



viega

Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Viega Smartloop Inliner

Johan Sørensen, produktchef i Viega A/S



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

- **Regler og love / Bygningsreglementet – BR 18 kap. 19 og 21, REHVA**
- **Undgå vand og varmespild / konklusion**
- **Opbygning af store brugsvandsinstallationer**
- **Forbrug og dimensionering**
- **Varmetab og dimensionering**
- **Inliner Cirkulation**
- **Råd og anbefalinger**

Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Regler og love

Dimensioner korrekt

- Brugsvandsinstallationer skal dimensioneres og udføres, så risikoen for bakterievækst af legionella i det varme vand minimeres.

Bevar flowkapaciteten

- Der må ikke opstå korrosion og aflejringer, der kan forringe kapaciteten.

Undgå spild

- Unødvendigt vandforbrug og vandspild skal undgås samt at unødvendigt energiforbrug skal undgås

Tilstræb sund drift

- Installationen skal kunne fungere uden risiko for personers sundhed som følge af bakterievækst, herunder legionella.

Tilstræb kortere ventetider

- Passende varmtvandstemperatur (> 50°C) skal være til stede uden besværende ventetid.

Reducer energiforbruget

- Unødvendigt energiforbrug skal undgås.
- Installationer skal isoleres

Energieeffektiv cirkulation af varmt brugsvand

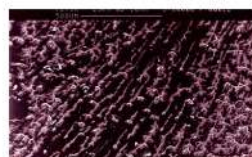
REHVA – European Guidebook nr. 30 - 2019

Grundlæggende om hygiejne og vandkvalitet

- Hygiejne er den samlede indsats og foranstaltninger, der træffes for at undgå direkte eller indirekte skader på den enkelte brugers sundhed og trivsel (ubehag)
- lavt støjniveau $\leq 1 \text{ m/s}$
- sundhed, vandhastighed $\geq 1 \text{ m/s}$
- vigtigt at holde biofilmen tynd
- Formål: Sikre vandkvaliteten i vandinstallationer i bygninger



Pseudomonas-Biofilm 0,03 m/s



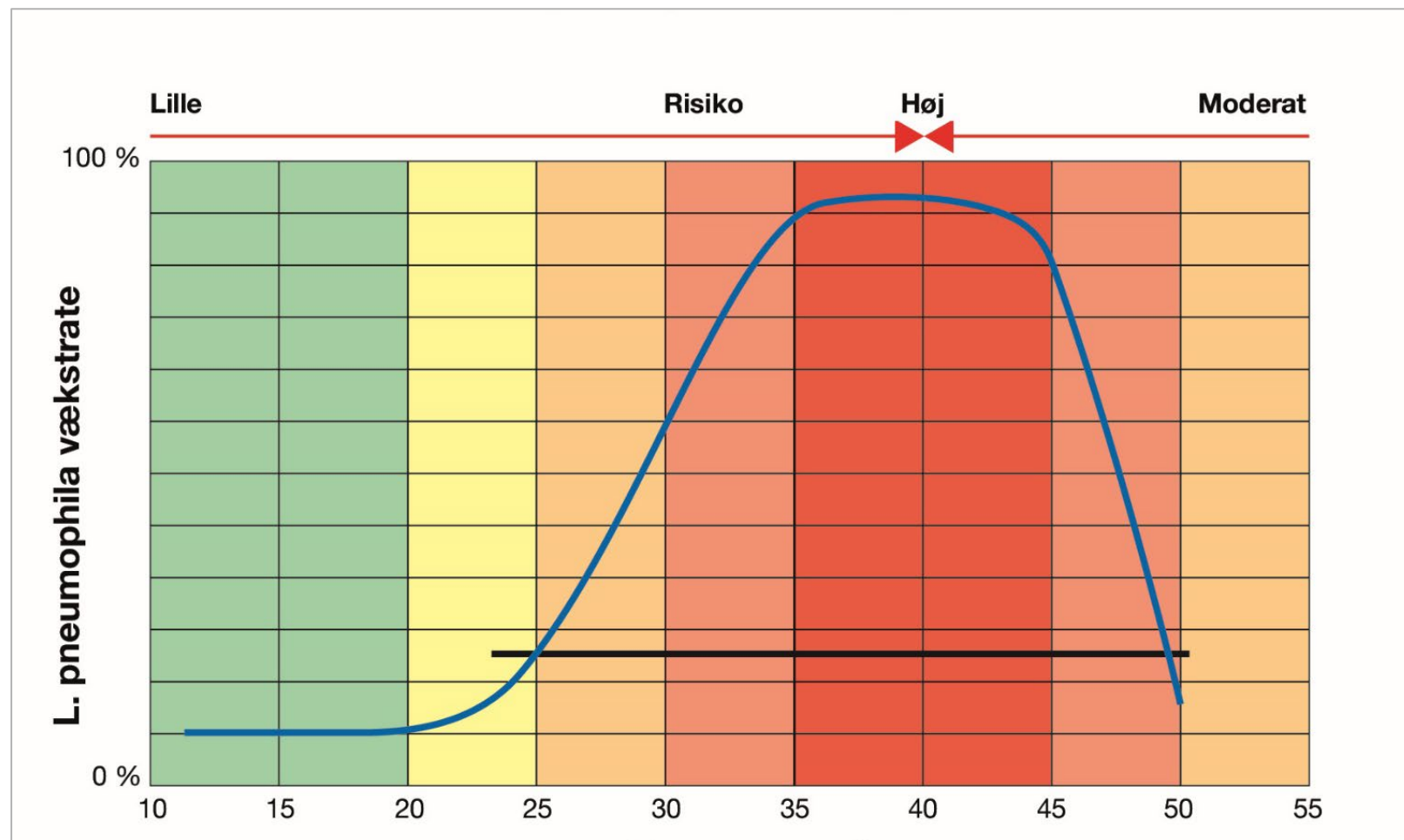
Pseudomonas-Biofilm 1 m/s



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Undgå legionella

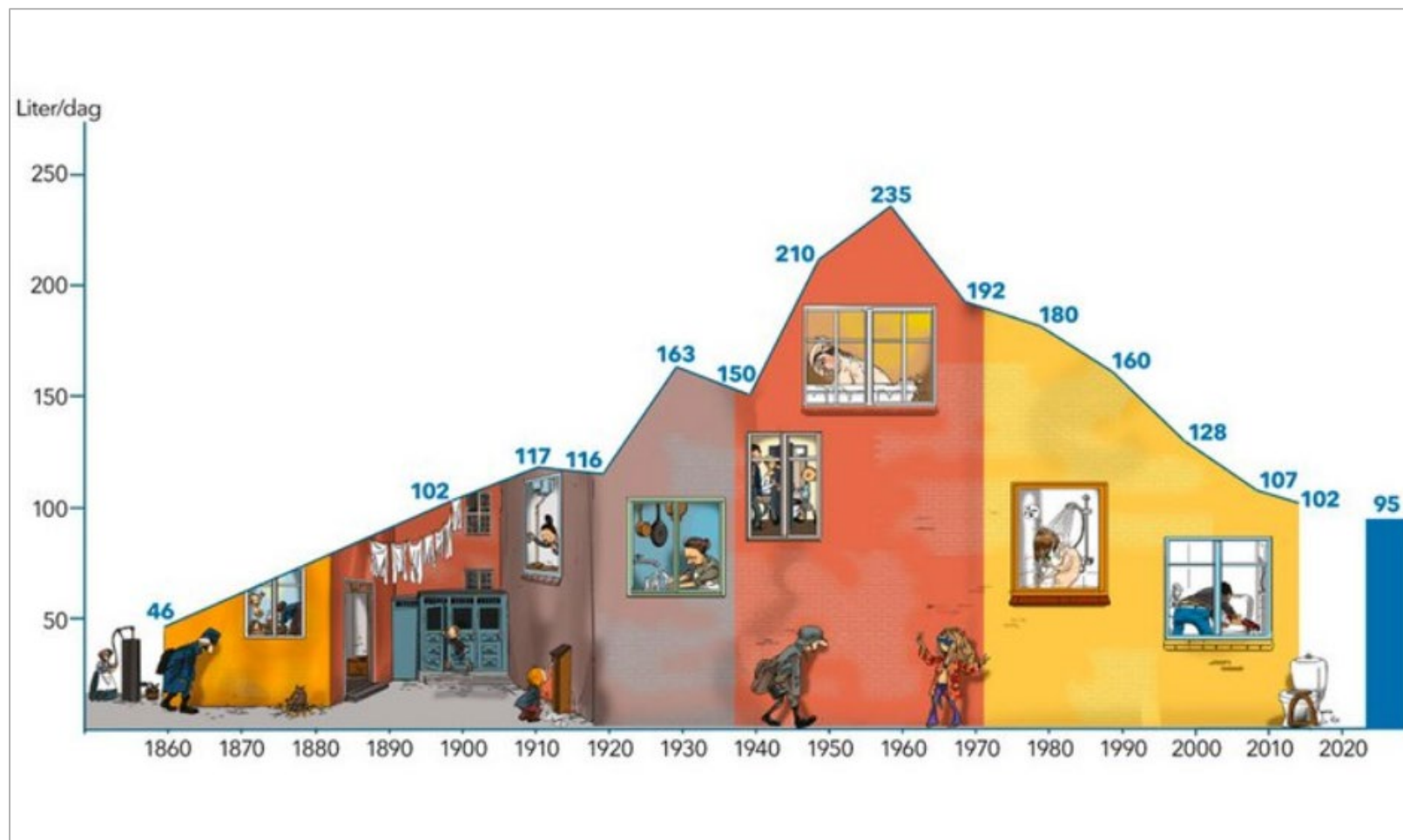
- temperatur fra 20 til 50°C
- høj vækst af Legionella
- at komme over den sorte bjælke



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Undgå vand- / varmespild

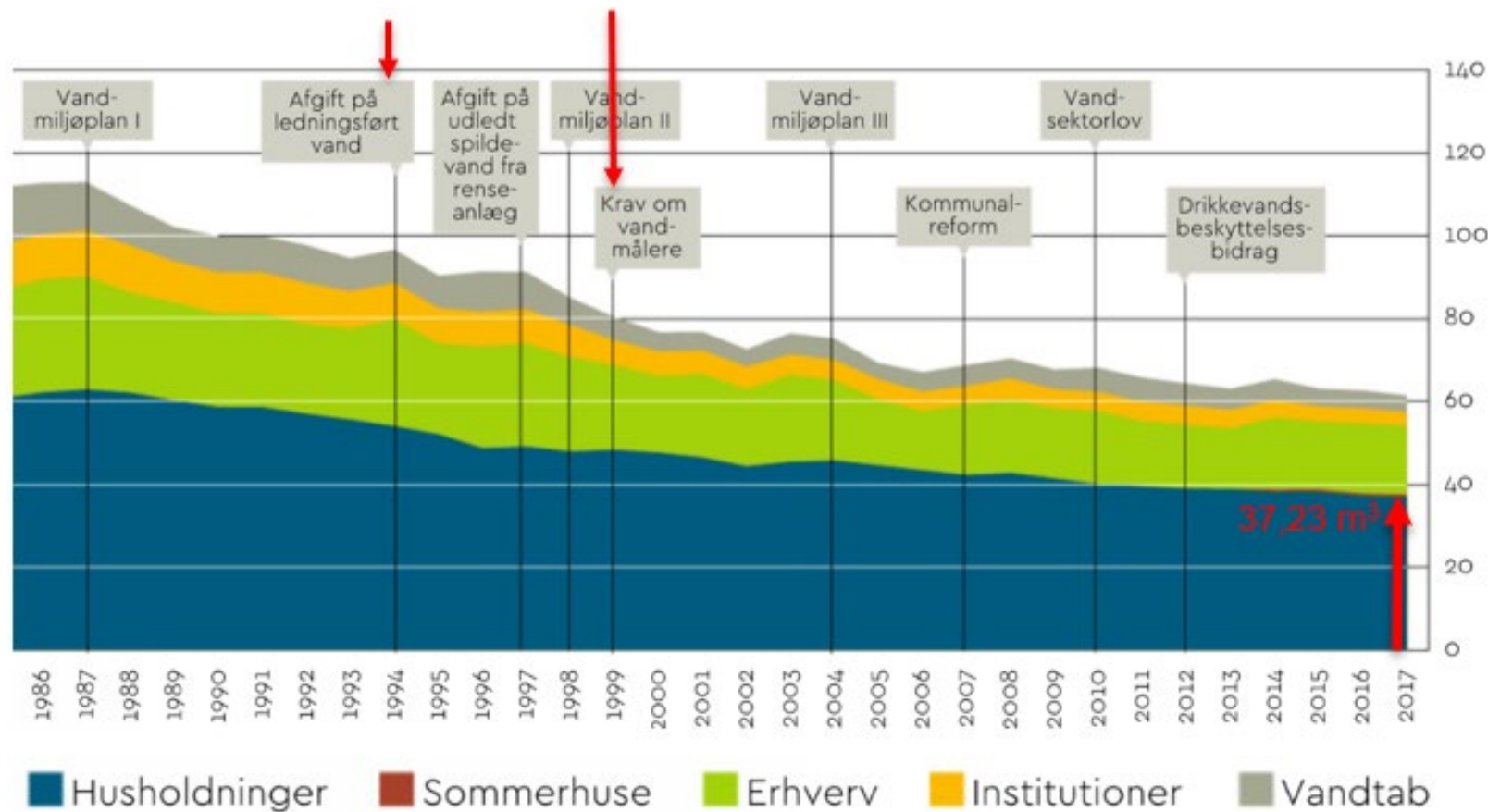
- Daglig vandforbrug pr. person er siden 1960: faldet fra 235 til 102 liter/dag
- Lavere vandforbrug har medført at eksisterende rør- og vandsystemer i dag er overdimensioneret ift. nutidens lavere forbrug og giver derfor et for lille flow.
- → overdimensioneret
- → lange opholdstider



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Undgå vand- / varmespild

- Husholdninger tegner sig for 65 % af den samlede vandmængde.
- 37 m³/person/år
- 102 liter/person/dag
- Vandforbruget er faldende

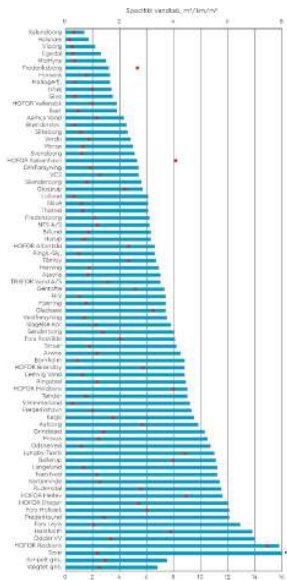


Figur: Udvikling i Vandforbruget 1987 – 2017: m³ / person / år

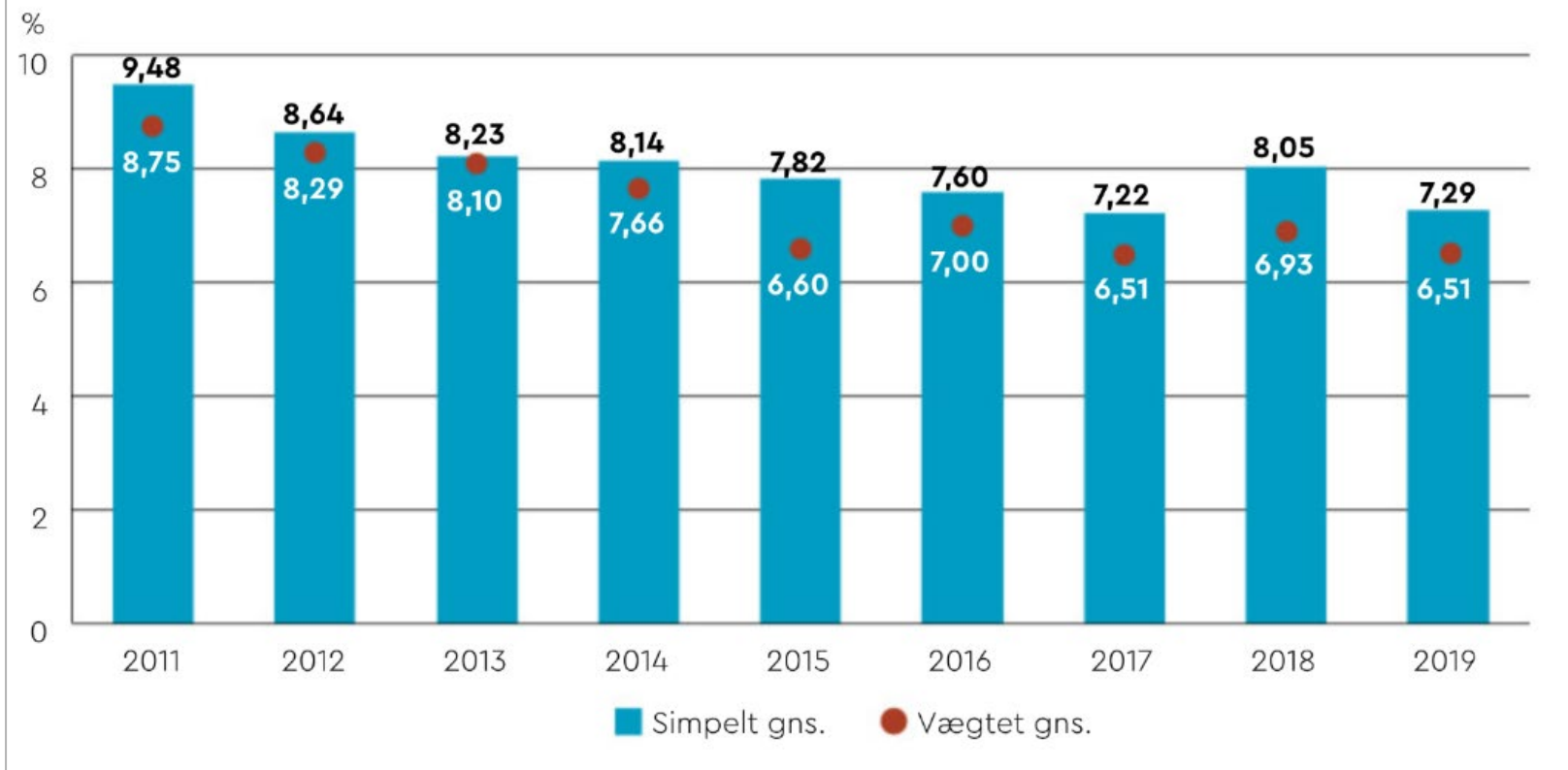
Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Undgå vand- / varmespild

- Hvis vandtabet overstiger 10% skal selskabet betale en strafgift til SKAT
- Stor forskel mellem de enkelte selskaber



VANDTAB - IKKE REGISTRERET VANDFORBRUG, 2011-2019



Energibesparende forsyning af varmt brugsvand

Kilder: <http://www.e-pages.dk/danva/240/>
gennemsnit (%) baseret på 52 drikkevandsselskaber, som har deltaget DANVA

Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Undgå vand- og varmespild / konklusion

SITUATIONEN I DAG

- Siden 1960 er vandforbruget mere end halveret til i 102 liter per person.
- Næsten halvdelen af forbruget er varmt vand.
- Halvdelen af brugsvandet bruges på badeværelset

?

Hvordan
ser
fremtiden
ud

KONSEKVENSS

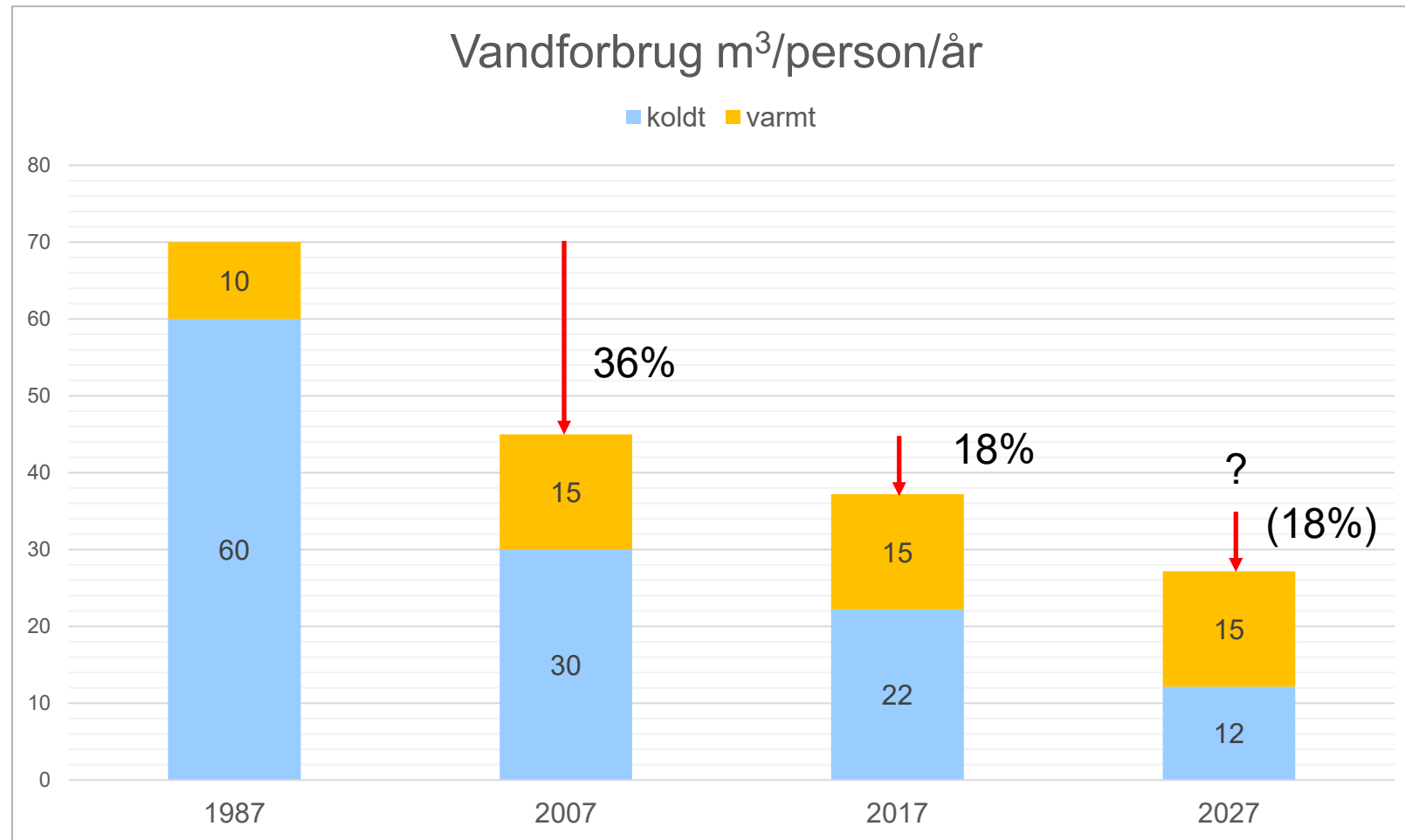
- Tidligere Installationer er overdimensioneret
- Flowhastigheden er lav
- Manglende tryk ved tappestederne
- Risikoen for legionella-bakterien er høj
- Økonomisk urentabel

Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Undgå vand- og varmespild / konklusion

Konklusion

- Vandforbruget er faldet
- Varmtvandsforbrug: 15m³/person/år
- I dag er gamle og nye bygninger overdimensioneret ift. aktuel forbrug
- Rørene er generelt for store og for dårligt isoleret
- **Hvordan reduceres energiforbruget på varmt brugsvand?**



■ Energibesparende forsyning af varmt brugsvand

Kilder:

SBi 2009:10 Varmt Brugsvand Måling af forbrug og varmetab fra cirkulationsledninger
www.vandetsvej.dk
HOFOR (40% af det kolde vand opvarmes til varmt vand i vores vandvarmere)

Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Opbygning store installationer

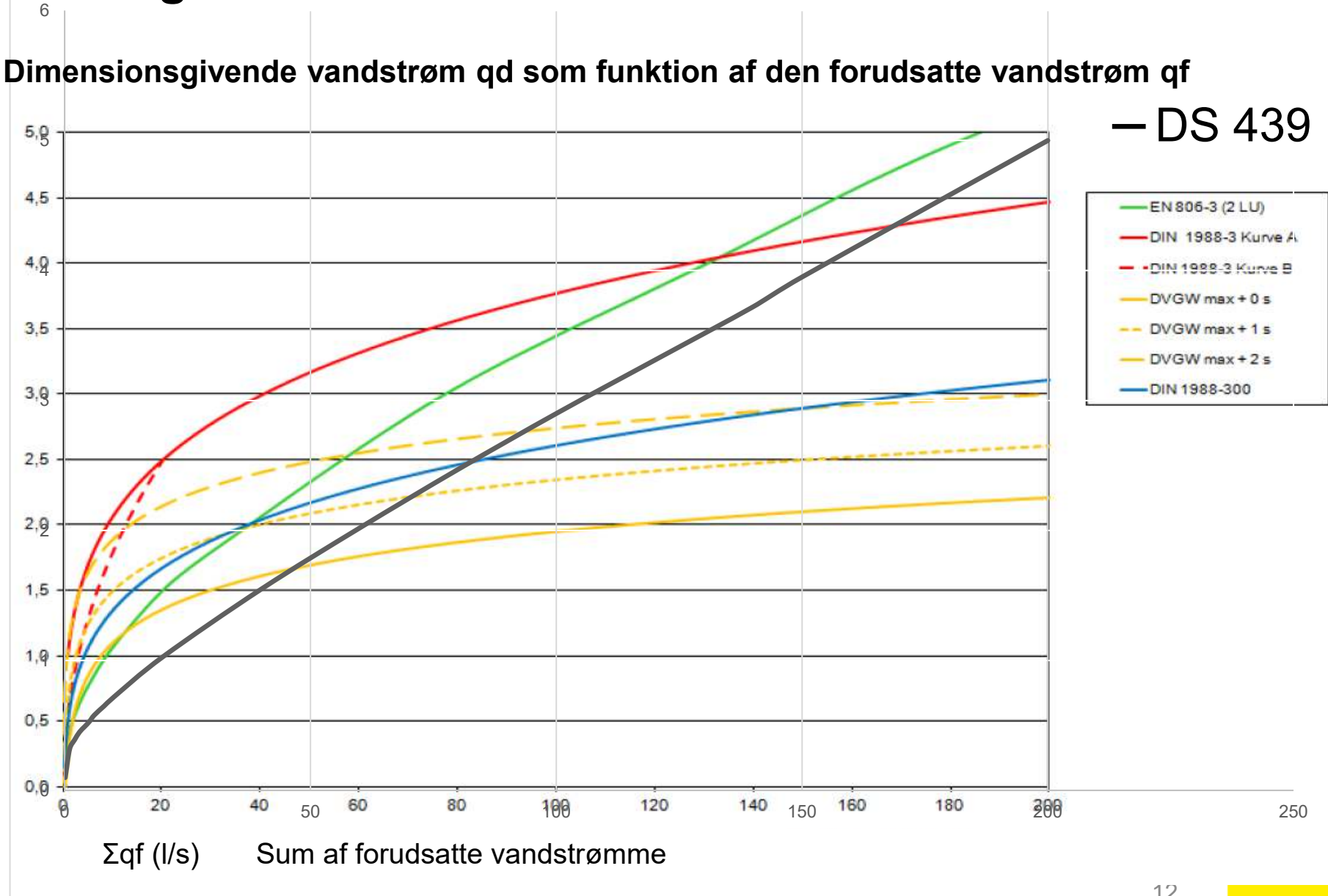
Dimensionering

- Ved overdimensionering stiger
 - vandvolumen [m³]
 - varmetab [kW]
 - omkostninger [DKK]
- Lille vandhastighed og stagnation forværrer hygiejne
- **Vigtigt at dimensionere ift. til faktisk forbrug. jf. Rørcenteranvisning 017 Maj 2019**



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Forbrug og dimensionering



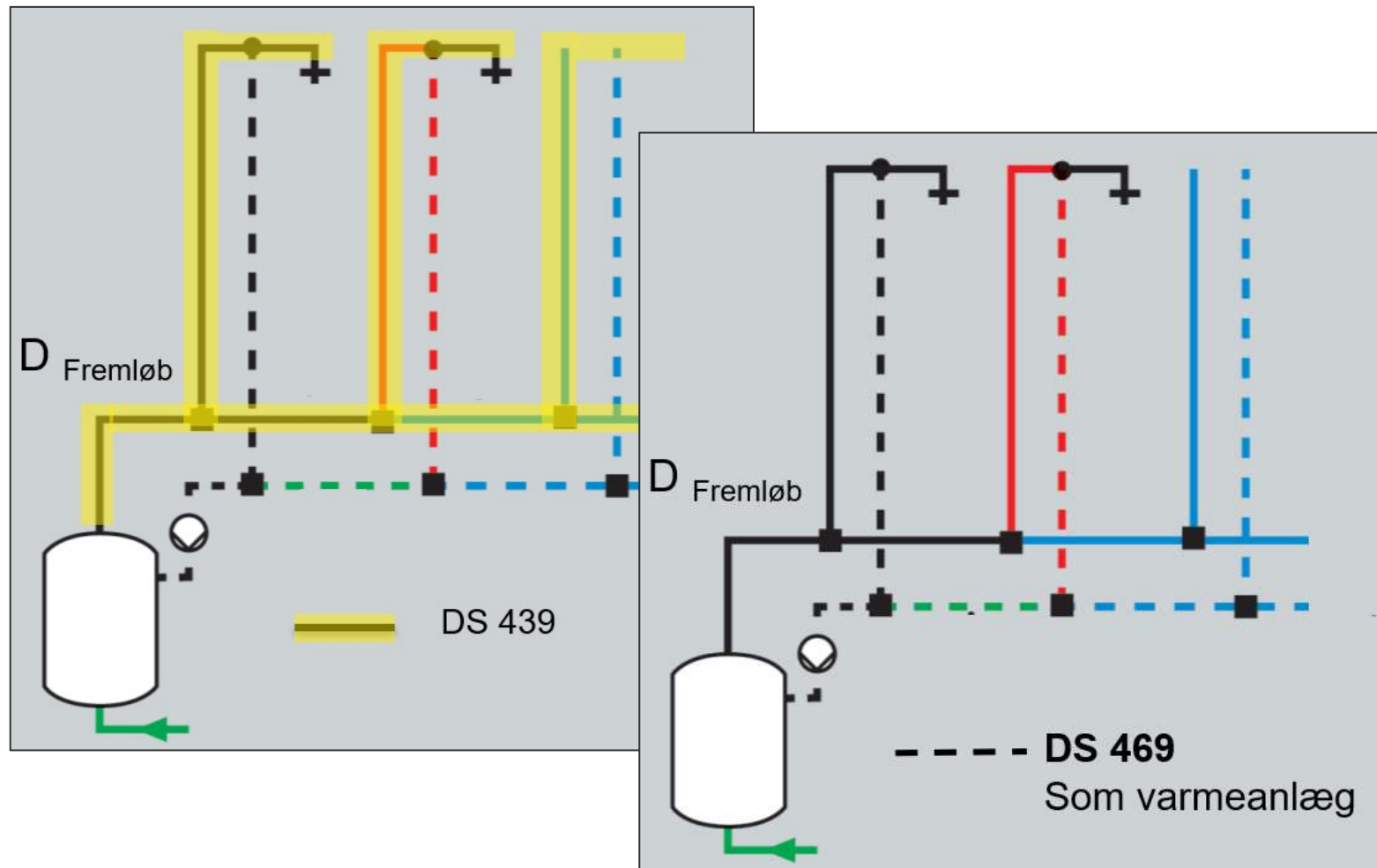
Energibesparende forsyning af varmt brugsvand

Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Opbygning store installationer

Dimensionering

- **Fordelingsledning og stigrør** (fremløbsledninger) for det varme brugsvand dimensioneres efter vandnormen **DS 439**
- **Cirkulationsledninger** (returledning) dimensioneres efter normen for varmeanlæg **DS 469**
- **Isoleringstykkelse** dimensioneres efter normen for isolering **DS 452**.
- **Cirkulationspumpe** dimensioneres efter **tryktab i cirkulationsledning**



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Forbrug og dimensionering

Fremløbsledninger

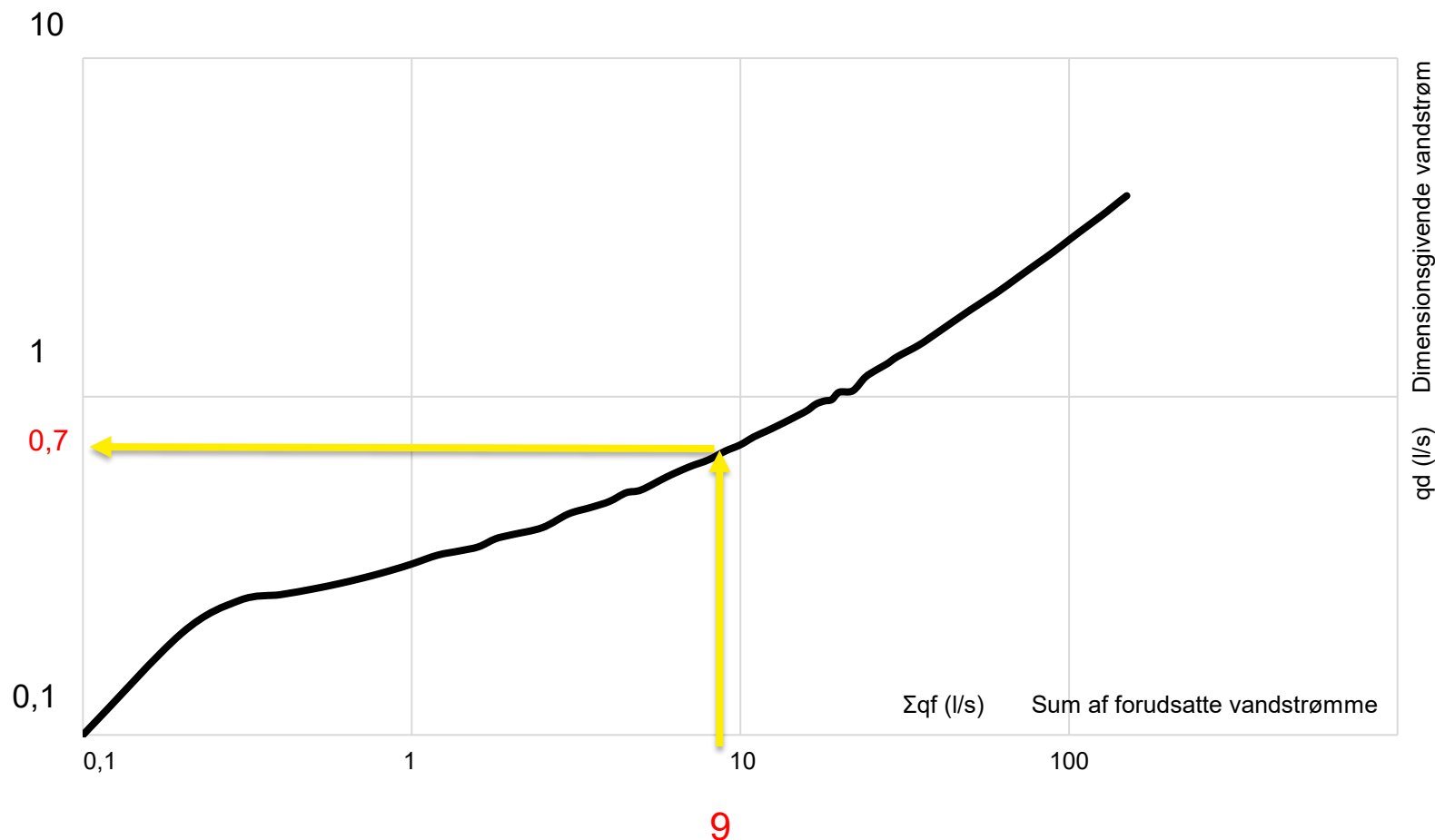
for det varme brugsvand dimensioneres efter **DS 439**.

Sum af den forudsatte vandstrøm **q_f** til tapsteder



Den dimensionsgivende vandstrøm **q_d** for rørledning.

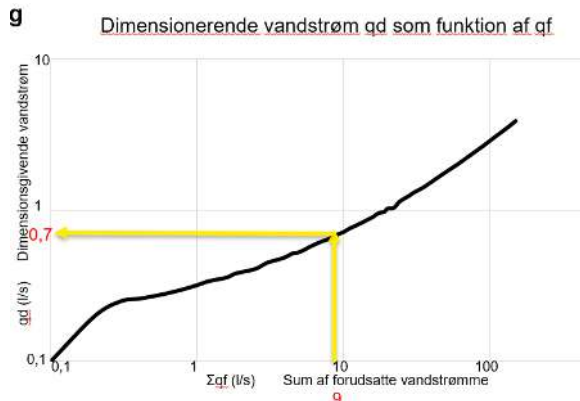
Dimensionerende vandstrøm q_d som funktion af q_f



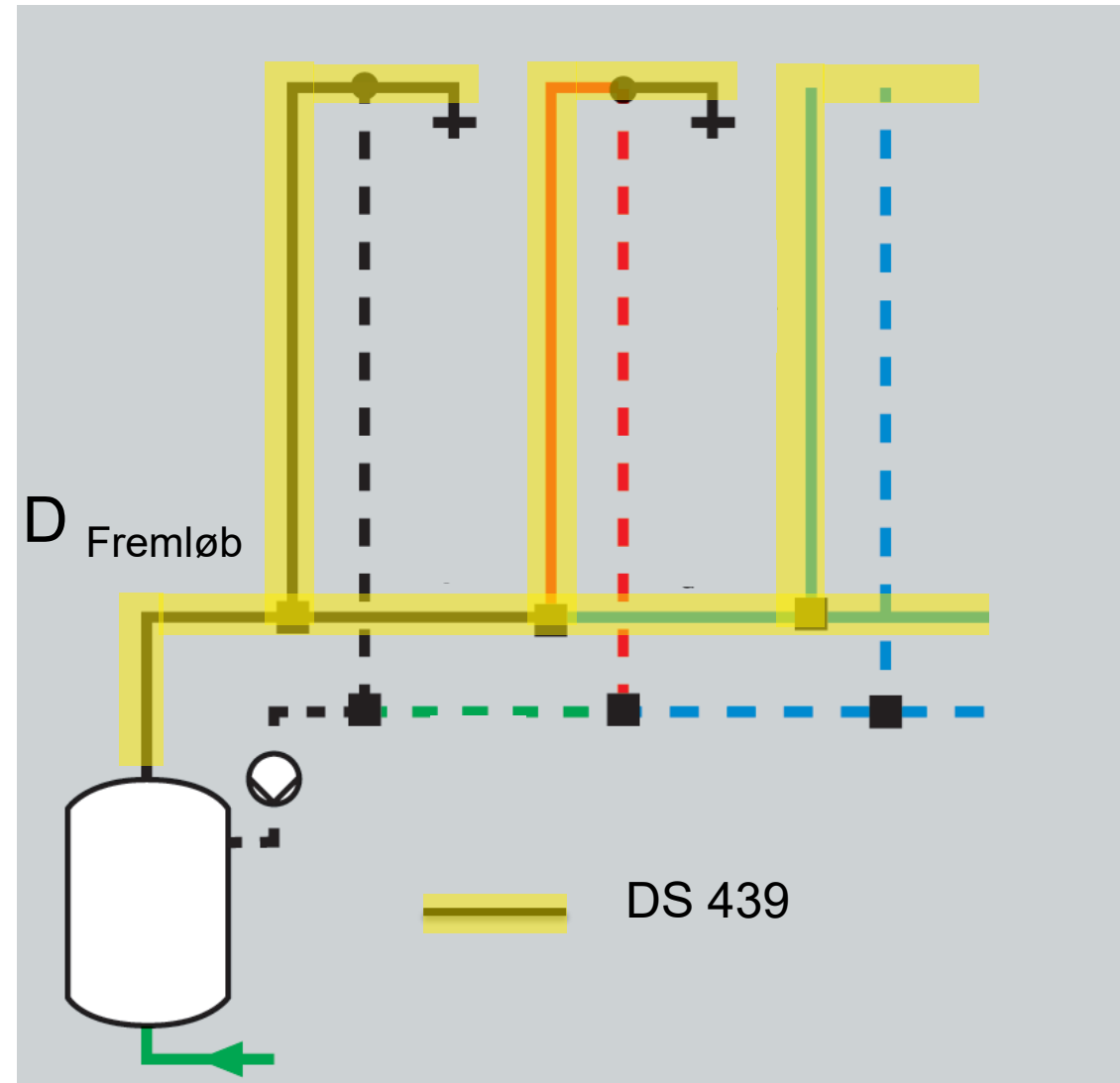
Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Opbygning store installationer

- jf. **DS439** → **Forudsat vandstrøm q_f** til tapsteder anvendes til at finde den dimensionsgivende vandstrøm **q_d** for rørledningerne
- jf. **DS439** → **Samtidighedsfaktor** anvendes for at finde **q_d**
- jf. **DS439** → **Dimensionsgivende vandstrøm** beregnes ud fra formel
 $q_d = 0,2 + 0,015 (\sum q_f - 0,2) + 0,12 \sqrt{\sum q_f - 0,2} \text{ l/s}$



Energibesparende forsyning af varmt brugsvand



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Forbrug og dimensionering

Case: Øresundstårnet

- Eks: Opført Højde
- Øresundstårnet 2014 65,3 m
- Boligtårn 21 etager
- 20 x 3 60 lejligheder
39 lejligheder
- Højde på stigstreng 60 m.
- Stigstreng 3 stk.
- Begrænset plads i skakt



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Forbrug og dimensionering

Case: Øresundstårnet

- **Fremløbsledninger** for det varme brugsvand dimensioneres efter vandnormen **DS 439** idet det er vandstrømmene til tapstederne der er dimensionsgivende for rørledningerne
- Forudsat vandstrøm q_{f3} stigstreng = **9,00** * 3 l/s = 24 l/s
- **Dimensionsgivende** vandstrøm
- q_{d3} stigstreng iflg. formel= **1,22** l/s
- $q_d = 0,2 + 0,015 (\sum q_f - 0,2) + 0,12 \sqrt{(\sum q_f - 0,2)}$

Tappes teder/etage	Forudsat vandstrøm		qf [l/s]		
	KBV	VBV	Antal	KBV	VBV
badekar	0,3	0,3	0	0	0
bidet	0,1	0,1	0	0	0
brusebad	0,15	0,15	1	0,15	0,15
håndvask	0,1	0,1	1	0,1	0,1
wc-cisterne	0,1		1	0,1	0
køkkenvask	0,2	0,2	1	0,2	0,2
vaskemaskine	0,2		0	0	0
opvaskemaskine	0,2		1	0,2	0
Total forudsat vandstrøm / etage				0,75	0,45

Viega Sanpress				
Temp.	56	=C	vægtfylde	984,8153 [kg/m ³]
			viskositet	0,502157 *10 ⁶ [m ² /s]

Forsyningkote

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

Antal etager	Højde/etage [m]	Dimensionsgivende		Rør-dimension [mm]	s	Di	d-inliner	A-spalte	dh [mm]	Vand-hastighed [m/s]	rør [mbar/m]	Samlet tryktab i rør [mbar]	Akkumuleret tryktab i rør [mbar]
		Forudsat qf [l/s]	vandsstrøm qd [l/s]										
BR	2,5	0,15	0,15	16	1,8	12,4	0	121	12,4	1,24	14,25	35,6	36
19	3	0,45	0,26	28	1,2	25,6	12	402	13,6	0,66	4,12	12,4	48
18	3	0,90	0,31	28	1,2	25,6	12	402	13,6	0,77	5,50	16,5	65
17	3	1,35	0,35	28	1,2	25,6	12	402	13,6	0,86	6,64	19,9	84
16	3	1,80	0,38	28	1,2	25,6	12	402	13,6	0,94	7,69	23,1	108
15	3	2,25	0,40	28	1,2	25,6	12	402	13,6	1,00	8,69	26,1	134
14	3	2,70	0,43	35	1,5	32	12	691	20	0,62	2,29	6,9	140
13	3	3,15	0,45	35	1,5	32	12	691	20	0,65	2,51	7,5	148
12	3	3,60	0,47	35	1,5	32	12	691	20	0,68	2,73	8,2	156
11	3	4,05	0,49	35	1,5	32	12	691	20	0,71	2,95	8,9	165
10	3	4,50	0,51	35	1,5	32	12	691	20	0,74	3,17	9,5	175
9	3	4,95	0,53	35	1,5	32	12	691	20	0,77	3,38	10,2	185
8	3	5,40	0,55	35	1,5	32	12	691	20	0,80	3,60	10,8	195
7	3	5,85	0,57	35	1,5	32	12	691	20	0,82	3,81	11,4	207
6	3	6,30	0,59	35	1,5	32	12	691	20	0,85	4,03	12,1	219
5	3	6,75	0,61	35	1,5	32	12	691	20	0,88	4,24	12,7	232
4	3	7,20	0,62	35	1,5	32	12	691	20	0,90	4,46	13,4	245
3	3	7,65	0,64	35	1,5	32	12	691	20	0,92	4,68	14,0	259
2	3	8,10	0,66	35	1,5	32	12	691	20	0,95	4,89	14,7	274
1	3	8,55	0,67	35	1,5	32	12	691	20	0,97	5,11	15,3	289
0	2,2	9,00	0,69	35	1,5	32	12	691	20	1,00	5,33	11,7	301
K	1,2	9,00	0,69	35	1,5	32	12	691	20	1,00	5,33	6,4	307

Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Forbrug og dimensionering

Case: Øresundstårnet

- **Fremløbsledninger** for det varme brugsvand dimensioneres efter vandnormen **DS 439** idet det er vandstrømmene til tapstederne der er dimensionsgivende for rørledningerne
- Forudsat vandstrøm $q_{f1 \text{ stigstreng}} = 9,00 \text{ l/s}$
- **Dimensionsgivende** vandstrøm
- $q_{d1 \text{ stigstreng}}$ iflg. formel= **0,69 l/s**
- $q_d = 0,2 + 0,015 (\sum q_f - 0,2) + 0,12 \sqrt{(\sum q_f - 0,2)}$

Temperatur: 60 °C · Vægtfylde: 982,8403 [kg/m³] · Ruhed: 0,0015 [mm] · Viskositet: 0,473043 *10^6 [m²/s]

D	28	35	42	54				
s	1,2	1,5	1,5	1,5				
Di	25,6	32	39	51				
d-inliner	12	12	12	12				
A-spalte	402	691	1081	1930				
Dh	13,6	20,0	27,0	39,0				
I/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s	mbar/m	m/s
0,1	0,8	0,2						
0,2	2,5	0,5	0,6	0,3	0,2	0,2		
0,3	5,1	0,7	1,2	0,4	0,4	0,3	0,1	0,2
0,4	8,5	1,0	2,0	0,6	0,6	0,4	0,1	0,2
0,5	12,6	1,2	3,0	0,7	0,9	0,5	0,2	0,3
0,6	17,4	1,5	4,1	0,9	1,3	0,6	0,3	0,3
0,7	22,9	1,7	5,4	1,0	1,7	0,6	0,4	0,4
0,8	29,2	2,0	6,9	1,2	2,1	0,7	0,5	0,4
0,9			8,5	1,3	2,6	0,8	0,6	0,5
1,0					3,2	0,9	0,7	0,5
1,1					3,8	1,0	0,9	0,6
1,2					4,4	1,1	1,0	0,6
1,3					5,1	1,2	1,2	0,7
1,4							1,3	0,7
1,5							1,5	0,8
1,6							1,7	0,8
1,7							1,9	0,9
1,8							2,1	0,9
1,9							2,3	1,0
2,0							2,5	1,0

kilde:
https://www.viega.dk/content/dam/viega/aem_online_assets/download_assets/dk/tryktabel_for_viega_smartloop_inliner_med_sanp ress_inox_rr.pdf

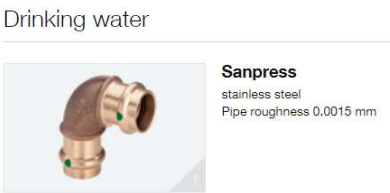


Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Forbrug og dimensionering

Case: Øresundstårnet

- Dimensionsgivende vandstrøm
- Traditionel beregning
- vandhastighed = 1 m/s
- Fordelerstreng = 42x1,5 mm
- q_{d3} strigstreng = 1,22 l/s
- q_{d2} strigstreng = 0,97 l/s
- Fordelerstreng = 35x1,5 mm
- q_{d1} strigstreng = 0,69 l/s



DN d _e x s d _i mm mm	20		25		32		40		50		65		80	
	22 x 1.2		28 x 1.2		35 x 1.5		42 x 1.5		54 x 1.5		76.1 x 2.0		88.9 x 2.0	
	19.6		25.6		32.0		39.0		51.0		72.1		84.9	
V _s l/s	R hPa/m	v m/s	R hPa/m	v m/s	R hPa/m	v m/s	R hPa/m	v m/s	R hPa/m	v m/s	R hPa/m	v m/s	R hPa/m	v m/s
0.70	25.4	2.32	7.0	1.36	2.4	0.87	0.9	0.59	0.3	0.34	0.0	0.17	0.0	0.12
0.75	28.7	2.49	7.9	1.46	2.7	0.93	1.1	0.63	0.3	0.37	0.1	0.18	0.0	0.13
0.80	32.3	2.65	8.9	1.55	3.1	0.99	1.2	0.67	0.3	0.39	0.1	0.20	0.0	0.14
0.85	36.0	2.82	9.9	1.65	3.4	1.06	1.3	0.71	0.4	0.42	0.1	0.21	0.0	0.15
0.90	40.0	2.98	11.0	1.75	3.8	1.12	1.5	0.75	0.4	0.44	0.1	0.22	0.0	0.16
0.95	44.1	3.15	12.1	1.85	4.1	1.18	1.6	0.80	0.4	0.47	0.1	0.23	0.0	0.17
1.00	48.4	3.31	13.3	1.94	4.6	1.24	1.8	0.84	0.5	0.49	0.1	0.24	0.0	0.18
1.10	57.6	3.65	15.8	2.14	5.4	1.37	2.1	0.92	0.6	0.54	0.1	0.27	0.1	0.19
1.20	67.4	3.98	18.5	2.33	6.3	1.49	2.4	1.00	0.7	0.59	0.1	0.29	0.1	0.21

Energibesparende forsyning af varmt brugsvand

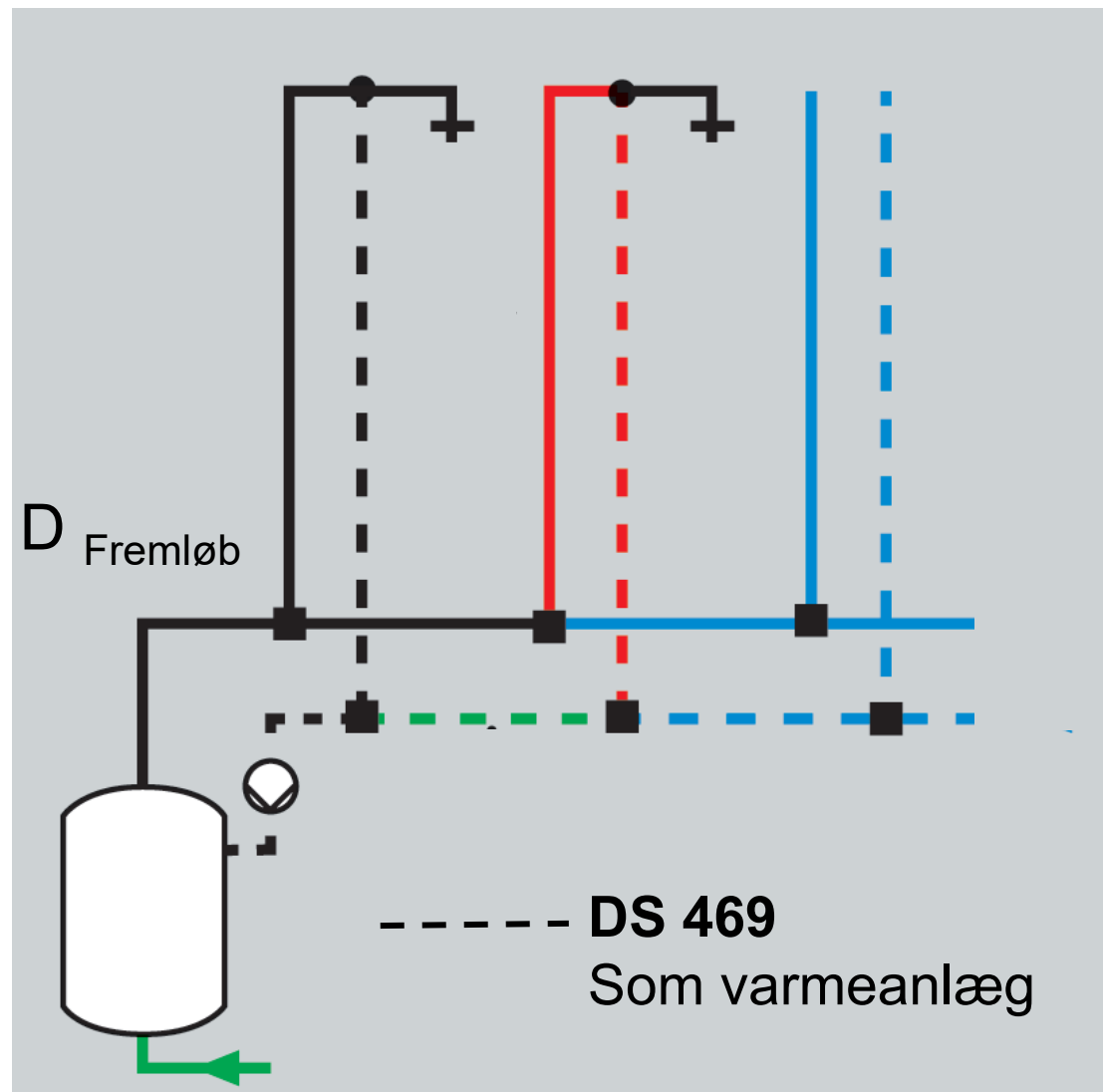
Kilder: <https://pressure-gradient-calculator.viega.com/>



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Opbygning store installationer

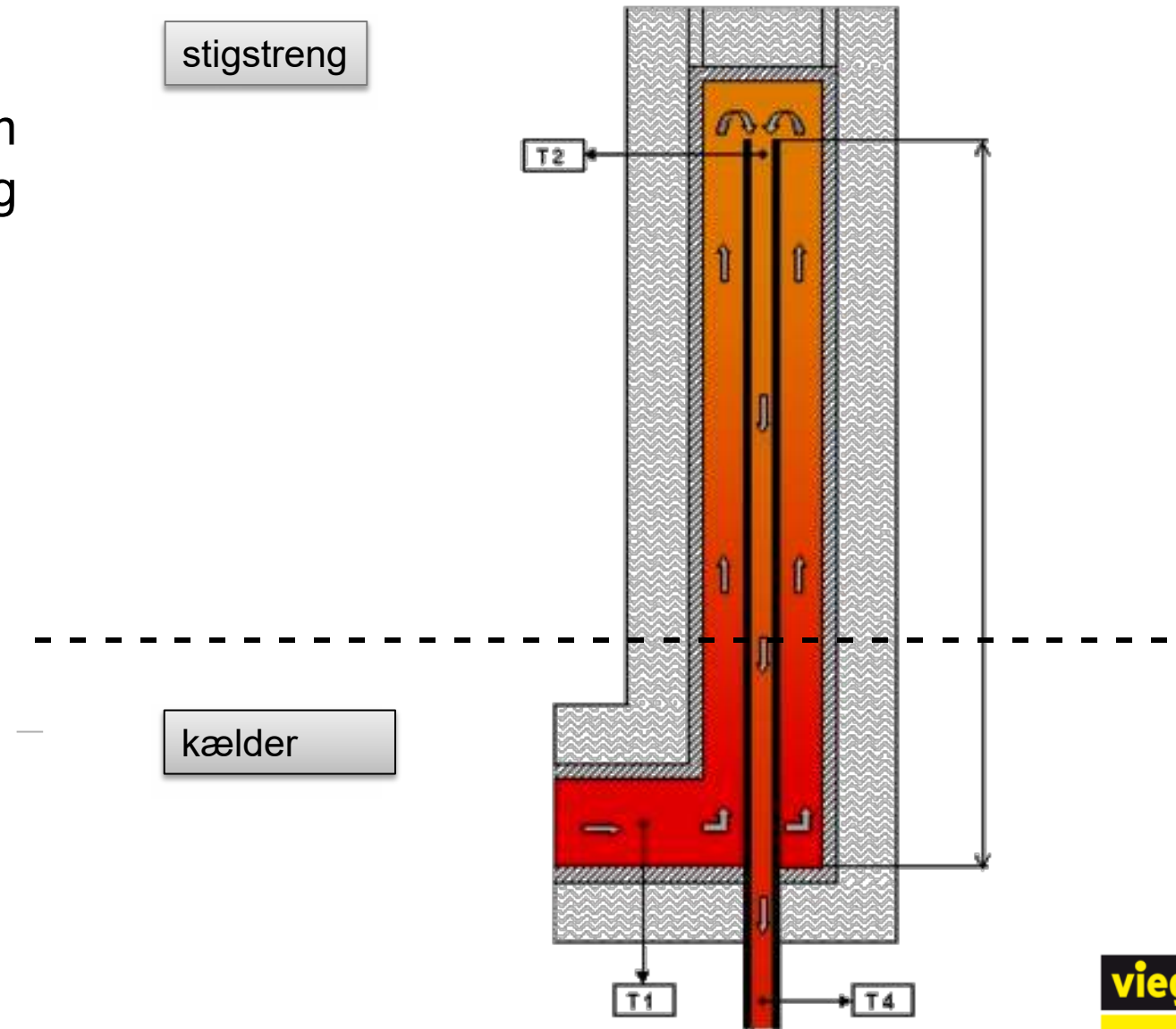
- **Returledninger** dimensioneres som almindelig varmeanlæg (**DS 469**)
- Beregning af **varmetab (DS452)**
- Beregning af rørdimension
- Beregning af tryktab i cirkulation
- Beregning af pumpestørrelse



Energieeffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Viega Smartloop Inliner cirkulation

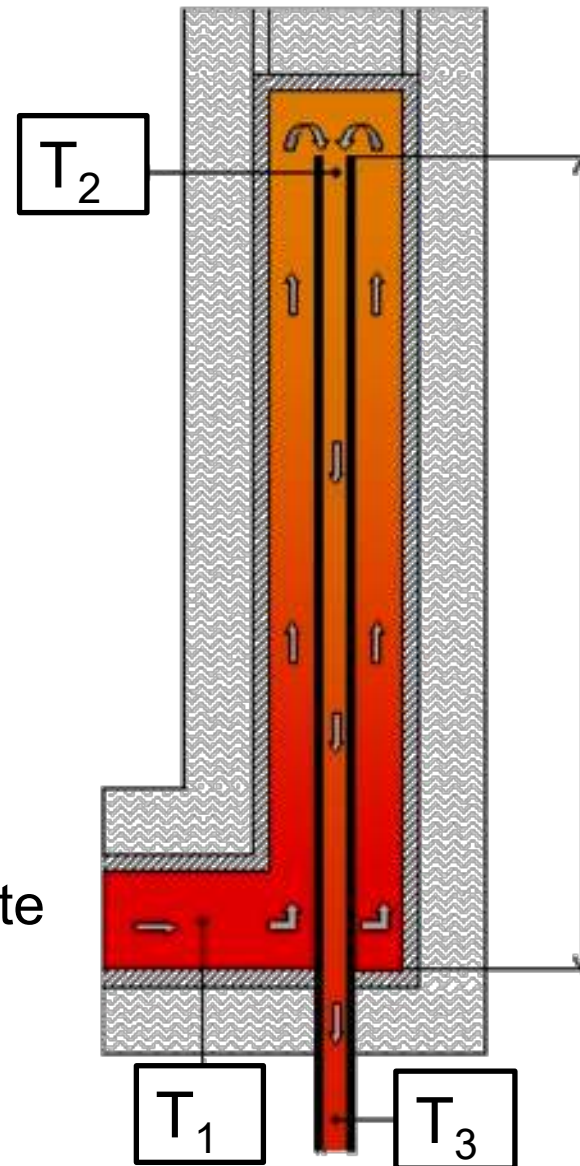
- Man kan anvende et cirkulationssystem hvor returledning ligger inde i stigstreng som vist nedenfor
- **Herved halveres varmetab i stigrør**
- **Viega Smartloop Inliner** er svaret på denne løsning.



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Viega Smartloop Inliner Cirkulation

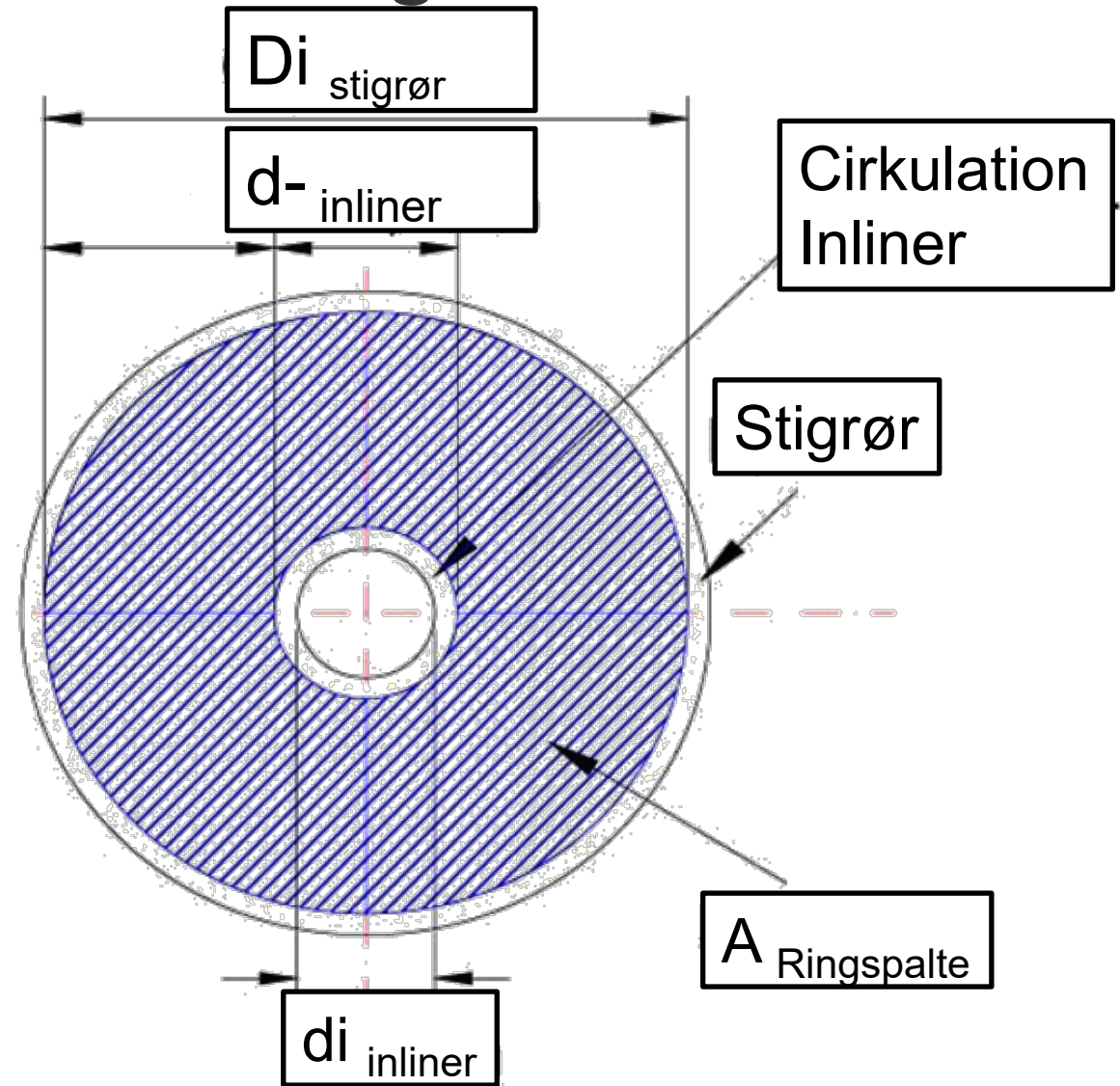
- Temperaturfordeling
- Varmetab for returledning i stigstreng reduceres med 50% ($q_w = 7 \text{ W / m}$)
- Temperaturfald / temperaturstigning
- T_1 = indgangstemperatur
- T_2 = laveste temperatur (øverst)
- T_3 = udløbstemperatur
- Beregning
- Med Viega diagram?
- Formler de samme? NB: areal for ringspalte



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

8. Viega Smartloop Inliner Cirkulation

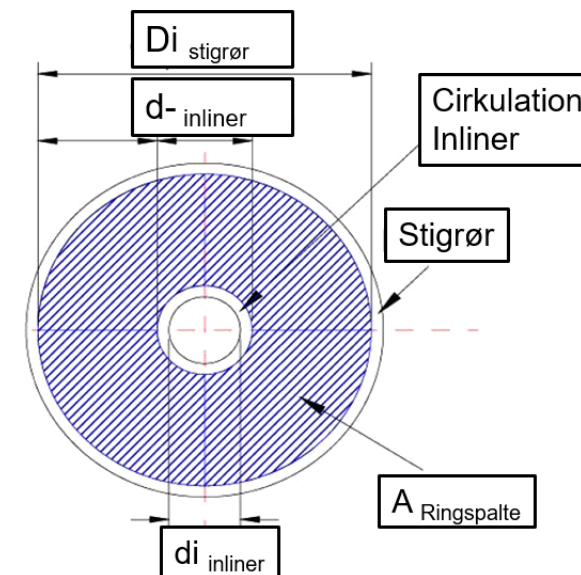
- Max temperatur på vand = 57°C
- Tryk til rådighed = 8 bar
- Vandhastighed = 1 m/s
- Rørsystem Inox →
- Ved dimensionering af **stigstreng** tages der hensyn til at returledning / cirkulationsledning ligger inde i stigstrengen.
- Arealet $A_{\text{Ringspalte}}$ anvendes for at finde vandhastighed ved given vandmængde q_d .
- For stigstreng var q_d = 0,69 l/s



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Viega Smartloop Inliner Cirkulation

- For beregning af tryktab anvendes formler fra **Sbi-anvisning 235**
- Tryktab $R = \lambda \cdot 1/Dh \cdot \rho / 2 \cdot c^2$ (λ = friktionstallet (Tor Wadmarks formel))
$$\lambda = (-2 \cdot \text{LOG}_{10}(ks / (3,71 \cdot Dh)) + (5 - 0,1 \cdot \text{LOG}_{10}(ks / Dh)) \cdot Re^{-0,9})^2$$
$$ks = \text{ruhed}$$
$$Dh = \text{hydraulisk diameter} = 4 \cdot A / O_{\text{sum}}$$
$$A = \text{areal for ringspalte} = A_{\text{Ringspalte}}$$
$$O_{\text{sum}} = \text{sum af omkreds} = (\text{omkreds af } di_{\text{stigrør}} + d_{\text{udv inliner}})$$
- $Re = \text{Reynolds tal} = c \cdot Dh / v$
- $\rho = \text{massefylde} = 1000 - ((T - 4) \cdot 0,1)^{1,65}$
- $c = \text{vandhastighed} = (Q / 1000 \cdot ((\pi \cdot 4) \cdot ((di_{\text{stigrør}}^2) - (d_{\text{udv inliner}}^2)))$
- $v = \text{viskositet} = 0,073 + (0,7625 + T / 73,3)^{-2}$
- $T = \text{mediets temperatur}$
- Når vi kender den dimensionsgivende vandforbrug qd [l/s] = 0,69 for stigstreng, kan vandhastigheden c beregnes og derefter kan tryktab R beregnes.

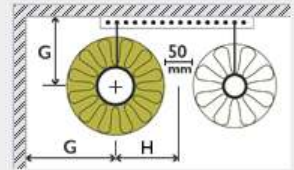


Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Varmetab og dimensionering

- **DS 452**
- Eks. på isoleringstykkelser
- (Universal Rørskål) $\lambda_{40} = 0,0443 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- **klasse 4**
- **Rørdiameter** **isoleringstykkelse**

15 mm	20 mm
28 mm	40 mm
35 mm	40 mm
42 mm	50 mm
- Varmetab (28 mm) uisoleret = 38,3 W/m
 isoleret = 6,2 W/m

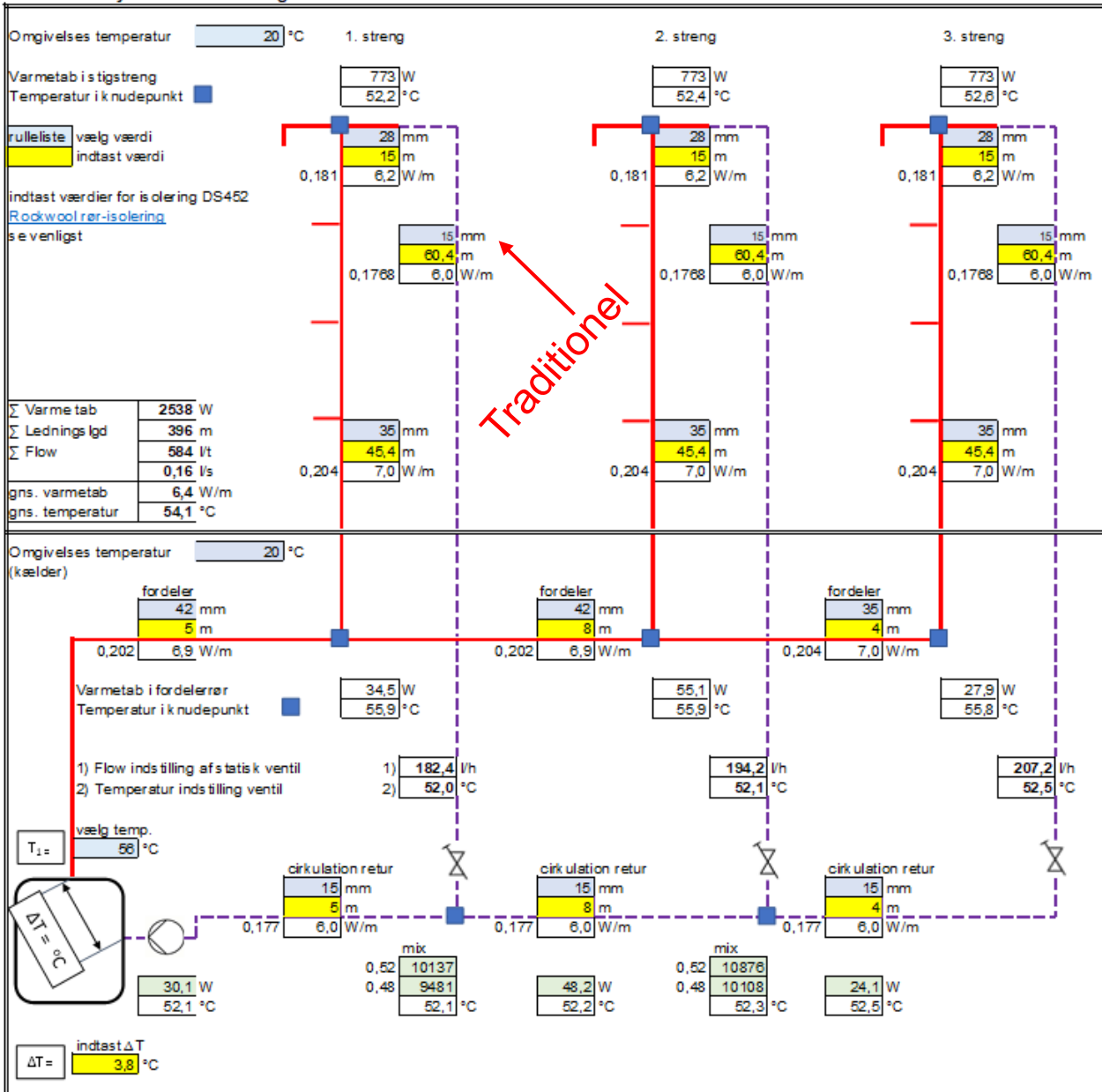
1. Beregn efter klasse	2. Beregn efter tykkelse	3. Beregn efter overfladetemperatur	4. Beregn med flere lag	5. Beregn med ekstra lag
Geometri Rørdiameter 28 mm		Beliggenhed ☒ Indendørs ☐ Udendørs	Orientering ☒ Vandret ☐ Lodret	Bæringer ☒ Isolerede ☐ Uisolerede
Inddata Medietemperatur 54 °C Omgivelsestemperatur 20 °C Rockwool produkt Universal Rørskål Valg af anlægstype ▶ Isoleringsklasse Klasse 4 Kanalens indvendige Flow [m³/h] Driftstimer 8760 pr. år Spildfaktor 1,0 [0.3..1.0] Vindhastighed m/sek Emissionstal isoleret 0,80 Plast/sorte rør Emissionstal uisoleret 0,80 Plast/sorte rør Beregnet af Sagsnavn Beregn Slet Manual Gem som pdf		Type ☒ Klasser ☐ Driftstid		
		Resultat U-værdi (maks.) 0,20 W/mK Isoleringstykkelse 32,3 mm Overfladetemperatur 23,1 °C Varmetab 6,9 W/m Varmetab uisoleret 38,3 W/m		
		Rockwool produkt Isoleringstykkelse 40 mm Overfladetemperatur 22,5 °C Varmetab 6,2 W/m		
		Pladsbehov Afstand til væg/loft G = 104 mm Afstand til midt af friafstand H = 79 mm		
				
Info				

$$\lambda(T_m) = (3,663 \cdot 10^{-2}) + (1,19 \cdot 10^{-4} \cdot T_m) + (7,235 \cdot 10^{-7} \cdot T_m^2)$$

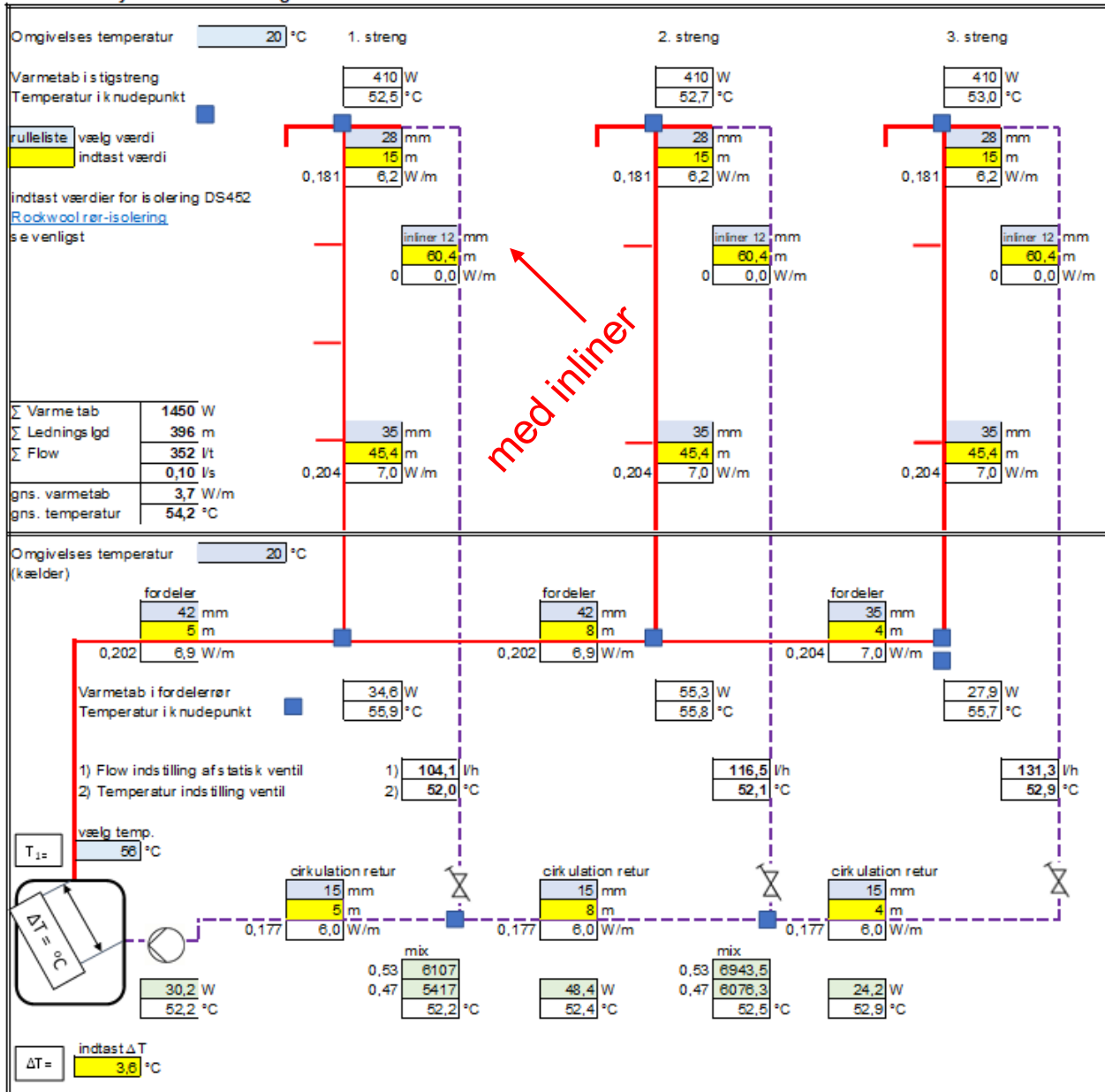
<https://www.rockwool.dk/teknisk-support/beregningsprogrammer/rocktec-beregner/>

Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Cirkulationssystem for varmt brugsvand med 3 kredse



Cirkulationssystem for varmt brugsvand med 3 kredse



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Forbrug og dimensionering 3 stigstreng

Tappsteder/etage		Forudsat vandstrøm				Viega Sanpress		Viega Sanpress					
		KBV	VBV	Antal	KBV	VBV	Temp.	56	-C	vægtfylde :	984,8153 [kg/m3]	viskositet :	0,502157 *10^6 [m²/s]
badekar		0,3	0,3	0	0	0							
bidet		0,1	0,1	0	0	0							
brusebad		0,15	0,15	1	0,15	0,15							
håndvask		0,1	0,1	1	0,1	0,1							
wc-cisterne		0,1		1	0,1	0							
køkkenvask		0,2	0,2	1	0,2	0,2							
vaskemaskine		0,2		0	0	0							
opvaskemaskine		0,2		1	0,2	0							
Total forudsat vandstrøm / etage						0,75	0,45	qd = 0,2 + 0,015 (Σqf – 0,2) + 0,12 √(Σqf – 0,2)					
Antal etager	Højde/etage [m]	Dimensiv Forudsat qf [l/s]	givende vandstrøm qd [l/s]	Rør-dimension [mm]	s	Di	d-inliner	A-spalte	dh [mm]	Vand-hastighed [m/s]	Samlet tryktab i rør [mbar/m]	Akkumuleret tryktab i rør [mbar]	
BR	2,5	0,15	0,15	16	1,8	12,4	0	121	12,4	1,24	14,25	35,6	
19	3	0,45	0,26	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,51	1,21	3,6	
18	3	0,90	0,31	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,60	1,62	4,9	
17	3	1,35	0,35	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,67	1,96	5,9	
16	3	1,80	0,38	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,73	2,27	6,8	
15	3	2,25	0,40	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,78	2,56	7,7	
14	3	2,70	0,43	35	1,5	32	0	804	32	0,53	0,98	2,9	
13	3	3,15	0,45	35	1,5	32	0	804	32	0,56	1,08	3,2	
12	3	3,60	0,47	35	1,5	32	0	804	32	0,59	1,17	3,5	
11	3	4,05	0,49	35	1,5	32	0	804	32	0,61	1,26	3,8	
10	3	4,50	0,51	35	1,5	32	0	804	32	0,64	1,36	4,1	
9	3	4,95	0,53	35	1,5	32	0	804	32	0,66	1,45	4,3	
8	3	5,40	0,55	35	1,5	32	0	804	32	0,69	1,54	4,6	
7	3	5,85	0,57	35	1,5	32	0	804	32	0,71	1,63	4,9	
6	3	6,30	0,59	35	1,5	32	0	804	32	0,73	1,73	5,2	
5	3	6,75	0,61	35	1,5	32	0	804	32	0,75	1,82	5,5	
4	3	7,20	0,62	35	1,5	32	0	804	32	0,77	1,91	5,7	
3	3	7,65	0,64	35	1,5	32	0	804	32	0,79	2,00	6,0	
2	3	8,10	0,66	35	1,5	32	0	804	32	0,82	2,10	6,3	
1	3	8,55	0,67	35	1,5	32	0	804	32	0,84	2,19	6,6	
0	2,2	9,00	0,69	35	1,5	32	0	804	32	0,86	2,29	5,0	
K	1,2	9,00	0,69	35	1,5	32	0	804	32	0,86	2,29	2,7	
qd = 0,2 + 0,015 (Σqf – 0,2) + 0,12 √(Σqf – 0,2)													
Antal etager	Højde/etage [m]	Dimensiv Forudsat qf [l/s]	givende vandstrøm qd [l/s]	Rør-dimension [mm]	s	Di	d-inliner	A-spalte	dh [mm]	Vand-hastighed [m/s]	Samlet tryktab i rør [mbar/m]	Akkumuleret tryktab i rør [mbar]	
BR	2,5	0,15	0,15	16	1,8	12,4	0	121	12,4	1,24	14,25	35,6	
19	3	0,45	0,26	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,51	1,21	3,6	
18	3	0,90	0,31	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,60	1,62	4,9	
17	3	1,35	0,35	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,67	1,96	5,9	
16	3	1,80	0,38	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,73	2,27	6,8	
15	3	2,25	0,40	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,78	2,56	7,7	
14	3	2,70	0,43	35	1,5	32	0	804	32	0,53	0,98	2,9	
13	3	3,15	0,45	35	1,5	32	0	804	32	0,56	1,08	3,2	
12	3	3,60	0,47	35	1,5	32	0	804	32	0,59	1,17	3,5	
11	3	4,05	0,49	35	1,5	32	0	804	32	0,61	1,26	3,8	
10	3	4,50	0,51	35	1,5	32	0	804	32	0,64	1,36	4,1	
9	3	4,95	0,53	35	1,5	32	0	804	32	0,66	1,45	4,3	
8	3	5,40	0,55	35	1,5	32	0	804	32	0,69	1,54	4,6	
7	3	5,85	0,57	35	1,5	32	0	804	32	0,71	1,63	4,9	
6	3	6,30	0,59	35	1,5	32	0	804	32	0,73	1,73	5,2	
5	3	6,75	0,61	35	1,5	32	0	804	32	0,75	1,82	5,5	
4	3	7,20	0,62	35	1,5	32	0	804	32	0,77	1,91	5,7	
3	3	7,65	0,64	35	1,5	32	0	804	32	0,79	2,00	6,0	
2	3	8,10	0,66	35	1,5	32	0	804	32	0,82	2,10	6,3	
1	3	8,55	0,67	35	1,5	32	0	804	32	0,84	2,19	6,6	
0	2,2	9,00	0,69	35	1,5	32	0	804	32	0,86	2,29	5,0	
K	1,2	9,00	0,69	35	1,5	32	0	804	32	0,86	2,29	2,7	
qd = 0,2 + 0,015 (Σqf – 0,2) + 0,12 √(Σqf – 0,2)													
Antal etager	Højde/etage [m]	Dimensiv Forudsat qf [l/s]	givende vandstrøm qd [l/s]	Rør-dimension [mm]	s	Di	d-inliner	A-spalte	dh [mm]	Vand-hastighed [m/s]	Samlet tryktab i rør [mbar/m]	Akkumuleret tryktab i rør [mbar]	
BR	2,5	0,15	0,15	16	1,8	12,4	0	121	12,4	1,24	14,25	35,6	
19	3	0,45	0,26	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,51	1,21	3,6	
18	3	0,90	0,31	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,60	1,62	4,9	
17	3	1,35	0,35	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,67	1,96	5,9	
16	3	1,80	0,38	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,73	2,27	6,8	
15	3	2,25	0,40	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,78	2,56	7,7	
14	3	2,70	0,43	35	1,5	32	0	804	32	0,53	0,98	2,9	
13	3	3,15	0,45	35	1,5	32	0	804	32	0,56	1,08	3,2	
12	3	3,60	0,47	35	1,5	32	0	804	32	0,59	1,17	3,5	
11	3	4,05	0,49	35	1,5	32	0	804	32	0,61	1,26	3,8	
10	3	4,50	0,51	35	1,5	32	0	804	32	0,64	1,36	4,1	
9	3	4,95	0,53	35	1,5	32	0	804	32	0,66	1,45	4,3	
8	3	5,40	0,55	35	1,5	32	0	804	32	0,69	1,54	4,6	
7	3	5,85	0,57	35	1,5	32	0	804	32	0,71	1,63	4,9	
6	3	6,30	0,59	35	1,5	32	0	804	32	0,73	1,73	5,2	
5	3	6,75	0,61	35	1,5	32	0	804	32	0,75	1,82	5,5	
4	3	7,20	0,62	35	1,5	32	0	804	32	0,77	1,91	5,7	
3	3	7,65	0,64	35	1,5	32	0	804	32	0,79	2,00	6,0	
2	3	8,10	0,66	35	1,5	32	0	804	32	0,82	2,10	6,3	
1	3	8,55	0,67	35	1,5	32	0	804	32	0,84	2,19	6,6	
0	2,2	9,00	0,69	35	1,5	32	0	804	32	0,86	2,29	5,0	
K	1,2	9,00	0,69	35	1,5	32	0	804	32	0,86	2,29	2,7	
qd = 0,2 + 0,015 (Σqf – 0,2) + 0,12 √(Σqf – 0,2)													
Antal etager	Højde/etage [m]	Dimensiv Forudsat qf [l/s]	givende vandstrøm qd [l/s]	Rør-dimension [mm]	s	Di	d-inliner	A-spalte	dh [mm]	Vand-hastighed [m/s]	Samlet tryktab i rør [mbar/m]	Akkumuleret tryktab i rør [mbar]	
BR	2,5	0,15	0,15	16	1,8	12,4	0	121	12,4	1,24	14,25	35,6	
19	3	0,45	0,26	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,51	1,21	3,6	
18	3	0,90	0,31	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,60	1,62	4,9	
17	3	1,35	0,35	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,67	1,96	5,9	
16	3	1,80	0,38	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,73	2,27	6,8	
15	3	2,25	0,40	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,78	2,56	7,7	
14	3	2,70	0,43	35	1,5	32	0	804	32	0,53	0,98	2,9	
13	3	3,15	0,45	35	1,5	32	0	804	32	0,56	1,08	3,2	
12	3	3,60	0,47	35	1,5	32	0	804	32	0,59	1,17	3,5	
11	3	4,05	0,49	35	1,5	32	0	804	32	0,61	1,26	3,8	
10	3	4,50	0,51	35	1,5	32	0	804	32	0,64	1,36	4,1	
9	3	4,95	0,53	35	1,5	32	0	804	32	0,66	1,45	4,3	
8	3	5,40	0,55	35	1,5	32	0	804	32	0,69	1,54	4,6	
7	3	5,85	0,57	35	1,5	32	0	804	32	0,71	1,63	4,9	
6	3	6,30	0,59	35	1,5	32	0	804	32	0,73	1,73	5,2	
5	3	6,75	0,61	35	1,5	32	0	804	32	0,75	1,82	5,5	
4	3	7,20	0,62	35	1,5	32	0	804	32	0,77	1,91	5,7	
3	3	7,65	0,64	35	1,5	32	0	804	32	0,79	2,00	6,0	
2	3	8,10	0,66	35	1,5	32	0	804	32	0,82	2,10	6,3	
1	3	8,55	0,67	35	1,5	32	0	804	32	0,84	2,19	6,6	
0	2,2	9,00	0,69	35	1,5	32	0	804	32	0,86	2,29	5,0	
K	1,2	9,00	0,69	35	1,5	32	0	804	32	0,86	2,29	2,7	
qd = 0,2 + 0,015 (Σqf – 0,2) + 0,12 √(Σqf – 0,2)													
Antal etager	Højde/etage [m]	Dimensiv Forudsat qf [l/s]	givende vandstrøm qd [l/s]	Rør-dimension [mm]	s	Di	d-inliner	A-spalte	dh [mm]	Vand-hastighed [m/s]	Samlet tryktab i rør [mbar/m]	Akkumuleret tryktab i rør [mbar]	
BR	2,5	0,15	0,15	16	1,8	12,4	0	121	12,4	1,24	14,25	35,6	
19	3	0,45	0,26	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,51	1,21	3,6	
18	3	0,90	0,31	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,60	1,62	4,9	
17	3	1,35	0,35	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,67	1,96	5,9	
16	3	1,80	0,38	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,73	2,27	6,8	
15	3	2,25	0,40	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,78	2,56	7,7	
14	3	2,70	0,43	35	1,5	32	0	804	32	0,53	0,98	2,9	
13	3	3,15	0,45	35	1,5	32	0	804	32	0,56	1,08	3,2	
12	3	3,60	0,47	35	1,5	32	0	804	32	0,59	1,17	3,5	
11	3	4,05	0,49	35	1,5	32	0	804	32	0,61	1,26	3,8	
10	3	4,50	0,51	35	1,5	32	0	804	32	0,64	1,36	4,1	
9	3	4,95	0,53	35	1,5	32	0	804	32	0,66	1,45	4,3	
8	3	5,40	0,55	35	1,5	32	0	804	32	0,69	1,54	4,6	
7	3	5,85	0,57	35	1,5	32	0	804	32	0,71	1,63	4,9	
6													

Energibesparende forsyning af varmt brugsvand

Kilder:

<https://pressure-gradient-calculator.vieqa.com/>

Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

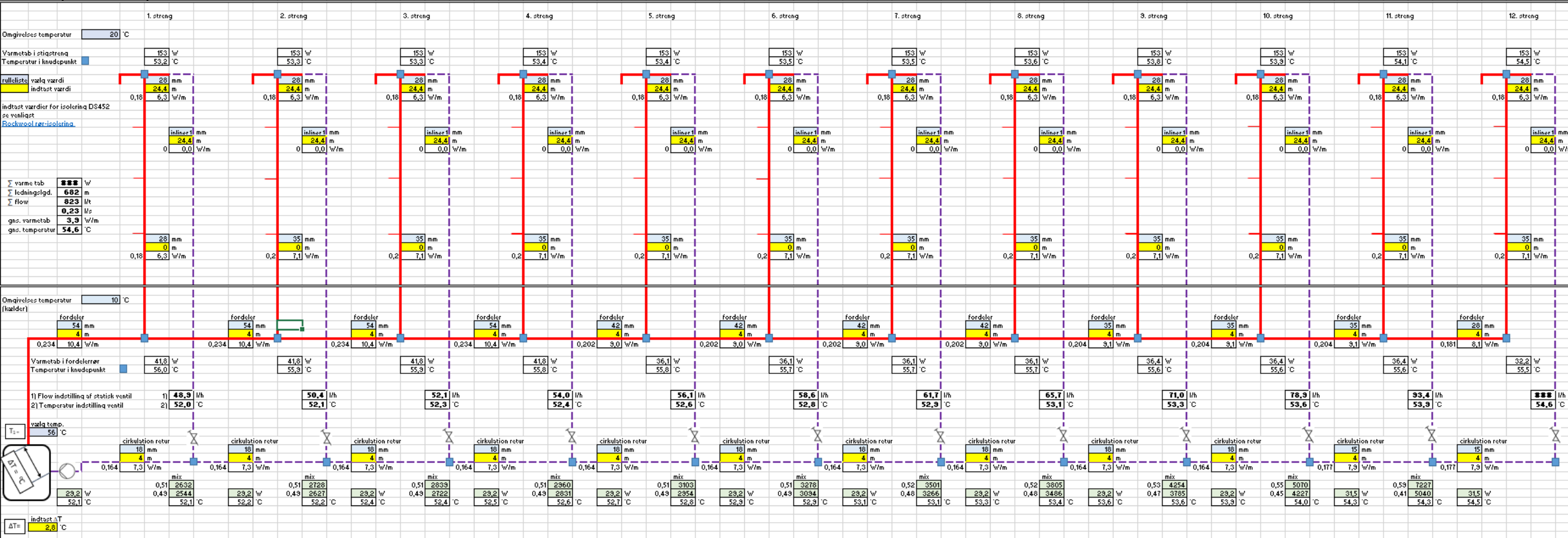
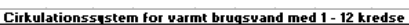
Cirkulation	Dimsionsgivende		Rør-	s	Di	d-inliner	A-spalte	dh	Vand-		Samlet	Akkumuleret
		vandstrøm	dimension					[mm]	hastighed	rør	tryktab i rør	tryktab i rør
		qd [l/s]	[mm]						[m/s]	[mbar/m]	[mbar]	[mbar]
Cirkulation traditionelt												
fordelerrør												
a	5	0,16	42	1,5	39	0	1195	39	0,14	0,07	0,4	0,4
b	10	0,11	42	1,5	39	0	1195	39	0,09	0,04	0,4	0,7
c	4	0,06	35	1,5	32	0	804	32	0,07	0,03	0,1	0,8
Stigrør 3	45,4	0,06	35	1,5	32	0	804	32	0,07	0,03	1,4	2,2
Stigrør 3	15	0,06	28	1,2	25,6	0	515	25,6	0,11	0,09	1,3	3,5
returstre	60,4	0,06	15	1	13	0	133	13	0,43	2,11	127,7	131,2
KL cirkulation												
c	4	0,06	15	1	13	0	133	13	0,43	2,11	8,5	8,5
b	10	0,11	15	1	13	0	133	13	0,84	6,72	67,2	75,7
a	5	0,16	15	1	13	0	133	13	1,22	13,05	65,2	141,0
												364

Cirkulation	Dimsionsgivende		Rør-	s	Di	d-inliner	A-spalte	dh	Vand-		Samlet	Akkumuleret
		vandstrøm	dimension					[mm]	hastighed	rør	tryktab i rør	tryktab i rør
		qd [l/s]	[mm]						[m/s]	[mbar/m]	[mbar]	[mbar]
Cirkulation m inliner												
fordelerrør												
a	5	0,10	42	1,5	39	0	1195	39	0,08	0,03	0,1	0,1
b	10	0,07	42	1,5	39	0	1195	39	0,06	0,02	0,2	0,3
c	4	0,04	35	1,5	32	0	804	32	0,05	0,01	0,1	0,4
Stigrør 3	45,4	0,04	35	1,5	32	12	691	20	0,05	0,03	1,5	1,9
Stigrør 3	15	0,04	28	1,2	25,6	12	402	13,6	0,09	0,14	2,1	4,0
inliner 3	60,4	0,04	12	1	10	0	79	10	0,46	3,32	200,8	204,8
KL cirkulation												
c	4	0,04	15	1	13	0	133	13	0,27	0,96	3,8	3,8
b	10	0,07	15	1	13	0	133	13	0,52	2,89	28,9	32,7
a	5	0,10	15	1	13	0	133	13	0,74	5,34	26,7	59,4
												307

Energibesparende forsyning af varmt brugsvand

Energieeffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Forbrug og dimensionering af 12 stigstreng



Energibesparende forsyning af varmt brugsvand

Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Forbrug og dimensionering

Dimensionering

■ 12 stigstrengene traditionelt

Σ varme tab	4416 W
Σ ledningslgd.	682 m
Σ flow	1170 l/t
	0,32 l/s
gns. varmetab	6,5 W/m
gns. temperatur	54,4 ° C

■ 12 stigstrengene m inliner

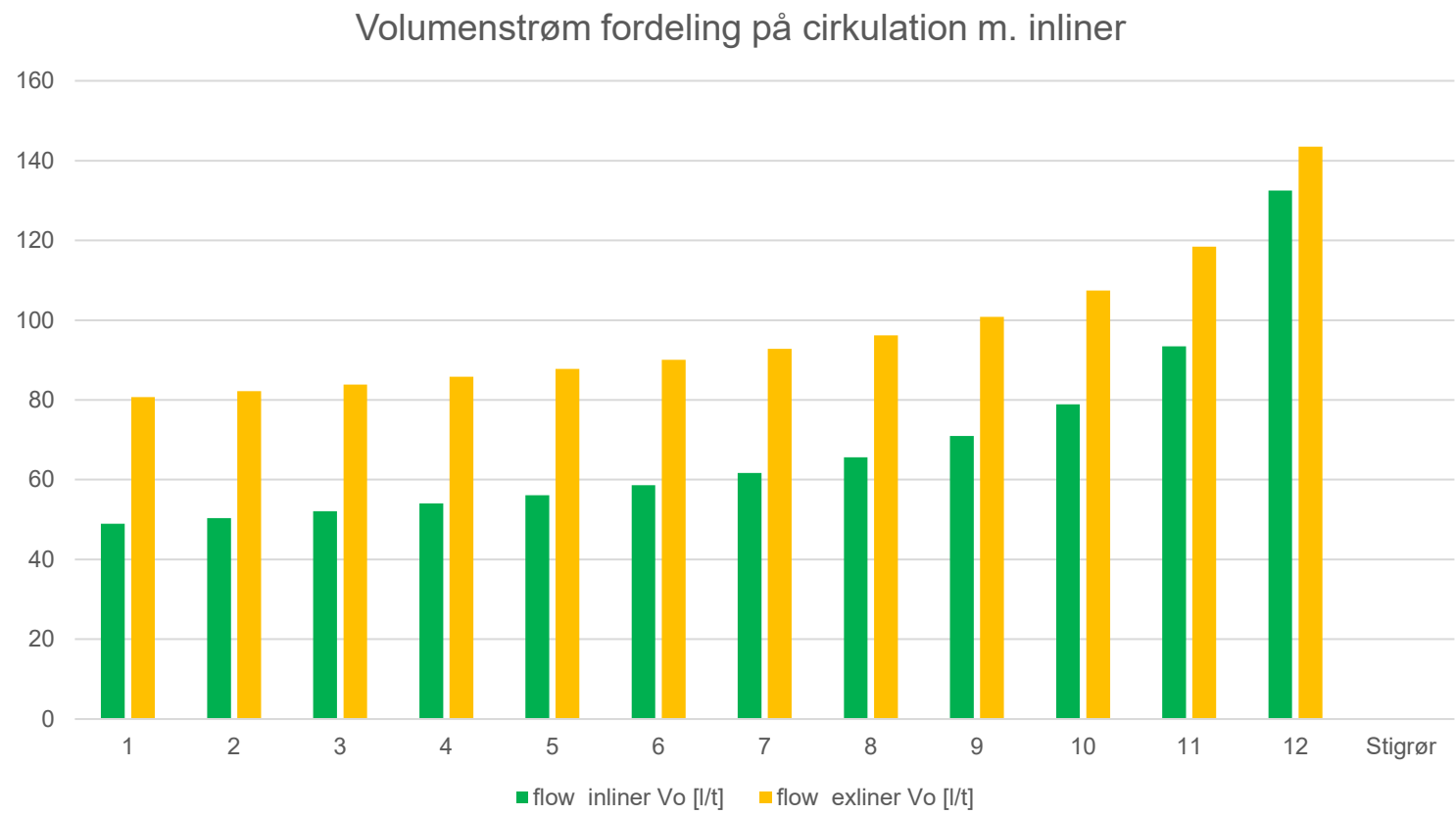
Σ varme tab	2638 W
Σ ledningslgd.	682 m
Σ flow	823 l/t
	0,23 l/s
gns. varmetab	3,9 W/m
gns. temperatur	54,6 ° C
besparelse	40%

Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Forbrug og dimensionering

Dimensionering

- 12 stigstrengene med inliner og uden inliner
- fordeling af flow



Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Viega Smartloop Inliner Cirkulation

- **Konklusion: Ved at anvende inliner**
- energibesparelse på 30 - 45% på varmt brugsvand ift. traditionel løsning
- mindre vandvolumen sikrer bedre udskift af vandet
- bedre hygiejne
- bedre komfort
- mindre varmetab
- mindre rørdimension (cirkulation)
- mindre vandspild
- pladsbesparelse
- færre samlinger
- op til 25 etager (75m)
- bedre totaløkonomi for projekt

Energieffektiv cirkulation af varmt brugsvand

Råd og anbefalinger: Rørcenter-anvisning 017 maj 2019

For at undgå problemer forårsaget af bakterievækst kræves:

- 1) At varmtvandssystemet er dimensioneret efter det aktuelle forbrug, så vandets opholdstid i systemet minimeres (hele vandvolumenet bør "udskiftes" mindst 2 gange i døgnet).
- 2) At ledningsnettets fremløbs- og cirkulationsledning udføres så kort og direkte som muligt – både ved ny anlæg og renovering.
- 3) At ledninger, som ikke anvendes, afskæres fra systemet, så tæt som muligt på den ledning, der er i brug.
- 4) At de anbefalede temperaturer overholdes i hele varmtvandssystemet.
- 5) At man er omhyggelig med at lave en fuldstændig beregning af dimensionering, isolering, varmetab og flow mv.
- 6) At ventiler (statiske, termostatisk og dynamisk indstilles korrekt i forhold beregnet værdi

Energibesparende forsyning af varmt brugsvand