



**TEKNOLOGISK
INSTITUT**



Cirkulationssystemer – udfordringer og løsninger med temperatur og flow

**Stig Fernstrøm
Teknologisk Institut**

Lovgivning

§ 404

Vandinstallationer skal projekteres og udføres, så der er vandforsyning til de enkelte tapsteder. Dette skal ske under hensyn til forsyningsforhold samt til bygningens og installationens anvendelse.

Stk. 2. Vandinstallationer skal dimensioneres som anvist i [DS 439 Norm for vandinstallationer](#), afsnit 2, eller på en måde, som på tilsvarende vis sikrer vandforsyning til de enkelte tapsteder under hensyn til bygningens og installationens anvendelse, jf. stk. 1.

§ 405

Vandinstallationer skal projekteres og udføres, så:

1. De kan fungere uden risiko for personers sundhed som følge af bakterievækst, herunder legionella i vandet.

Stk. 2. Stk. 1, nr. 1, kan opfyldes ved at følge [Rørcenteranvisning 017 Legionella - Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder](#).

§ 411

Anlæg til produktion af varmt brugsvand skal under hensyn til varmtvandstapstedernes antal og anvendelse kunne yde en tilstrækkelig vandmængde og vandstrøm. Vandinstallationen skal udformes, så temperaturen på det fremførte vand i alle dele af vandinstallationen under den forudsatte brug ikke falder til under 50 °C. Ved tapstederne skal den forudsatte temperatur være tilstede uden besværende ventetid under hensyn til energiforbrug, vandforbrug og hyppigheden af installationens brug. Ved spidsbelastning, som ikke er omfattet af den forudsatte brug, må vandtemperaturen ikke falde til under 45 °C. Der skal samtidig tages hensyn til bakteriebekæmpende tiltag, hvilket kan anses som opfyldt ved at følge Rørcenteranvisning 017 Legionella - Installationsprincipper og bekæmpelsesmetoder.

§ 414

Vandinstallationer skal projekteres og udføres, så:

1. Unødvendigt vandforbrug og vandspild undgås.

2. Unødvendigt energiforbrug undgås. Installationer skal isoleres mod varmetab og kondens i overensstemmelse med [DS 452 Termisk isolering af tekniske installationer](#).

Normer

- **DS452:2013 - Termisk isolering af tekniske installationer**

Varmt brugsvand	Koblingsledninger i samme rum som tappested	-	Kl. 0
	Koblingsledninger i andre rum end tappested	-	Kl. 4
	Fordelings- og cirkulationsledninger	Kl. 6	Kl. 4
	Vekslere og varmtvandsbeholdere samt vandvarmere	Kl. 6	Kl. 5

- **DS439:2024 – Norm for vandinstallationer**

5.5.13 Cirkulation

Vandinstallationer skal udføres med cirkulation, hvor der ikke kan opnås tilfredsstillende ventetid.

Cirkulation skal udføres, så vandinstallationen ikke sundhedsmæssigt forringes, fx pga. legionella, opholdstid m.m.

Dimensionering af cirkulation skal ske under hensyntagen til energiforbrug, strømningshastighed m.m.

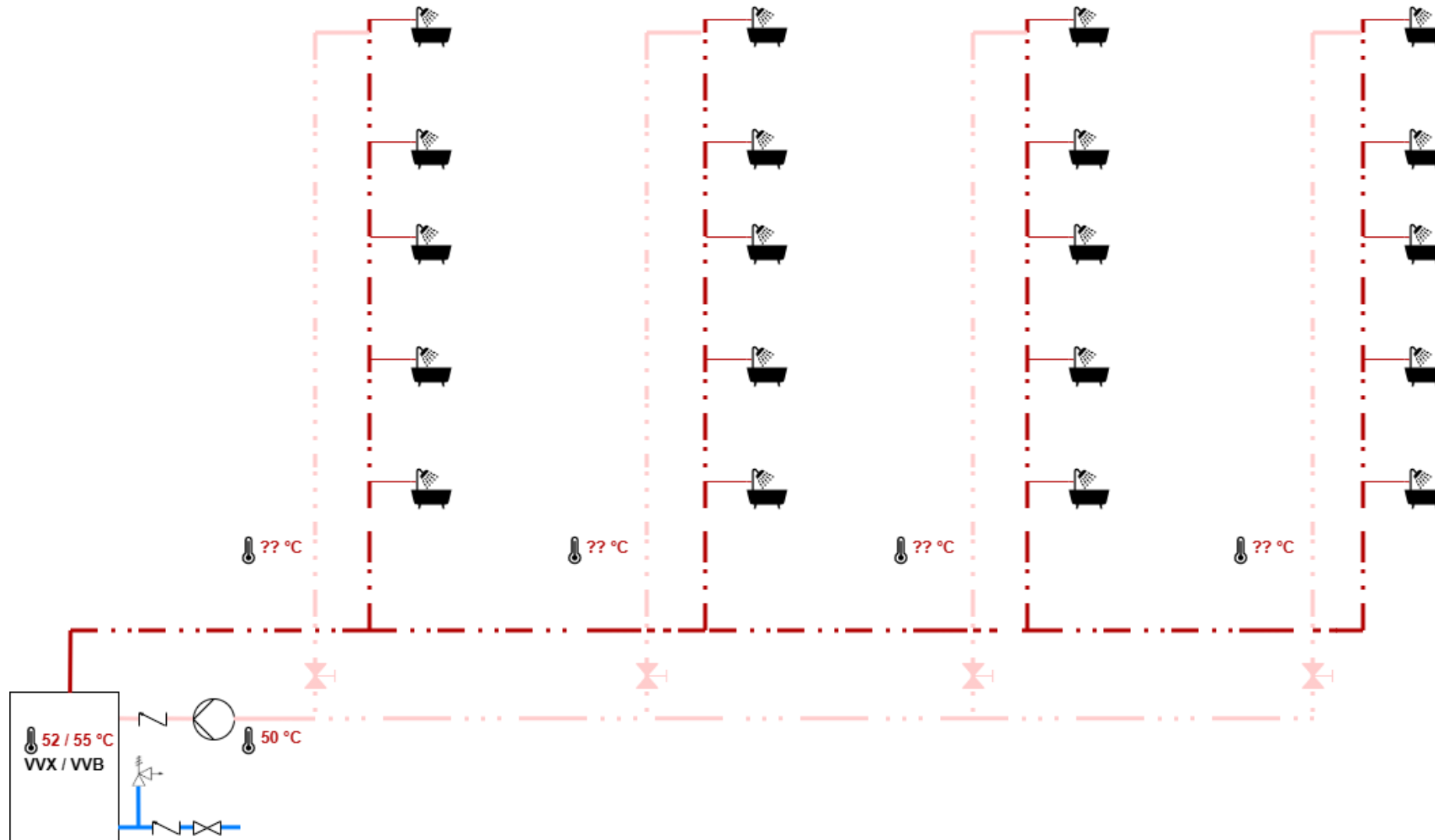
NOTE – Vandinstallationer med centralt placerede fordelerrør og koblingsledninger anses for at opfylde krav til besværende ventetid.

5.5.14 Strømning (flow)

Vandinstallationer skal dimensioneres, udføres og driftes, så der opnås turbulent strømning i alle dele af installationen ved normal drift.

Laminar strømning skal undgås for at modvirke dannelse af biofilm, hvor bakterier og korrosion kan accelerere.

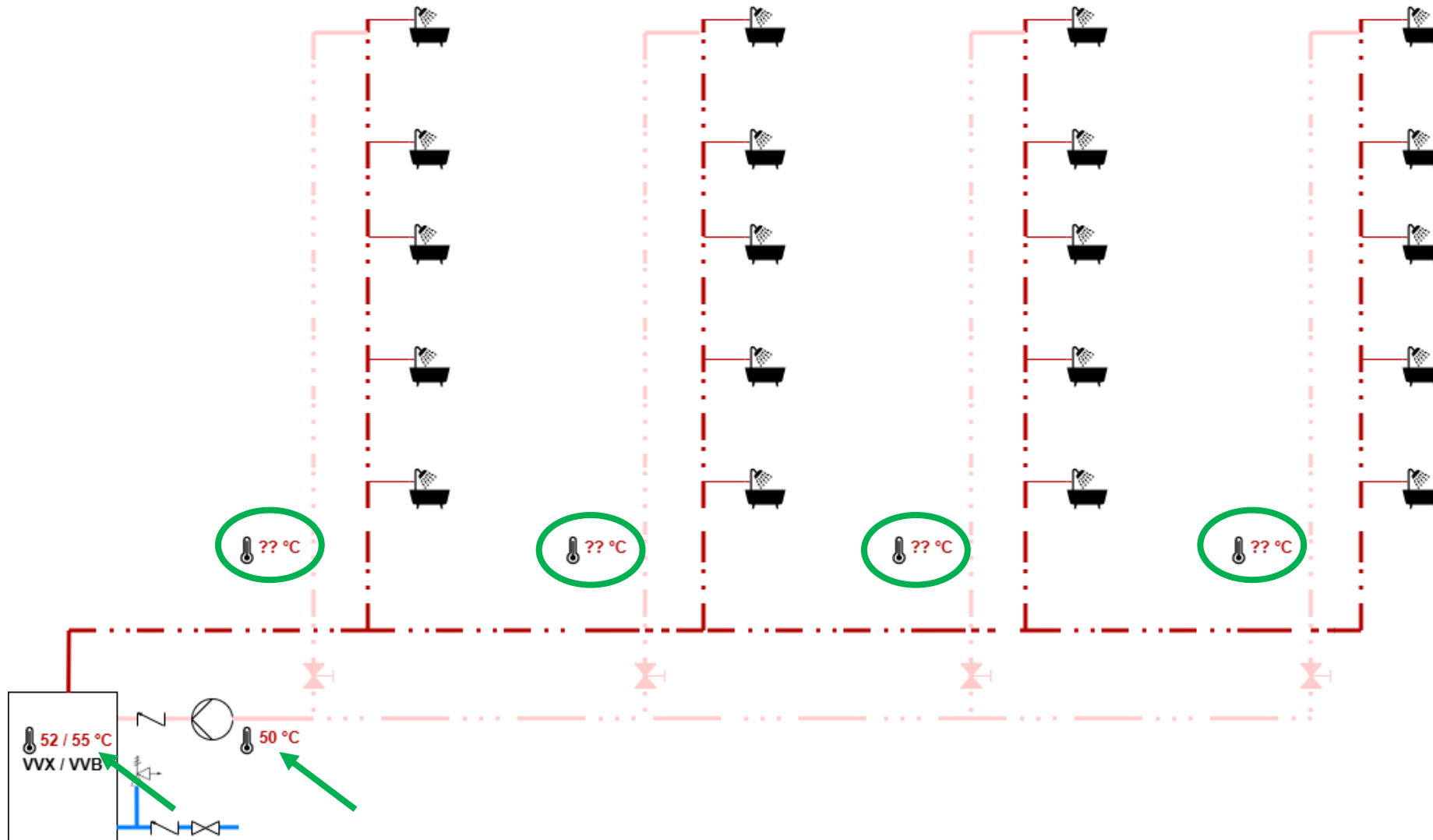
Varmtvandsinstallation i beboelsesejendom



Varmtvandsinstallation i beboelsesejendom



Varmtvandsinstallation i beboelsesejendom



Ventiltyper

- Traditionelle:
 - Termostatiske indreguleringsventiler
 - Statiske/dynamiske indregulering (flow)
- Nye(re)
 - Termostatisk regulering med overvågning
 - Termostatisk regulering med flowstyring

Traditionelle termostatiske indregulerings-ventiler

Differenstemperatur mellem forindstillingstemperatur og temperaturen på det cirkulerende vand ΔT	KV-værdi [m ³ /h]
0 °C	0
1 °C	0,11
2 °C	0,22
3 °C	0,33
4 °C	0,44
5 °C	0,55
6 °C	0,66
7 °C	0,77
8 °C	0,88
9 °C	0,99
10 °C	1,10

- Ventyltype 1
- Kvs-værdi: 1,1 m³/h
- Fabriksindstilling: 52,5 °C
- Indstillingen er ens med lukketemperatur for ventilen
- Ventilen har et p-bånd på 10 °C

Traditionelle termostatiske indregulerings-ventiler

Tabel 1

Gennemstrømningstemperatur °C	indstillet 60 °C	indstillet 55 °C	indstillet 50 °C	indstillet 45 °C	indstillet 40 °C	indstillet 35 °C	kv (m³/t)
	65	60	55	50	45	40	
	62,5	57,5	52,5	47,5	42,5	37,5	0,238
	60	55	50	45	40	35	0,427
	57,5	52,5	47,5	42,5	37,5	32,5	0,632
	55	50	45	40	35	30	0,795
	52,5	47,5	42,5	37,5	32,5		0,963
	50	45	40	35	30		1,087
	47,5	42,5	37,5	32,5			1,202
	45	40	35	30			1,283
	42,5	37,5	32,5				1,351
	40	35	30				1,394
	37,5	32,5					1,437
	35	30					1,469
	32,5						1,500
	30						1,500

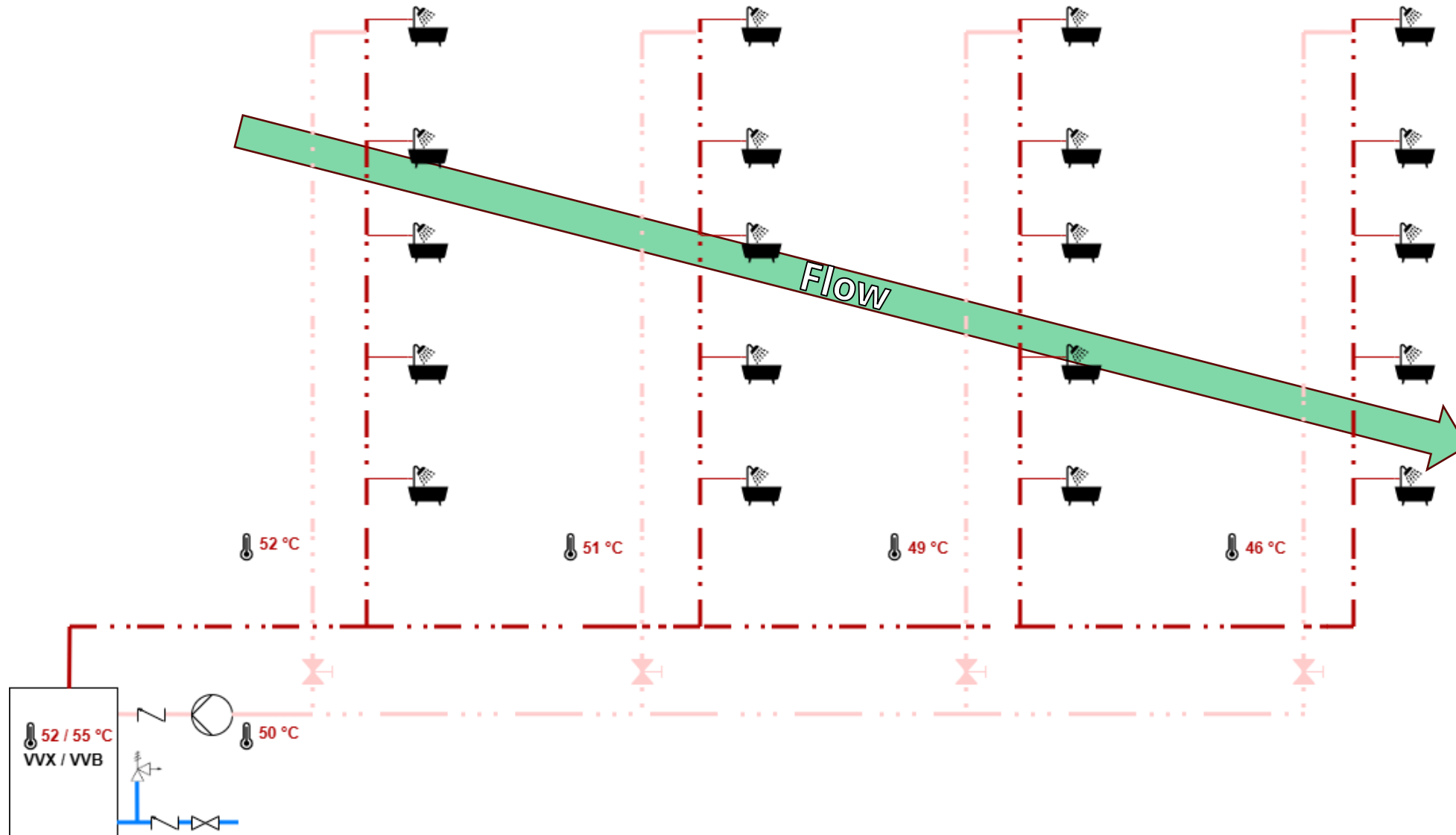
- Ventiltipe 2
- Kvs-værdi: 1,5-1,8 m³/h
- Fabriksindstilling: 50 °C
- Ventil har fortsat relativt stor åbningsgrad (Kv-værdi) ved vandgennemstrømning på 50 °C
- Indstillingen er altså ikke lukke-temperatur for denne type
- Ventilen har et stort p-bånd

Traditionelle termostatiske indregulerings-ventiler

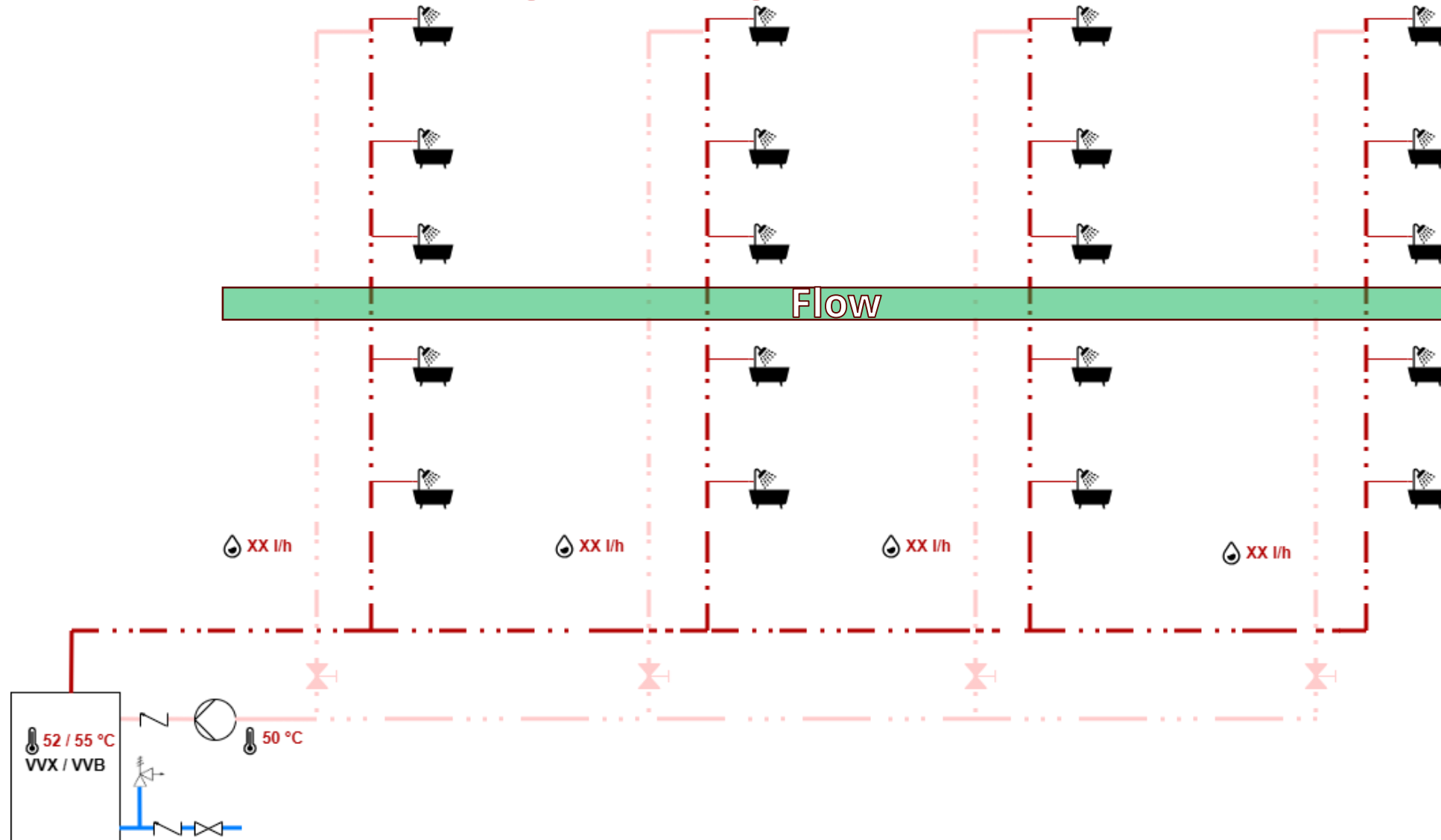
- Ventyltype 3
- Kvs-værdi: 1,24-2,21 m³/h
- Hydraulisk indreguleringsmulighed – indstillelige Kv-værdier
- Fabriksindstilling: 57 °C
- Ventil har altid en hvis åbningsgrad (restvolumenstrøm) uanset vandstrømmens temperatur

VE	P-deviation											Kvs
	0 K	1 K	2 K	3 K	4 K	5 K	6 K	7 K	8 K	9 K	10 K	
1	0.04	0.17	0.24	0.26	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
2	0.06	0.21	0.32	0.38	0.42	0.45	0.47	0.48	0.49	0.50	0.50	0.50
3	0.07	0.23	0.37	0.45	0.52	0.58	0.61	0.64	0.65	0.67	0.68	0.68
4	0.08	0.24	0.40	0.50	0.58	0.64	0.70	0.74	0.77	0.79	0.81	0.82
5	0.09	0.25	0.42	0.54	0.63	0.70	0.76	0.81	0.84	0.88	0.91	0.92
6	0.10	0.26	0.45	0.57	0.66	0.74	0.82	0.87	0.92	0.97	1.01	1.02
7	0.10	0.27	0.47	0.60	0.69	0.78	0.85	0.92	0.97	1.03	1.07	1.09
8	0.10	0.28	0.48	0.62	0.71	0.80	0.89	0.96	1.02	1.08	1.13	1.17
9	0.10	0.29	0.49	0.63	0.73	0.82	0.91	0.99	1.05	1.11	1.17	1.22
10	0.10	0.30	0.50	0.64	0.74	0.84	0.93	1.00	1.07	1.13	1.21	1.24

Varmtvandsinstallation i beboelsesejendom m/termostatiske ventiler



Varmtvandsinstallation i beboelsesejendom m/indreguleringsventiler efter flow



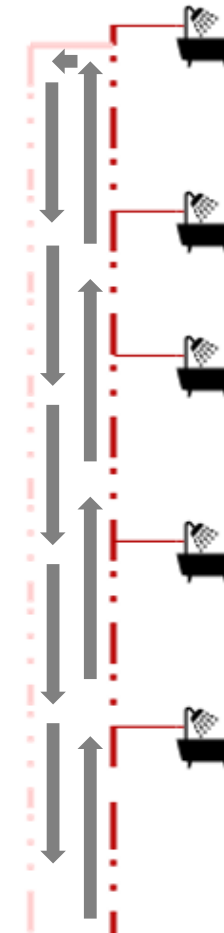
Overvejelser ved beregning af flow efter varmetab

- Isoleringen af varmtvandsinstallation – fokus på omgivelsestemperatur
 - Eksempel på varmtvandsrør isoleret efter klasse 4

Placeret indenfor klimaskærmen: **6,5 W/m**

Placeret udenfor klimaskærmen (f.eks. Uisoleret loft): **13 W/m**

- Mangelfuld isolering, f.eks. omkring ventiler mv., giver et forøget varmetab
- Defekt isolering eller manglende reetablering af isolering efter vedligeholdelsesarbejder påvirker varmetab og driftsbetingelser for anlæg.
- Gamle installationer placeret på uisoleret loft – varmetab **15-25 W/m**



Eksempel på indregulering efter varmetab jf. DS452

- Data

Forsyningsrør: 28x1,2 mm

Cirkulationsrør: 15x1 mm

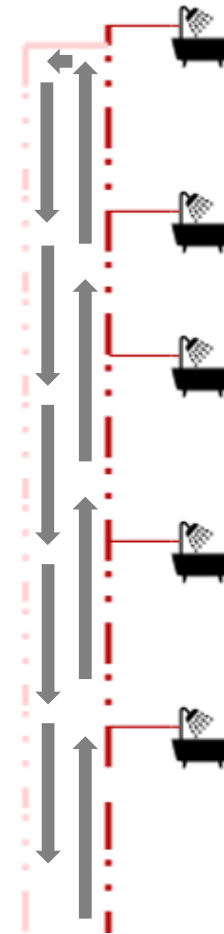
Varmetab: 6,5 W/m (klasse 4)

Rørstræk: 27 m

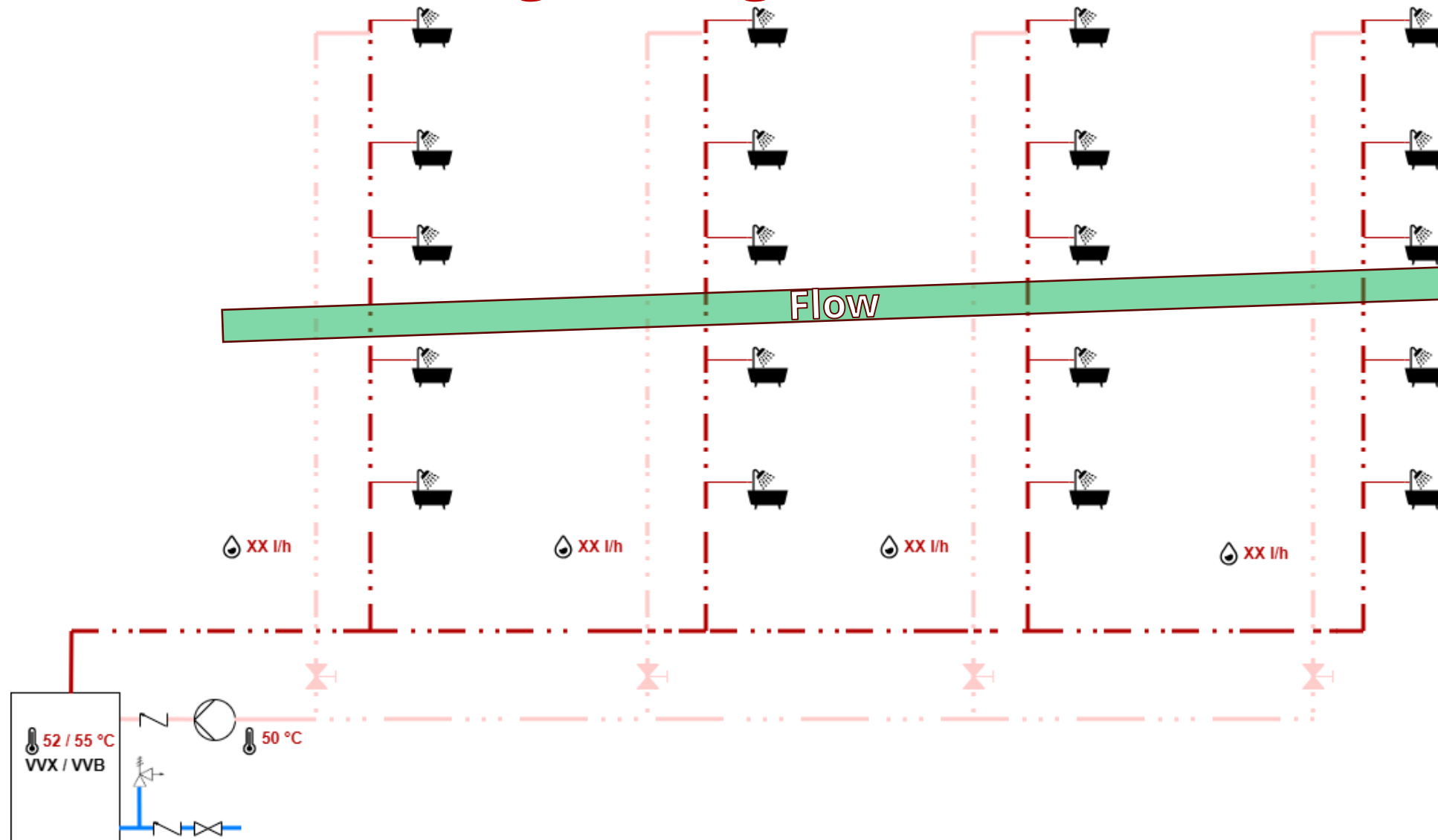
ΔT : 5K

Flow: **30,6 l/h – flowet er laminart.**

Nødvendigt flow ved rørdimension 15x1 mm, for at opnå turbulent vandstrøm: ca. 105 l/h

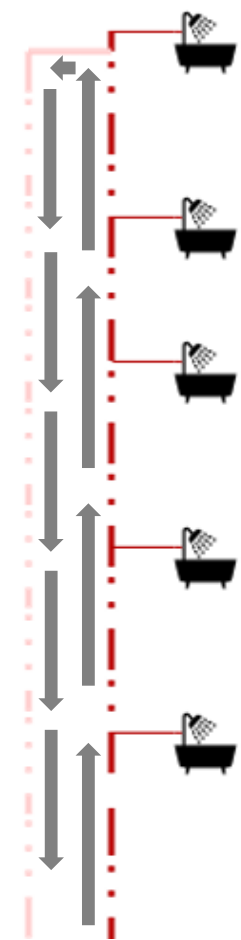


Varmtvandsinstallation i beboelsesejendom m/indreguleringsventiler efter flow



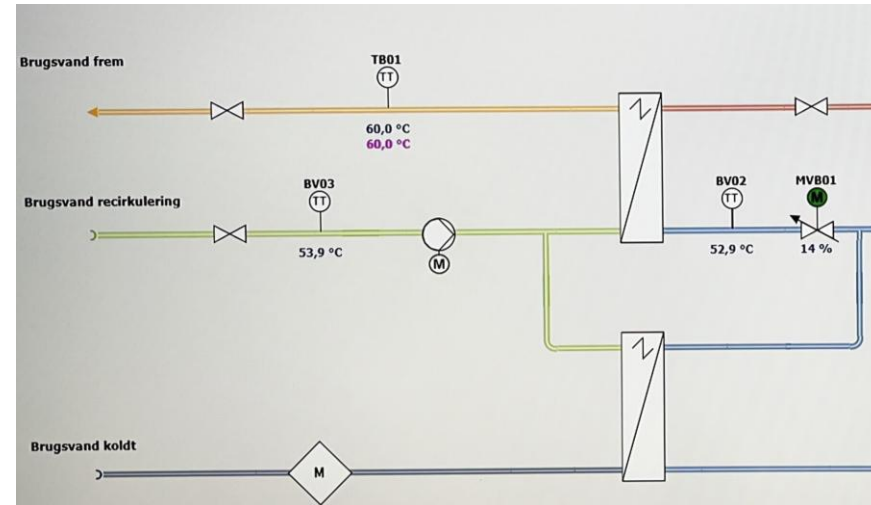
Inliner-system og flow

- + Mindre rørdiameter - Højere vandhastighed i røret
- + Mindre ΔT - Højere flow
- = **Nemmere at opnå turbulent vandstrøm**
- Normalt vil flowet, beregnet ud fra varmetab, dog stadig ikke resultere i turbulent vandstrøm.



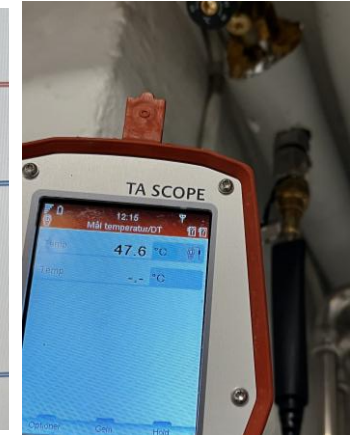
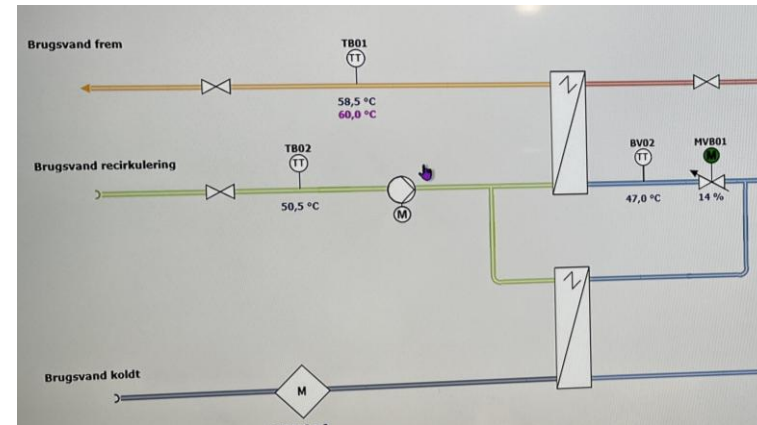
Boligforening, blok 1

- Vandinstallation fra 2011
- Har konstateret forhøjet legionellatal
- Varmtvandstemperatur på 60 °C
- Central returtemperatur på ca. 54 °C
- Cirkulationsventiler på stigstreng er traditionelle termostatisk regulerende og indstillet til 60 °C
- Cirkulationspumpe indstillet i driftspunkt "max"



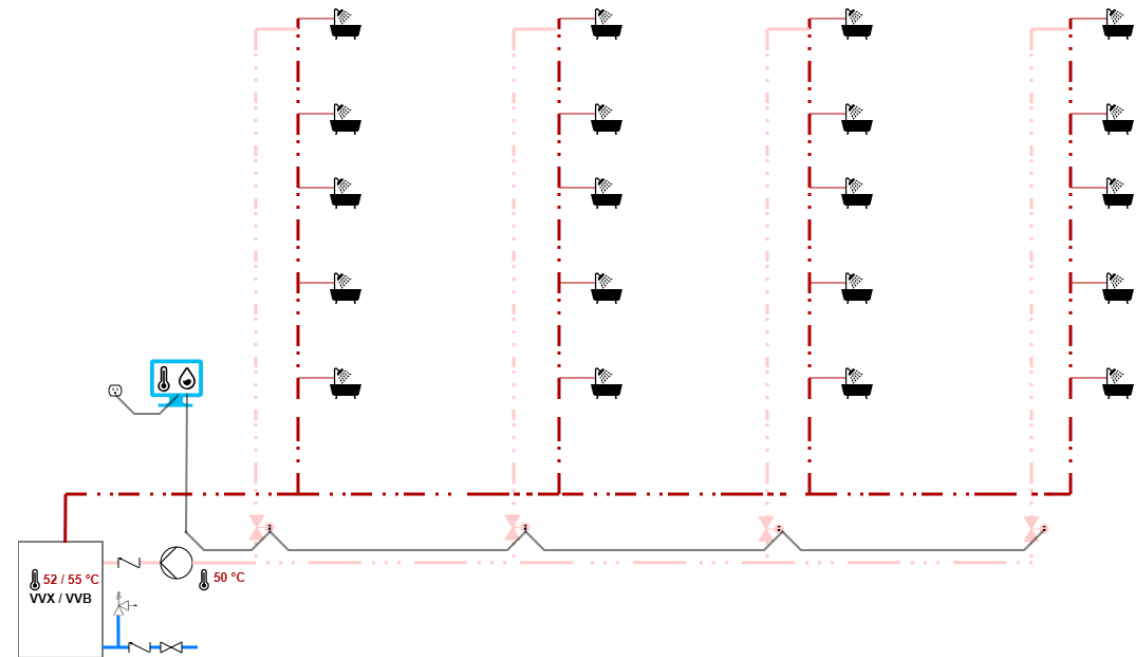
Boligforening, blok 2

- Vandinstallation fra 2011
- Har konstateret forhøjet legionellatal
- Varmtvandstemperatur på 60 °C
- Central returtemperatur på ca. 54 °C frem til midt-oktober
- Cirkulationspumpe beskadiget ifm. strømafbrydelse mellem d. 13-14. oktober
- Cirkulationsventiler på stigstreng er traditionelle termostatisk regulerende og indstillet til 60 °C



Løsninger

- Korrekt dimensionering, valg af ventiler og indregulering
- Fokus på:
 - minimum 50 °C i alle dele af systemet
 - evt. ønske om turbulent flow
 - fokus på at indregulering af flow efter varmetab typisk vil resultere i laminar vandstrøm
- Korrekt valg og indregulering af cirkulationspumpe
- Ny teknologi giver mulighed for overvågning og justering efter flow, temperatur og/eller tidsbestemt gennemskylning.
- Drifts- og vedligeholdelsesprocedure



**Mange tak for
opmærksomheden!**

– nogle spørgsmål?

Stig Fernstrøm

Teknologisk Institut