**  
**VA 1.42/18125**

Udstedt: 2011.08.04

Gyldig til: 2014.07.01

Udstedt i medfør af byggelovens § 28 stk. 2

### GODKENDELSESINDEHAVER:

Vola A/S  
Lunavej 2  
8700 Horsens  
Telefon: 70 23 55 00  
Telefax: 70 23 55 11

### Blandearmatur til håndvask eller køkkenvask **VOLA** type KV3, KV4, KV9, KV15, HV5, HV8 og HV10

### FABRIKAT:

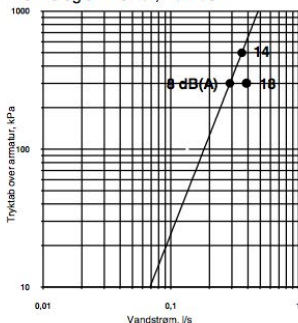
Vola A/S, Danmark

### MÆRKNING:

- Fabrikantmærke: VOLA
- Varmt og koldt vand:  
Rødt og blå mærke
- På tilslutningslanger:
  - Fabrikantmærke: NEOPERL
  - Godkendelsesmærke:
- På emballage:
  - Godkendelsesnummer
  - Godkendelsesmærke:

### KVALITETSKONTROL:

Godkendelsesindehaver opretholder obligatorisk kontrolaftale med Teknologisk Institut, Aarhus



1 kPa = 0,01 bar ≈ 0,1 mVs

Støjniveau  $L_{AP}$  i dB(A) og vandstrøm i afhængighed af tryktab over armaturet.

Det angivne støjniveau ved 300 kPa  $L_{AP} = 18$  dB(A) er det maksimale støjniveau ved regulering mellem åben og lukket ventil.

### BETINGELSER FOR MONTERING OG BRUG:

Anvendelse af armaturet i bygninger, der er omfattet af bygningsreglementets bestemmelser om lydforhold, kan ske i henhold til de retningslinier, der er angivet i DS 439, Norm for vandinstallationer.

Ved vurdering af, om armaturet ved det aktuelle vandtryk kan give en tilfredsstillende vandstrøm, henvises til DS 439, Norm for vandinstallationer.

### BESKRIVELSE OG TEKNISKE DATA:

Betjening	Med to greb for koldt og varmt vand.
Montering	På håndvask eller bordplade. Tilgang nedefra gennem VA-godkendte fleksible tilslutningslanger.  Tilgang nedefra 1/2" RG.
Udløb og tilbehør	Svingbar udløbstud med luftindblander.
Støjniveau (ved tryktab 300 kPa)	$L_{ap} = 18$ dB(A)
Støjgruppe	Gruppe 1
Forudsat vandstrøm	Håndvask: $q_f = 0,1$ l/s  Køkkenvask: $q_f = 0,2$ l/s
Trykgruppe	Håndvask: Gruppe 50 kPa (Tryktabet over armaturet ved den forudsatte vandstrøm er højest 50 kPa)  Køkkenvask: Gruppe 150 kPa (Tryktabet over armaturet ved den forudsatte vandstrøm er mellem 50 og 150 kPa)
Materiale	Armaturets dele er udført i messing. Armaturets dele er udført i rustfrit stål. Tør vægt uden koblingslanger: Type KV3: 2073 gram Type KV5: 1950 gram Type KV9: 1950 gram Type KV10: 1950 gram Type KV15: 2016 gram Type HV5: 1821 gram Type HV8: 1859 gram Type HV10: 2029 gram

Side 1 af 1

**DS Certificering A/S**  
**ETA-Danmark**  
Kollegievej 6  
DK-2920 Charlottenlund

Telefon: +45 72 24 59 00  
Telefax: +45 72 24 59 04

E-mail: [eta@dscert.dk](mailto:eta@dscert.dk)  
Internet: [www.etadanmark.dk](http://www.etadanmark.dk)



## Tryk

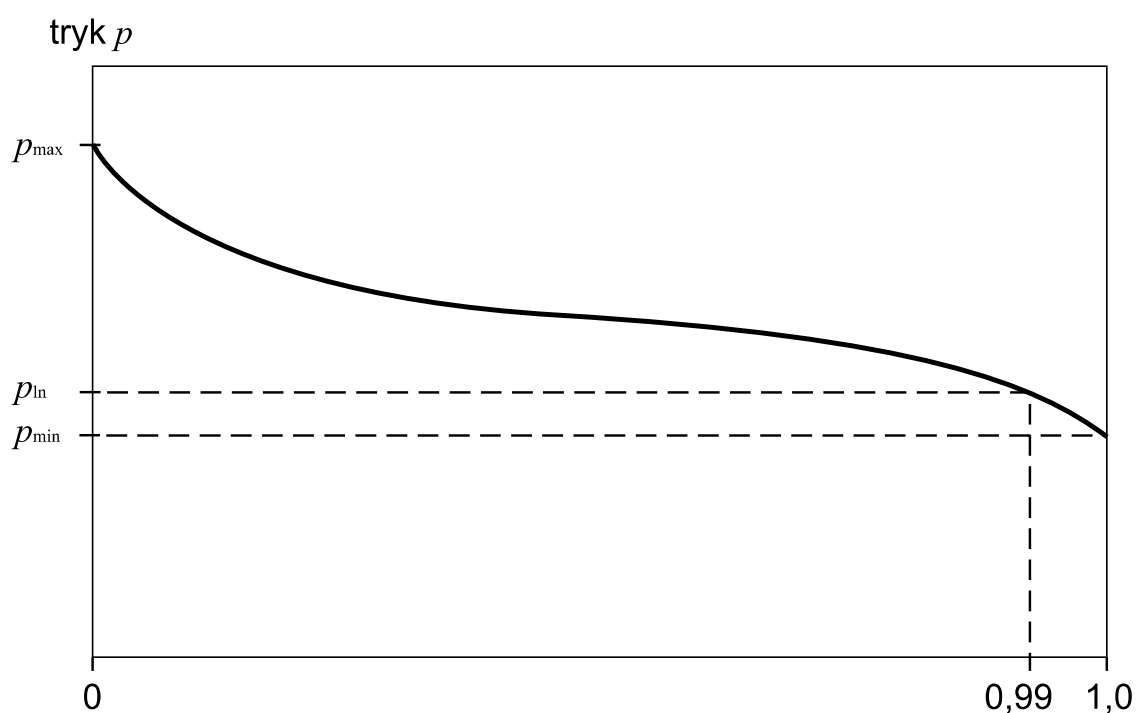
### Laveste normaltryk i forsyningsledningen ( $P_{in}$ )

Trykket i forsyningsledningen  $P_{in}$  opgives normalt af det lokale vandværk.

Da trykket i forsyningsledningen vil være varierende, skal dimensioneringen altid foretages ud fra det laveste normaltryk, som er det tryk vandværket vil garantere på alle tider af døgnet.

Normalt vil man både kunne få oplyst både  $P_{in}$  (laveste normal tryk) og  $P_{max}$  (højeste normal tryk), men hvis ikke vandværket kender det aktuelle tryk på en matrikel, kan man være nødsaget til at foretage en trykmåling over en periode med stort forbrug.

Ved det laveste normale tryk i forsyningsledningen  $P_{in}$  forstås, at trykket skal optræde med en sandsynlighed på 0,99 i en periode med højt forbrug, hvilket vil sige, at man godt må have et tryk, der er mindre end  $P_{in}$  i 1 pct. af døgnet, se nedenstående skema.

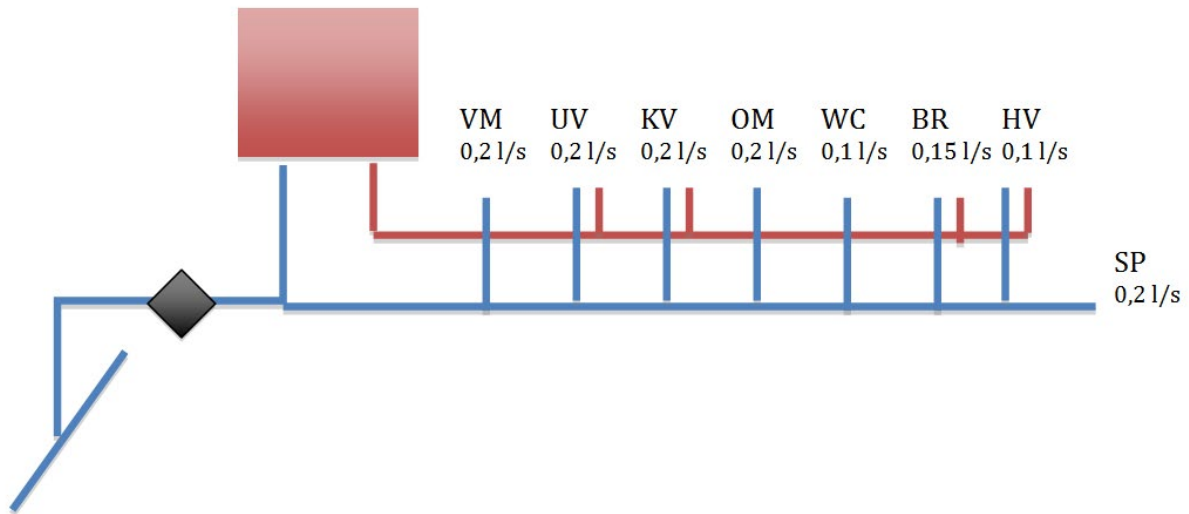


**Figur V 2.2.3 – Tryk i forsyningsledning**



Tryk

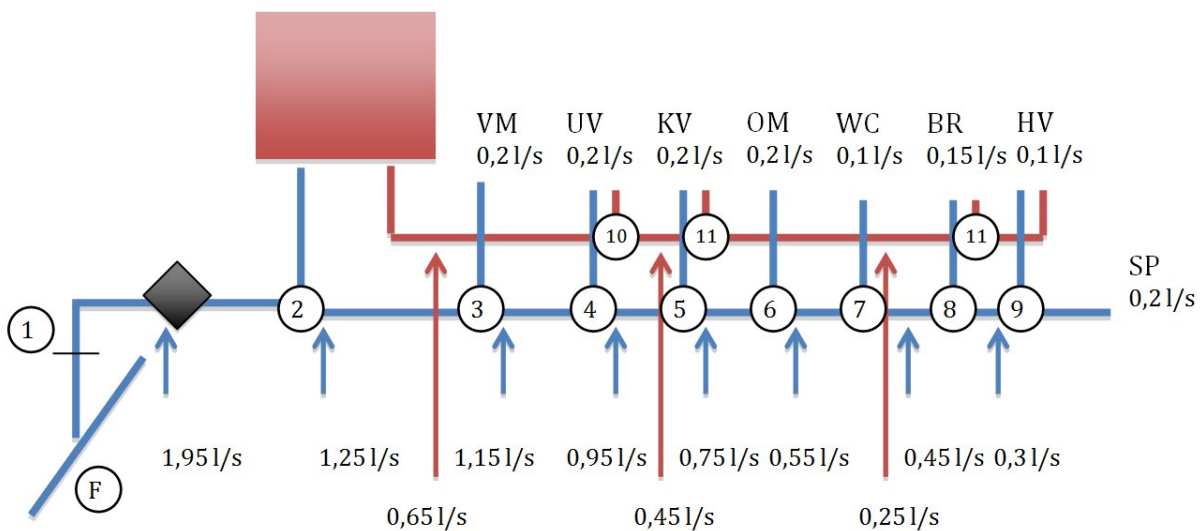
## Eksempel på sammentæling af forudsatte vandstrømme



Når tapstederne er talt sammen vil regnestykket se ud som herunder:

Varmt Brugsvand	0,65 l/s
Koldt Brugsvand	1,35 l/s
Ialt	1,95 l/s

Derefter skal vandstrømmene tælles sammen på strækningerne og afgreningerne nummereres:





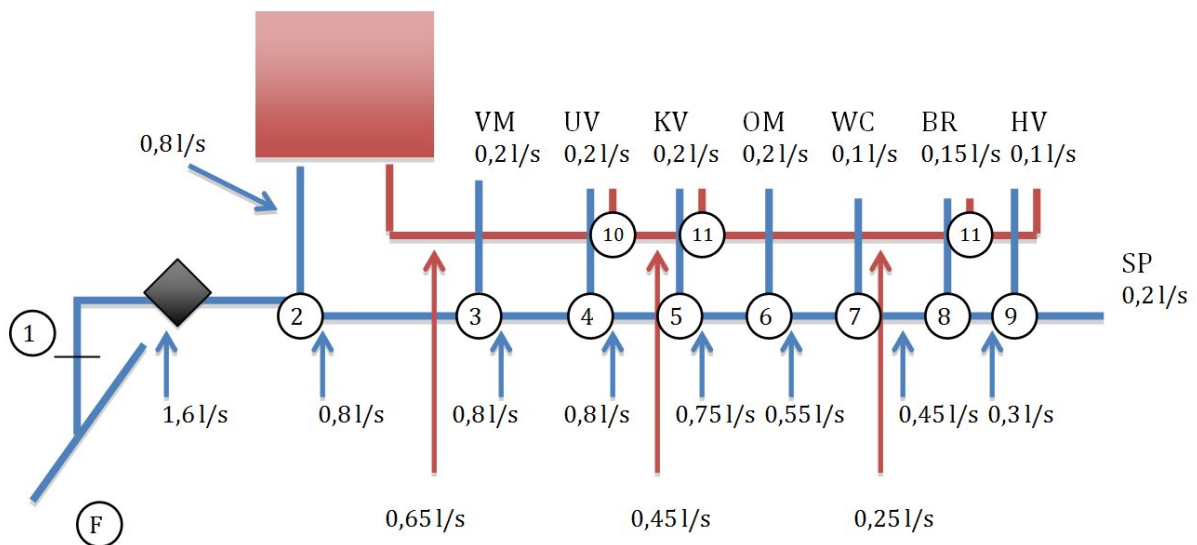
Tryk

## Anvendelse af 0,8 reglen

Da det ikke er sandsynligt, at alle installationsgenstande benyttes samtidigt i en enfamiliesbolig, giver normen mulighed for at reducere summen af de forudsatte vandstrømme for lejligheder og boliger, når summen kommer over 0,8 l/s for henholdsvis koldt vand og varmt vand.

Det vil sige, at når man kommer over 0,8 l/s for en delstrækning, holder man op med den videre summering.

## Eksempel på anvendelse af 0,8 reglen



På tilgangen til varmtvandsproduktionen vil man normalt sætte summen til 0,8 l/s, også selv om summen er mindre, idet der derved er lavet plads til udvidelse af varmtvandsproduktionen, på et senere tidspunkt.

## Disponibelt tryktab pr. Meter

Før der kan vælges rørdimensioner, skal der beregnes, hvor stort et tryktab der er til rådighed pr. meter rør.

Dette gøres efter følgende formel:

$$R_{disp} = \frac{\Delta P_{disp} - \Delta P_s}{L} \times \frac{100}{100+25}$$

(se evt. skema næste side. Der er et blankt skema bagerst i bogen til at kopiere.)

$$\Delta P_{disp} = P_{in} - (\text{løftehøjde} \times 9,81)$$

$$\Delta P_s = (\Delta P_a + \Delta P_{stik} + \Delta P_m + \Delta P_{vn})$$

$$\Delta P_a = \text{Tryktabet i an boring}$$

$$\Delta P_{stik} = \text{Tryktabet i stik/jordledningen}$$

$$\Delta P_m = \text{Tryktabet i måleren}$$

$$\Delta P_{vn} = \text{Tryktabet over armaturet}$$

$$L = \text{Længden af fordelings- og koblingsledninger til farligste punkt}$$

$$\% = \text{anslået antal procent fittings i installationen (typisk 20-25 \%)}$$



Tryk

## Eksempel på Beregning af disponibelt trykfald

### Egentlig beregning

$\Delta P_a$ : Tryktab i anboring	=	1,5	kPa
$\Delta P_{stik}$ : Tryktab i stik og jordledning	=	21	kPa
$\Delta P_m$ : Tryktab i måler	=	20	kPa
$\Delta P_{vn}$ : Tryktab i taparmatur i FP (se datablad)	=	200	kPa
$\Delta P_s = (\Delta P_a + \Delta P_{stik} + \Delta P_m + \Delta P_{vn})$	=	<u>242,5</u>	

---

$$\Delta P_{disp} = P_{ln} - (l\ddot{o}fteh\ddot{o}jde \times 9,81)$$

$$\Delta P_{disp} = 420 - (3,1 \text{ m} \times 9,81) = 389 \text{ kPa.}$$

$$\text{Tryktab i enkeltmodstande sættes til} = 20 \%$$

$$L = \text{Fordelingsledninger og koblingsledning til FP} = 28,5 \text{ Meter}$$

Disponibelt tryktab pr./m rør

$$R_{disp} = \frac{\Delta P_{disp} - \Delta P_s}{L} \times \frac{100}{100 + \dots}$$

$$R_{disp} = \frac{389 \text{ kPa} - 242,5}{28,5 \text{ m}} \times \frac{100}{100 + 20} = 4,25$$



## Valg af rørdimension ud fra Nomogram

### Valg af rørdimension ud fra Nomogram

Når rørdiameteren skal vælges, er det nødvendigt at kende den dimensionsgivende vandmængde, og det disponible tryktab pr. meter rør. Linealen lægges på nummer 2 søjle på nomogrammet (Volumenstrøm I/S), derefter vælges rørdiameteren til venstre på nomogrammer efter rørets indre diameter. På den højre søjle (Tryktab Pa pr. m.) skal vi være opmærksomme på, at værdien ikke bliver højere end det disponible tryktab. Se nedenstående eksempel:

$$Q_d = 0,4 \text{ l/s}$$

$$R_{\text{disp}} = 650 \text{ Pa/m}$$

Der vil vi vælge en 1" galvaniseret rør, hvor vi i nomogrammet vil kunne aflæse det dynamiske tryk til 240 Pa og en vandhastighed på 0,7 m/s. (se Nomogram på næste side), og  $R_{\text{disp}}$  er kun på 600 Pa/m, så vi vil have 50 Pa/m i overskud.

Ved dimensionering af PEX-rør er man nødt til at undersøge producentens anvisninger, da de ikke tæller fittings sammen på samme måde som tidligere nævnte eksempler, men derimod ligger 1 eller 1/2 m rør til, for at udgøre tryktabet for fordelerrør og PEX-dåse.

Ved brug af kobberør skal vi være opmærksomme på de maksimale vandhastigheder for at undgå turbulenskorrosion. (se nedenstående skema.)

**Tabel V 3.4.1 c – Maksimale hastigheder i vandledninger af kobberør af hensyn til korrosion**

vandledning	installationsområde	største forsvarlige <sup>1)</sup> hastighed i m/s		
		koldt vand ≤ 25 °C	varmt vand <sup>2)</sup> ≤ 70 °C	
ledning med kontinuert strømning, fx cirkulationsledning	udskiftelige og ikke-udskiftelige fordelingsledninger	2,0	0,5	
ledning med sammenlagt strømning > 6 timer pr. døgn	udskiftelige og ikke-udskiftelige fordelingsledninger og koblingsledninger	2,0	1,3	
ledning med sammenlagt strømning < 6 timer pr. døgn	udskiftelig	ingen grænser		
	ikke-udskiftelig	fordelingsledning og koblingsledning	ingen grænser	
		fordelingsledning	2,0	1,3
	koblingsledning	4,0	4,0	

<sup>1)</sup> Ved ekstremt ugunstige forhold kan turbulenskorrosion indtræffe, fx ved korrosivt vand, uheldig geometri ved afgreninger, ventiler, loddesamlinger mv., luftansamlinger i ledninger, relativ lang varighed af strømning.

<sup>2)</sup> Ved højere temperaturer bør hastighederne mindskes med minimum 25 pct.

# Egentlig beregning af vandinstallationer



## Valg af rørdimension ud fra Nomogram

Statens Byggeforskningsinstitut 1978

Gengivelse af dette nomogram kun tilladt efter skriftlig tilladelse fra SBI i hvert enkelt tilfælde

### SBI-nomogram 5

### Tryktab for varmforzinkede stålrør med afsætning

Vand 10°C

#### Anvendelse

Rørledninger for brugsvand, der kan fremkalde afsætning.

#### Grundlag

Colebrook's formel med vandtemperatur  $t = 10^\circ\text{C}$ , absolut ruhed  $k = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m}$  og et afsætningslag  $a = 0,3 \times 10^{-3} \text{ m}$ .

#### Diameter

På højre side af diameteraksen er afsat indvendige diameter for midelsvære gevindrør af St. 00 efter DS 540, 3. udgave.

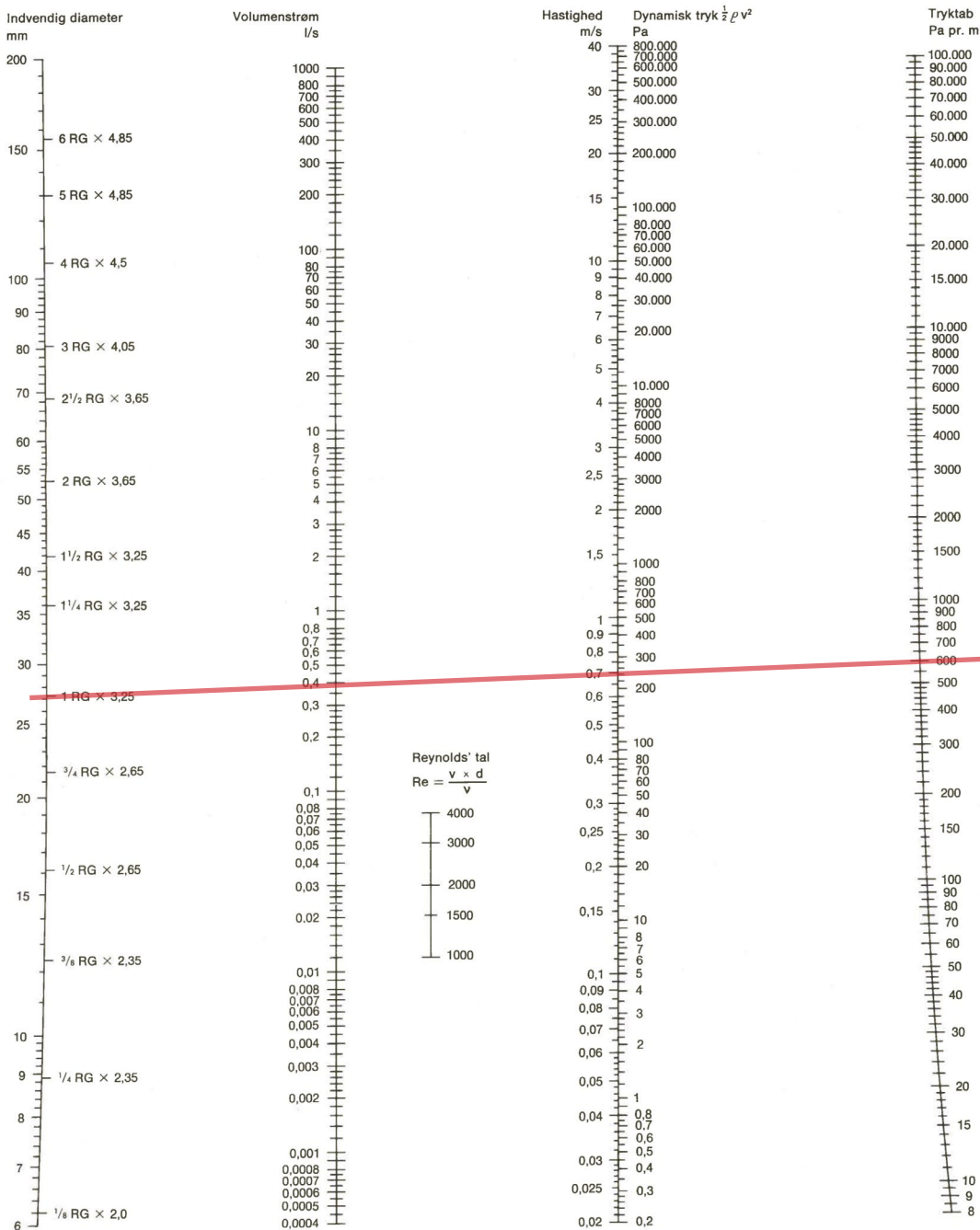
Disse diameter er efter DS 540 betegnet med det gevind, der kan skæres på røret, samt godstykkelelsen i mm.

#### Omsætningstabel for trykenheder

	Pa (= N/m <sup>2</sup> )	bar	kp/m <sup>2</sup> (= mmHg <sub>20</sub> ) (= kp/cm <sup>2</sup> )	at
1 Pa	1	10 <sup>-5</sup>	0.10197	1.0197 · 10 <sup>-5</sup>
1 bar	10 <sup>5</sup>	1	10197	1.0197
1 kp/m <sup>2</sup>	0,98067	0,98067 · 10 <sup>-5</sup>	1	10 <sup>-4</sup>
1 at	98067	0,98067	10 <sup>3</sup>	1

#### Temperaturområde

Nomogrammet gælder for vand ved 10°C. Ved 0°C er fejlen på tryk-tabel maksimalt +10% og ved 55°C maksimalt -25%.





## Dimensionering af varmtvandsbeholder

### 70% reglen

Når alle rørstrækninger til det farligste tapsted er valgt, skal vi sikre os, at der er tryk nok til at kunne overvinde tryktabet over armaturet. Ved tilfældigt benyttede tapsteder er det nok, at vi har 70% af vandmængden. Dette kan kontrolleres i armaturets datablad, hvor man kan se den aktuelle vandmængde i forhold til det faktiske tryk.

### Støj

Inden installationen installeres i bygningen, skal det sikres, at den ikke støjer mere end kravene fra bygningsreglementet i forhold til hvilken bygningstype, der er tale om. Når man kontrollerer for støj, er man nødt til at tage udgangspunkt i  $P_{max}$  (det maksimale vandværkstryk) og IKKE  $P_{in}$  (laveste normaltryk), da trykket jo kun er lavest på bestemte tider af døgnet.

Man skal ind og kigge på armaturernes datablade og kigge i støjkurven, hvilken støjgruppe armaturet befinder sig i, ved det faktiske tryk på baggrund af  $P_{max}$ .

## Dimensionering af varmtvands beholder

Teknologisk institut har gennemført et forskningsprojekt, som har været baseret på computersimuleringer med varmtvandsbeholdere i prøvestande. Dette har resulteret i dimensioneringsmetoden "Normallejlighed."

### Normallejlighed

For at bruge metoden med normallejligheder skal vi fastlægge følgende: En normallejlighed sættes til at have 3,5 beboere samt badeværelse med badekar eller bruser, og med et beregningsmæssigt energibehov på 4,36 kWh. Køkkenvasken medregnes ikke. Håndvask og bidet medregnes kun i lejligheder med 2 badeværelser.

#### Normallejligheder

Antal værelser	Antal beboere
1	2
1½	2
2	2
2½	2,3
3	2,7
3½	3,1
4 *	3,5 *
4½	3,9
5	4,3
5½	4,6
6	5
6½	5,4
7	5,6

\*Normallejlighed - Kilde DS 439



## Dimensionering af varmtvandsbeholder

Tabel V 2.5.4 – Varmtvandsenhedeme og deres energibehov til anvendelse ved beregning efter formel (2.5.4)

boliger med ét badeværelse		boliger med to badeværelser		
varmtvandsenhed	energibehov kWh	varmtvandsenhed	energibehov kWh	
			badeværelse 1	badeværelse 2
badekar eller bruser	(v = 1) 4,36	badekar eller bruser	(v = 1) 4,36	(v = 1) 2,18 eller 1,70
håndvask	medregnes ikke	håndvask	0,70	(v = 1) eller 0,70
bidet	medregnes ikke	bidet	0,81	(v = 1) eller 0,81
køkken	medregnes ikke	køkken	medregnes ikke	

Kilde DS 439

### Eksempel på udregning af normalejligheder for en boligejendom med følgende lejligheder

4 stk. 2 værelses lejligheder med 1 badeværelse

10 stk. 3 værelses lejligheder med 1 badeværelse

2 stk. 3 værelses lejligheder med 2 badeværelser (badeværelse 2 med bruser, håndvask og bidet)

Antal lejligheder	Antal værelser	Antal personer	Energibehov pr. lejlighed kWh	Energibehov i alt. kWh antal lejligheder x antal personer x kWh	Energibehov for hele ejendommen
4	2	2	4,36	34,88	
10	3	2,7	4,36	117,72	
2	3	2,7	4,36 3,21 (1,7+0,7+0,81)	23,54 bad 1 17,33 bad 2	
					193,47

### Beregning af antal af normalejligheder for ejendommen. Ifølge DS 439 (2.5.4)

$$N = \frac{\sum(n \cdot p \cdot v \cdot E)}{3,5 \cdot 4,36} \quad (2.5.4)$$

hvor

- $N$  = antallet af normalejligheder
- $n$  = antallet af lejligheder
- $p$  = antallet af beboere pr. lejlighed
- $v$  = varmtvandsenheder i lejligheden
- $E$  = det beregningsmæssige energibehov pr. varmtvandsenhed.

Beregningen af tælleren i formelen foregår på følgende måde: Lejlighederne deles op i grupper, således at lejlighederne inden for en gruppe er ens, hvad angår antallet af beboere og antallet af varmtvandsenheder (dvs. antal badeværelser). For hver gruppe beregnes produktet af  $n$ ,  $p$ ,  $v$  og  $E$ , og slutteligt tages summen af produkterne for de respektive grupper.

$$N = \frac{\sum(n \cdot p \cdot v \cdot E)}{3,5 \cdot 4,36} = \frac{193,47 \text{ kWh}}{3,5 \cdot 4,36} = 12,65 \text{ normalejligheder}$$

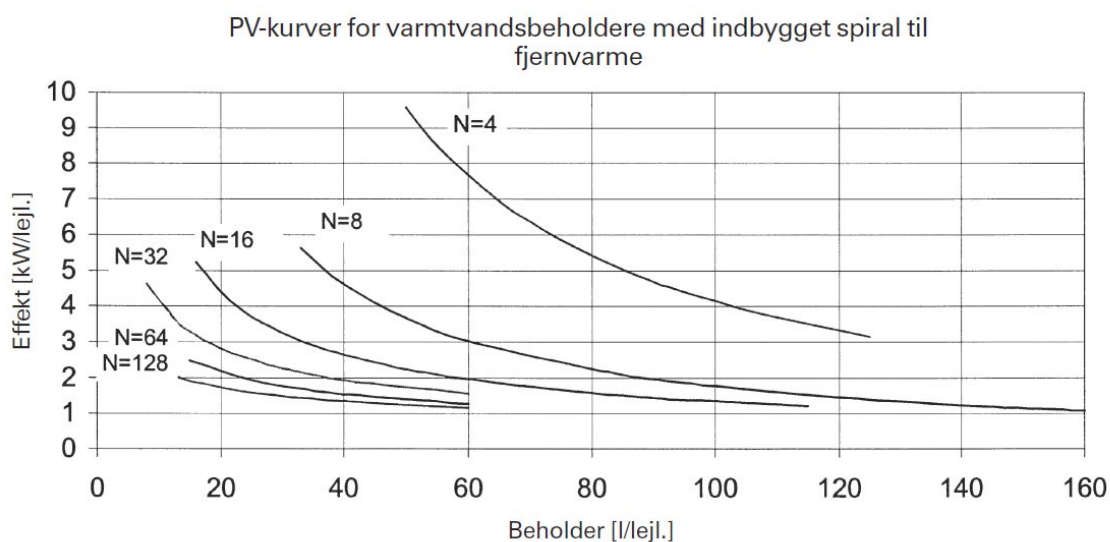


### Dimensionering af varmtvandsbeholdere med indbygget spiral til fjernvarme ifølge DS 439

#### 2.5.2.1.4 b Dimensionering af varmtvandsbeholdere med indbygget spiral til fjernvarme

Dimensionering af beholdere med indbygget spiral er baseret på et stort antal computersimuleringer, hvis resultater er afbildet i figur V 2.5.7. Diagrammet er bygget på følgende forudsætninger:

- Der kan opnås en gennemsnitlig afkøling på fjernvarmesiden, der med tilnærmelse er lig med den dimensionerende afkøling.
- I praktisk drift med varmtvandstemperatur 50-55 °C og ved moderate cirkulationsledningstab kan opnås primærreturtemperaturer i området omkring 40 °C som gennemsnit.
- Beholdervolumenet er beholderens faktiske volumen målt fra underkant af varmeveksler til afgangsstuds.
- Den effektive effekt er inkl. 0,15 kW cirkulationstab pr. normalejlighed.
- Beholdereffekten er defineret som den effektive effekt, hvilket indebærer, at der skal gives stentillæg. Effekten er endvidere defineret som den kontinuerlige ydelse ved 10/45 °C på brugsvandssiden. Primærsidens temperaturer er baseret på 60 °C fremløbstemperatur og 40 °C returtemperatur.



**Figur V 2.5.7 – Dimensioneringsdiagram for varmtvandsbeholdere med indbygget spiral. Diagrammet viser sammenhængen mellem den nødvendige effekt pr. normallejlighed, effektivt beholdervolumen pr. normallejlighed og antallet af normallejligheder**

Kilde DS 439



## Dimensionering af varmtvandsbeholder

### Eksempel på dimensionering af varmtvandsbeholder for førnævnte boligejendom som er tilsluttet fjernvarme

Forudsætninger:

- Antal normalejligheder = 12,65
- Cirkulationstab 0,2 kW pr. normalejlighed
- Fremløb 60 °C
- Retur 40 °C
- Koldt vand temperatur 10 °C
- Varmt vands temperatur 45 °C
- Lille rensinterval.
- 2 spiraler.

Vejledende beholderstørrelser ud fra normalejligheder.

Antal lejligheder	Effektive beholder-volumen l.
4	340
5	390
6	420
8	520
10	600
15	825
20	1000
30	1290
50	2000
75	2625
100	3000
150	3750

Kilde DS 439

Der vælges en 700 l beholder ifølge skema.

### Beholder volumen pr lejlighed udregnes med nedenstående formel:

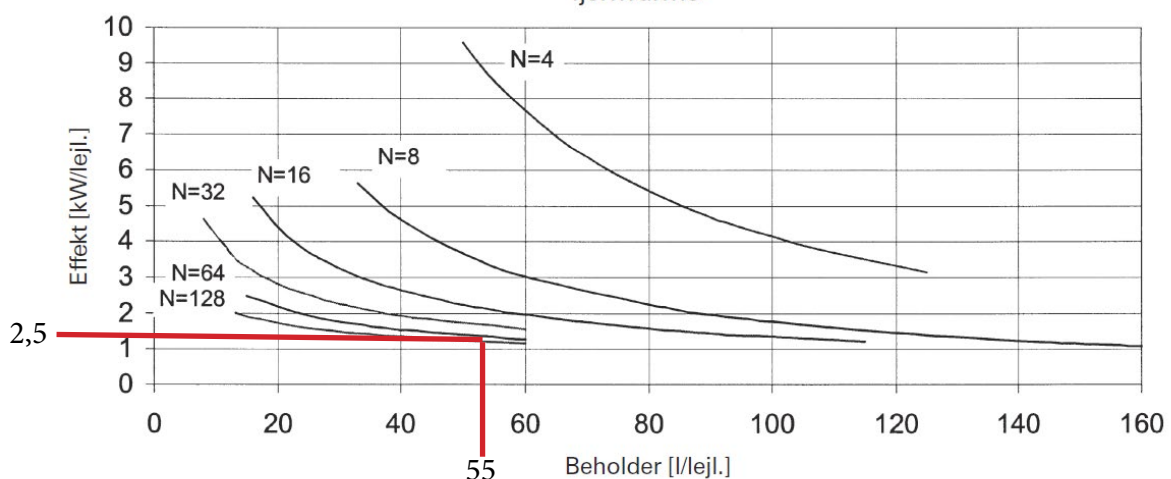
$$V_{lej} = \frac{V}{N_{lej}} = l/lejlighed = \frac{700}{12,65} = 55,3 l/lej.$$

### Effektive effekt

$P_{eff.} = (P_{eff}/lej + cirkulationstab) \times \text{antal normalejligheder}$

$$P_{eff.} = 2,5 \text{ kW} + 0,05 \text{ kW} \times 12,65 \text{ normalejlighed} = 32,4 \text{ kW}$$

PV-kurver for varmtvandsbeholdere med indbygget spiral til fjernvarme



**Figur V 2.5.7 – Dimensioneringsdiagram for varmtvandsbeholdere med indbygget spiral. Diagrammet viser sammenhængen mellem den nødvendige effekt pr. normalejlighed, effektivt beholdervolumen pr. normalejlighed og antallet af normalejligheder**

Kilde DS 439

# Egentlig beregning af vandinstallationer



## Dimensionering af varmtvandsbeholder

**Korrigeringsfaktor** for højere brugsvands-temperatur. Ifølge DS 439 skal det varme brugsvand være min 50 °C ved tapstedet, så temperaturen ved beholder bør min. være 55-60 °C.

Beregnet Peff. = 32,4 kW.

I tabellen nedenfor kan man aflæse, at korrigeringsfaktoren ved 60°C fremløb og 30°C

retur er 1,6 og ved 60°C fremløb og 40°C retur er den 1,0.

Forskellen mellem 1,6 og 1,0 = 0,6. Da vores retur var sat til 35°C er det halvdelen af 0,6 = 0,3.

Faktor = 1,0 + 0,3 = 1,3 ny korrigeringsfaktor.

Peff. Var 32,4 x 1,3 = 42,12 kW.

Retur/fremløb ° C	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
20			3,39	1,97	1,41	1,11	0,91	0,78	0,86	0,60
30			1,6	1,02	0,77	0,63	0,53	0,46	0,41	0,37
40			1,0	0,68	0,53	0,44	0,38	0,33	0,30	0,27
50			0,71	0,50	0,4	0,34	0,29	0,26	0,23	0,21
60				0,39	0,32	0,27	0,24	0,21	0,19	0,18
70						0,23	0,20	0,18	0,17	0,15
80								0,16	0,14	0,13

Kilde vand og afløbs ståbi.

Den nødvendige mærkeeffekt P beregnes ved nedenstående formel.

Mærkeeffekt. Peff. X ft (renseinterval)

Mærkeeffekt 32,4 kW x 1,2 = 50,5 kW

Mærkeeffekt = 25,3 kW/ spiral.

Korrektionsfaktorer for tilkalkning for el og gasvandvarmere vælges tilkalkningstillæg for > 80 °C

Temperatur °C	Lille rensinterval	Stort rensinterval
< 80	1,1 - 1,2	1,2 - 1,3
> 80	1,2 - 1,3	1,3 - 1,5

Kilde DS 439



## Dimensionering af varmtvandsbeholder

### Eksempel på dimensionering af beholder i enfamiliehus

Valgt beholder 150 liter

$T_k = 10\text{ °C}$

$T_v = 55\text{ °C}$

$\Delta t = 45\text{ °C}$

Varmetabet i beholderen sat til 0,2 kW

Cirkulationstabet sat til 0,3 kW

Varmemedietemperatur mindre end 80 °C

Renseintervallet = stort

$$V_{\text{effekt beholder}} = \frac{\text{valgt beholder}}{\text{korrektionsfaktor}} = \frac{150 \text{ liter}}{1,2} = 120 \text{ liter}$$

### Volumenkorrektionsfaktorer ved beholdertyper

Beholdertype	Volumenkorrektionsfaktor
Beholder < 500 l	1,2
Beholder med indbygget varmeplade	1,4
Kappebeholder	1,5

Kilde DS 439

V effektiv energiindhold  $\frac{V_{\text{effekt behold}} \cdot (-T_k)}{860}$

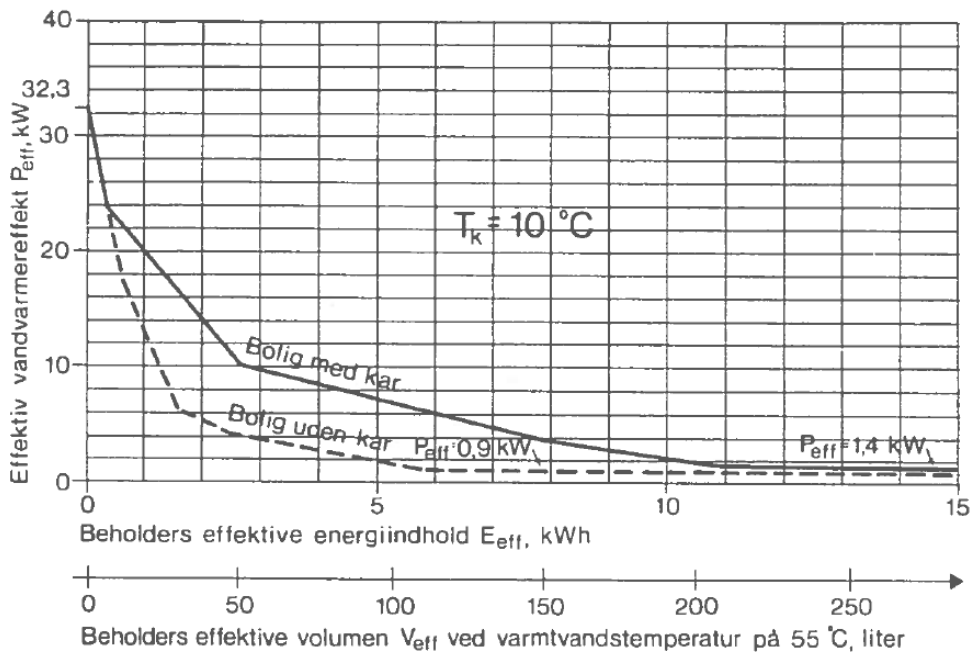
$$V \text{ effektiv energiindhold} = \frac{120 \text{ liter} \times 45\text{ °C}}{860} = 6,28 \text{ kWh}$$

860 findes ved at 1 kcal = 1 liter vand opvarmet 1°C 860 er faktor for at komme fra kcal til kWh

Varmelegemets mærkeeffekt.

$P_o$  (  $P_{\text{eff}}$  + cirk. Tab + varmetab ) x rensintervallet.

$$P_o ( 5,9 + 0,3 + 0,2 ) \times 1,3 = 8,32 \text{ kWh.}$$



Figur V 2.5.2 – Dimensioneringsdiagram (P-E-kurver) for vandvarmere, der forsyner alle varmtvandsstæder i en helårsbolig for en familie

Kilde DS 439

Korrektionsfaktorer for tilkalkning for el og gasvandvarmere vælges tilkalkningstillæg for > 80 °C

Temperatur °C	Lille rensinterval	Stort rensinterval
< 80	1,1 - 1,2	1,2 - 1,3
> 80	1,2 - 1,3	1,3 - 1,5

Kilde DS 439



## Skemaer

### Skema for Beregning af disponibelt trykfald

#### Egentlig beregning

$$\Delta P_a : \text{Tryktab i anboring} = \text{ kPa}$$

$$\Delta P_{\text{stik}} : \text{Tryktab i stik og jordledning} = \text{ kPa}$$

$$\Delta P_m : \text{Tryktab i måler} = \text{ kPa}$$

$$\Delta P_{\text{vn}} : \text{Tryktab i taparmatur i FP (se datablad)} = \text{ kPa}$$

$$\Delta P_s = (\Delta P_a + \Delta P_{\text{stik}} + \Delta P_m + \Delta P_{\text{vn}}) = \underline{\underline{\quad\quad\quad}}$$

---

$$\Delta P_{\text{disp}} = P_{\text{In}} - (\text{løftehøjde} \times 9,81)$$

$$\Delta P_{\text{disp}} = \text{ kPa.}$$

$$\text{Tryktab i enkeltmodstande sættes til} = \text{ \%}$$

$$L = \text{Fordelingsledninger og koblingsledning til FP} = \text{ Meter}$$

---

Disponibelt tryktab pr. meter rør

$$R_{\text{disp}} = \frac{\Delta P_{\text{disp}} - \Delta P_s}{L} \times \frac{100}{100 + \%}$$

$$R_{\text{disp}} = \frac{\quad - \quad}{\quad + \quad} \times \quad = \underline{\underline{\quad\quad\quad}} \text{ kPa/m}$$



# Egentlig beregning af vandinstallationer



Skemaer

## Nomogrammer

Statens Byggeforskningsinstitut 1978

Gengivelse af dette nomogram kun tilladt efter skriftlig tilladelse fra SBI i hvert enkelt tilfælde

### SBI-nomogram 11 Tryktab for plastør

Vand 10°C

#### Anvendelse

Rørledninger for brugsvand, hvor der ikke forventes afsætning.

#### Grundlag

Colebrook's formel med vandtemperatur  $t = 10^\circ\text{C}$  og absolut ruhed  $k = 1,0 \times 10^{-5} \text{ m}$ .

Nomogrammet er baseret på målinger udført på pvc- og pel-rør.

#### Temperaturområde

Nomogrammet gælder for vand ved  $10^\circ\text{C}$ . Ved  $0^\circ\text{C}$  er fejlen på tryktabet maksimalt +10% og ved  $55^\circ\text{C}$  maksimalt -25%.

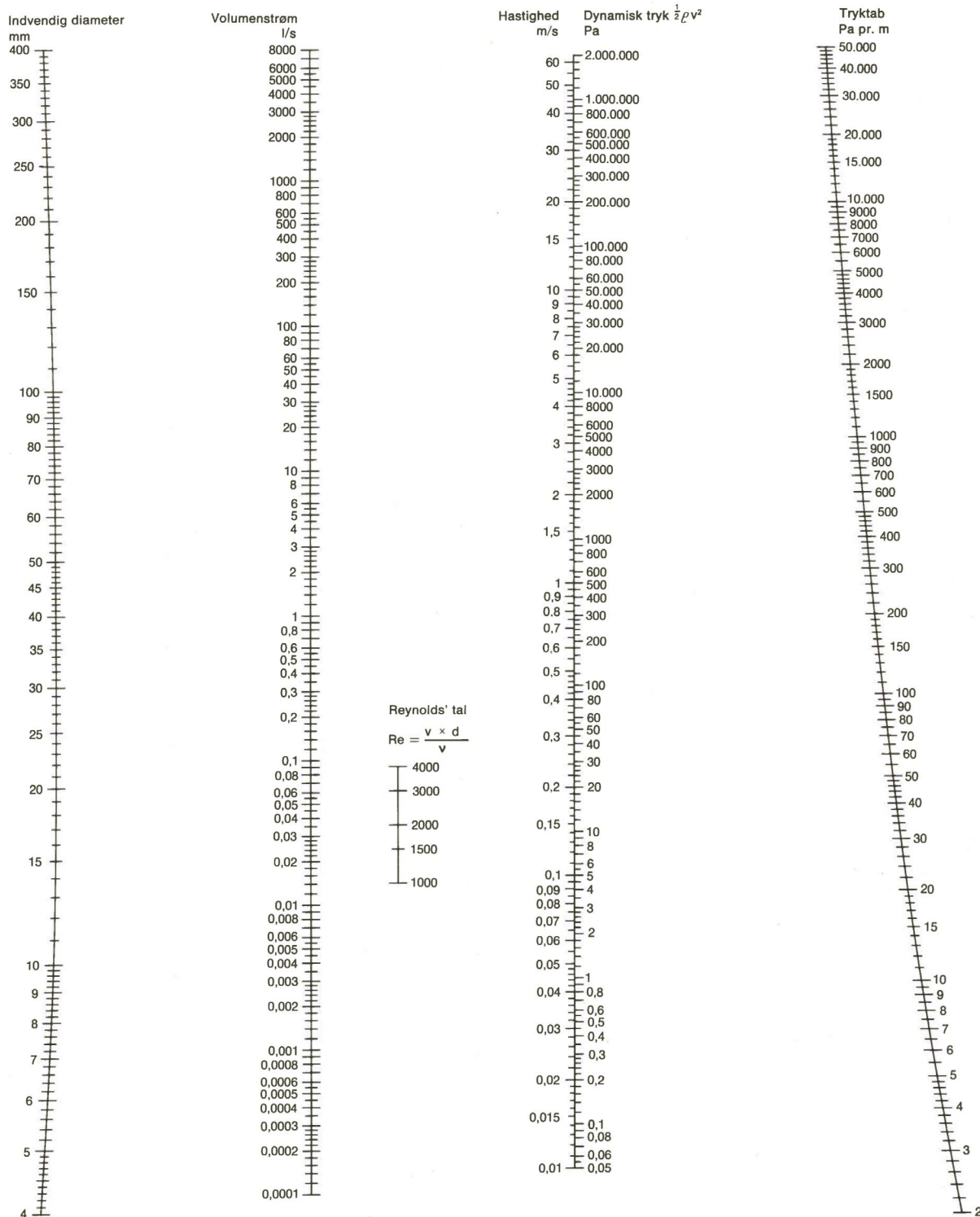
Det bemærkes, at den indvendige røroverflades ruhed – og dermed tryktabet – kan variere noget med fremstillingsprocessen og rørmaterialiet.

#### Indvendige diametre (uddrag efter DS 972, DS 719, og DS 2129)

Materiale og tryktrin	Udvendige diametre																
	12	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110	160	200	225	250	315	400
pvc PN 6																	
pvc PN 10		18,0	22,6	28,8	36,0	45,2	57,0	67,8	81,4	99,4	144,6	180,8	203,4	226,0	285,0	361,8	
pel PN 6	8,8	12,8	16,4	20,8	26,4	33,0	41,4	52,2	62,0	74,4	91,0						
pel PN 10	8,6	11,6	14,4	18,2	23,2	29,0	36,4	45,8	54,6	65,6	80,2						
peh PN 6		21,0	28,0	35,4	44,2	55,8	66,4	79,8	97,4	141,8	177,2	199,4	221,6	279,2	354,6		
peh PN 10		16,0	20,4	26,2	32,6	40,8	51,4	61,4	73,6	90,0	130,8	163,6	184,0	204,6	257,8	327,2	

#### Omsætningstabel for trykenheder

Pa	bar	kp/m <sup>2</sup>	at
(= N/m <sup>2</sup> )		(= mmHgO)	(= kp/cm <sup>2</sup> )
1 Pa	1	$10^{-5}$	$0,10197 \cdot 10^{-5}$
1 bar	$10^5$	1	1,0197
1 kp/m <sup>2</sup>	9,8067	$9,8067 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$
1 at	98067	0,98067	$10^4$





## Skemaer

Statens Byggeforskningsinstitut 1978

Gengivelse af dette nomogram kun tilladt efter skriftlig tilladelse fra SBI i hvert enkelt tilfælde

### SBI-nomogram 7 Tryktab for kobberør med afsætning

Vand 10°C

#### Anvendelse

Rørledninger for brugsvand, der kan fremkalde afsætning.

#### Grundlag

Colebrook's formel med vandtemperatur  $t = 10^\circ\text{C}$  og absolut ruhed  $k = 0,15 \times 10^{-3} \text{ m}$ .

#### Diameter

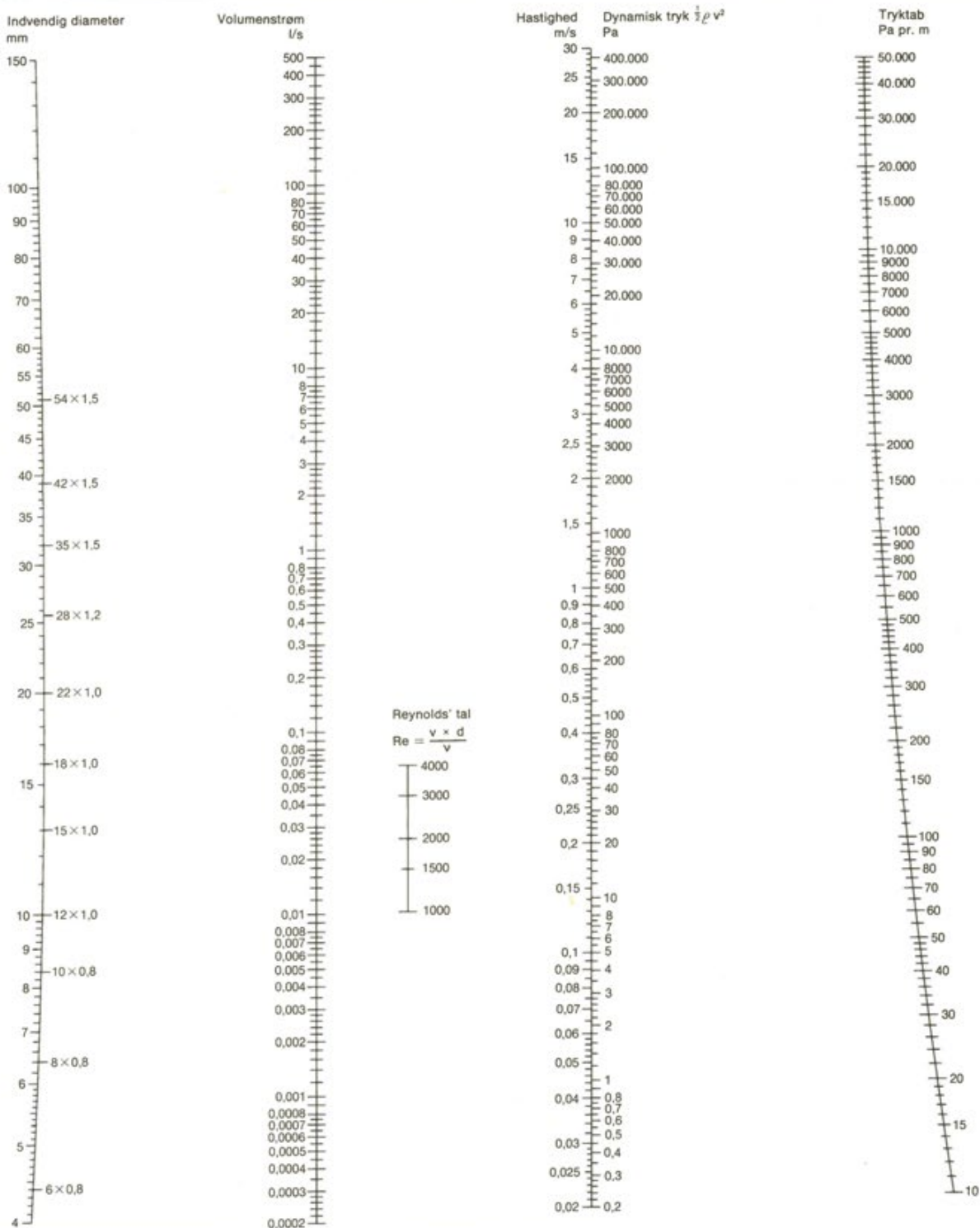
På højre side af diameteraksen er afsat indvendige diameter for kobberør (-normale-) efter DS 2110. Disse diameter er efter DS 2110 betegnet med udvendig diameter og godstykkelsen i mm.

#### Omsætningstabel for trykenheder

	Pa ( $\times 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ )	bar	kg/cm <sup>2</sup> ( $\times 10^4 \text{ Nm}^{-2}$ )	at
1 Pa	1	$10^{-5}$	0,10197	$1,01325 \times 10^{-5}$
1 bar	$10^5$	1	10197	1,0132
1 kg/cm <sup>2</sup>	9,8067	$9,8067 \times 10^{-2}$	1	$10^{-4}$
1 at	101325	1,01325	$10^4$	1

#### Temperaturområde

Nomogrammet gælder for vand ved  $10^\circ\text{C}$ . Ved  $0^\circ\text{C}$  er fejlen på tryktabet maksimalt +10% og ved  $55^\circ\text{C}$  maksimalt -25%.



# Egentlig beregning af vandinstallationer



## Skemaer

Statens Byggeforskningsinstitut 1978

Gengivelse af dette nomogram kun tilladt efter skriftlig tilladelse fra SBI i hvert enkelt tilfælde

## SBI-nomogram 5 Tryktab for varmforzinkede stålrør med afsætning

Vand 10°C

### Anvendelse

Rørledninger for brugsvand, der kan fremkalde afsætning.

### Grundlag

Colebrook's formel med vandtemperatur  $t = 10^\circ\text{C}$ , absolut ruhed  $k = 1,0 \times 10^{-3}$  m og et afsætningslag  $a = 0,3 \times 10^{-3}$  m.

### Diametre

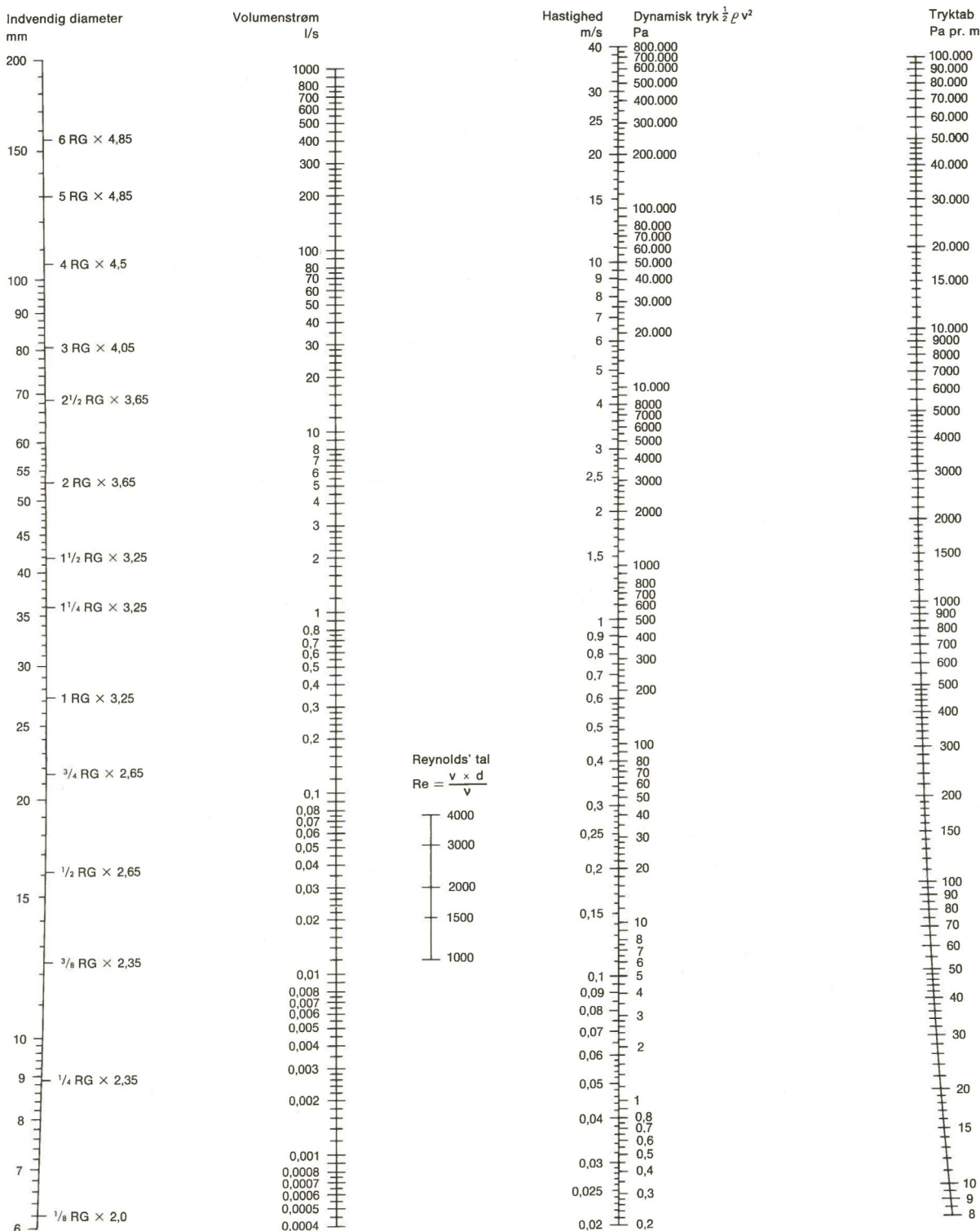
På højre side af diameteraksen er afsat indvendige diametre for middelsvære gevindrør af St. 00 efter DS 540, 3. udgave. Disse diametre er efter DS 540 betegnet med det gevind, der kan skæres på røret, samt godstykkelsen i mm.

### Omsætningstabel for trykenheder

	Pa (= N/m <sup>2</sup> )	bar	kp/m <sup>2</sup> (= mmHg <sub>0</sub> )	at (= kp/cm <sup>2</sup> )
1 Pa	1	$10^{-5}$	0,10197	$1,0197 \cdot 10^{-5}$
1 bar	$10^5$	1	10197	1,0197
1 kp/m <sup>2</sup>	9,8067	$9,8067 \cdot 10^{-5}$	1	$10^{-4}$
1 at	98067	0,98067	$10^4$	1

### Temperaturområde

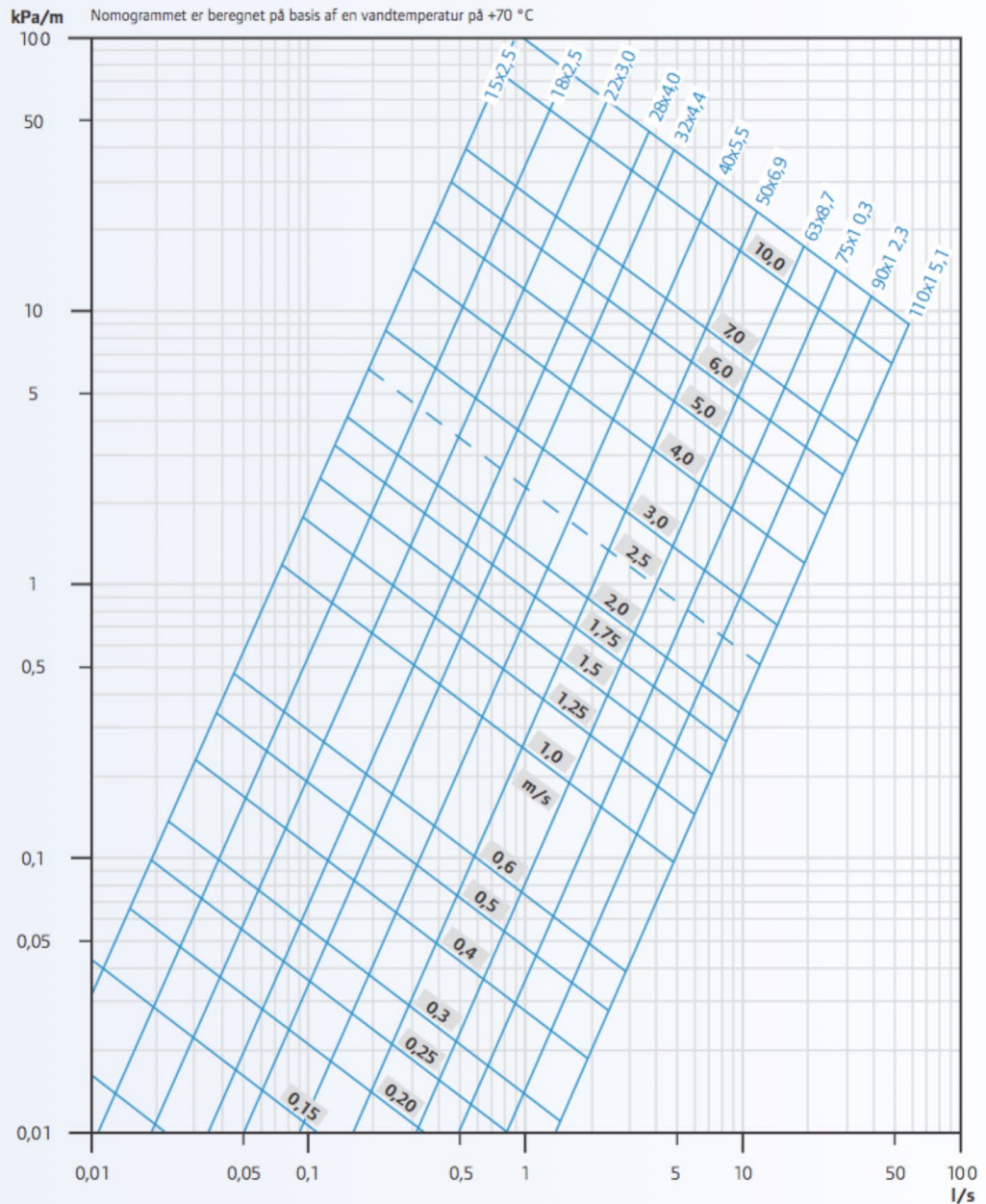
Nomogrammet gælder for vand ved  $10^\circ\text{C}$ . Ved  $0^\circ\text{C}$  er fejlen på tryktabet maksimalt +10% og ved  $55^\circ\text{C}$  maksimalt -25%.





Skemaer

## Tryktabsnomogram Wirsbo-PEX-rør PN 10



### Korrigeringsfaktor for forskellige temperaturer

Ruhedstal 0,0005

Temperatur °C:	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Faktor:	0,95	0,98	1,00	1,02	1,05	1,10	1,14	1,20	1,25

----- = Anbefalet maks. vandhastighed ved kontinuerligt flow for at forhindre høje tryktab og lyd niveauer