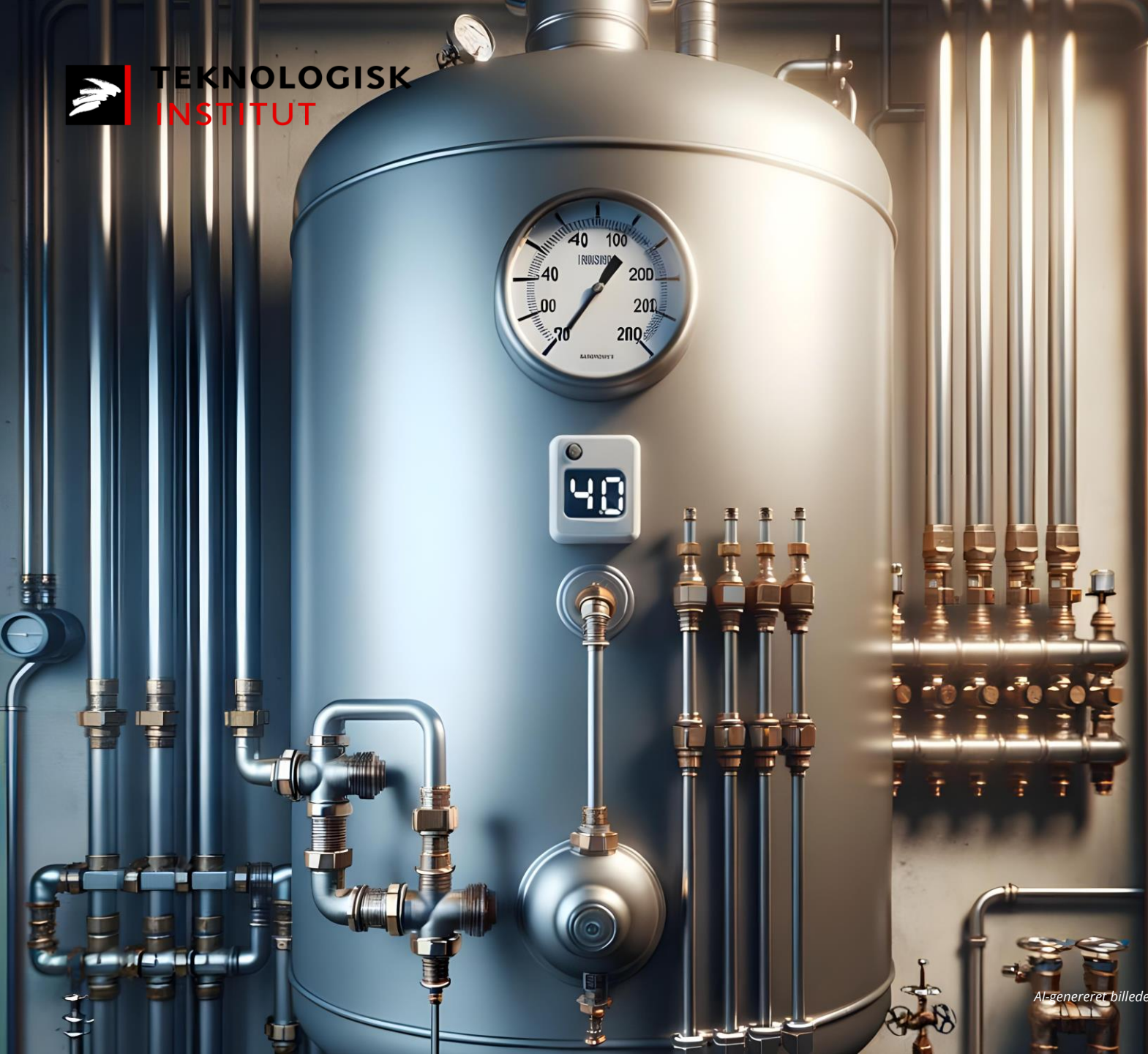




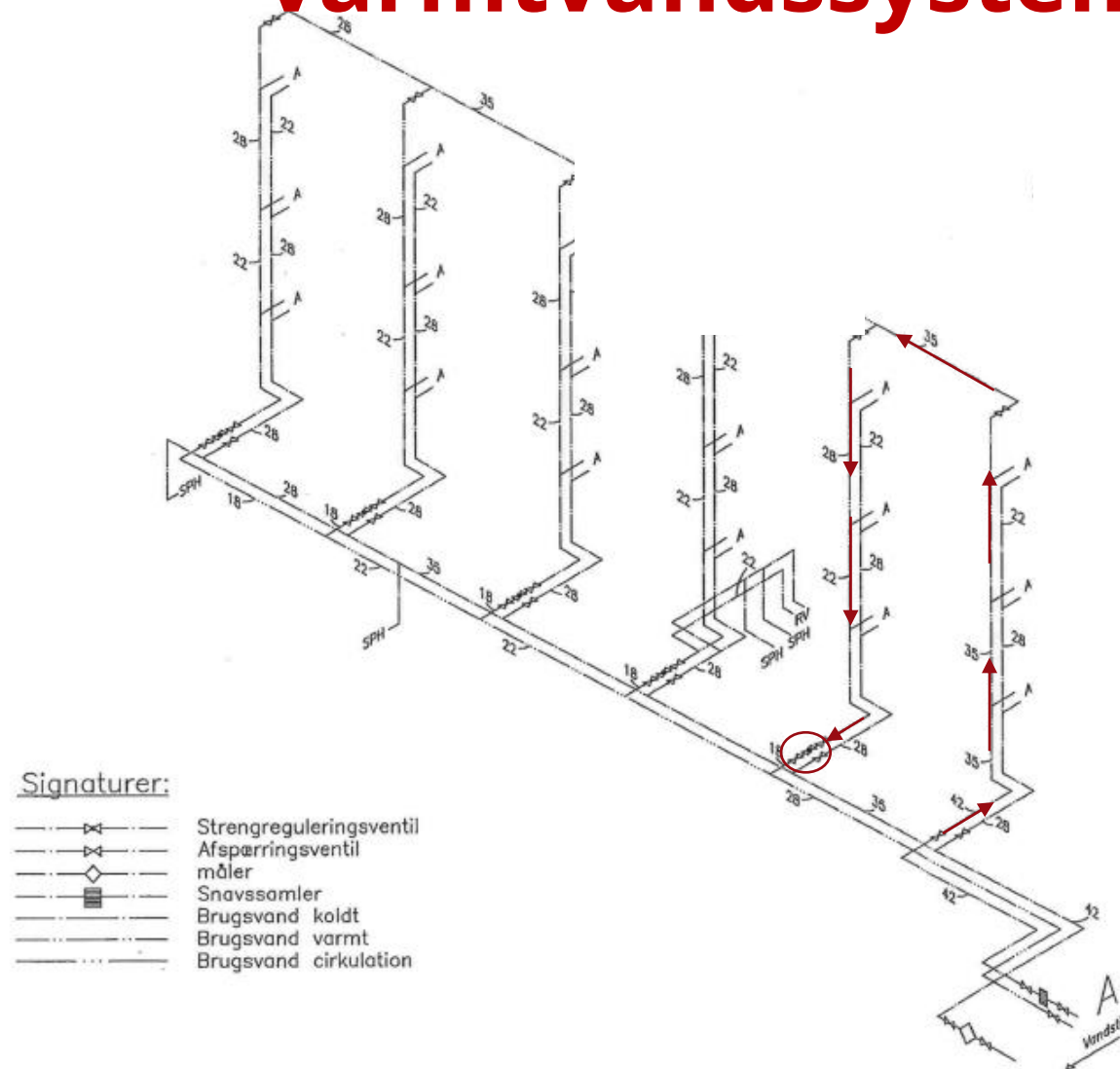
**Legionellaudfordringer
og - løsninger fra
brugsvandsinstallationer
i praksis**

**Stig Fernstrøm
Teknologisk Institut**

Hvad kendetegner varmtvandsinstallationer i Danmark?

- Forskellige valg og sammensætning af materialer til rørinstallationen – Galvaniseret stål, kobber, rustfrit stål, plastik og kompositmaterialer.
- Komplexitet. Især ældre installationer kan have forskellige materialesammensætninger pga. reparationer mv.
- Ventiler til fordeling af brugsvandscirkulation kan være af forskellige fabrikater, men også af forskellige typer.
- På ældre installationer vil driftsforholdene ofte have ændret sig pga. tilsætninger i rørinstallationen, beholder mv. (gælder især installationer af galvaniseret stål).
- Lave temperaturer i varmtvandsanlægget bliver ofte ikke opdaget, så længe der er tilstrækkelig temperatur til badning (42-45 °C), og ventetiden ikke er for lang.

Typisk principopbygning af varmtvandssystem



Temperaturstyring af varmtvandsbeholder, eksempel:

Nedenfor ses et typisk eksempel på en styring fra en ejendom med varmtvandsbeholder, opvarmet med fjernvarmevand. Styringen er indreguleret/serviceret af servicevirksomhed:

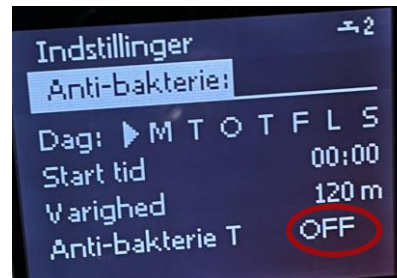
- Energibesparelser og et ønske om at begrænse kalkudfældning er normalt forklaringen på valget af lave temperaturer, men resultatet udgør en risiko for legionellabakterier i installationen.
- **BR18 foreskriver minimum 50 °C i alle dele af varmtvandssystemet.**
- Med 5 graders afkøling på varmtvandssystemet vil der ved en varmtvandstemperatur på 54 °C være risiko for temperaturer på <50 °C på cirkulationsstregene.
- Ved en varmtvandstemperatur på 48 °C vil der med sikkerhed være en temperatur på <50 °C på cirkulationsstregene.



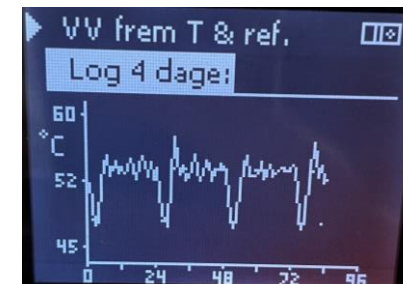
Valgt temperatur ml. kl. 04:00 og 24:00



Valgt temperatur ml. kl. 00:00 og 04:00



Anti-bakterie (termisk desinfektion) er slået fra for alle ugens dage



Temperaturlog for beholdertemperatur over 4 dage viser periodisk lav varmtvandstemperatur

Temperaturstyring af varmtvandsbeholder, eksempel:

Løsningsforslag til ændring af parametre i styring kunne derfor f.eks. være:

- Fjerne sænkingsperiode
- Hæve varmtvandstemperatur i beholder til ca. 55-56 °C
- Aktivere anti-bakterie (termisk desinfektion) i f.eks. 120 minutter/ugentligt med en temperatur på 70 °C (såfremt forholdene i installationen og brugen tillader dette).
- Kontrollere temperaturer i installationen, herunder ved alle cirkulationsventiler.

Generelle udfordringer ved termisk desinfektion i praksis

- Fjernvarme i områder med fremløbstemperaturer under 70 °C (lavtemperatur).
- Manglende kapacitet på elforsyningen
- I praksis er det ikke muligt at gennemskylle koblingsledninger, da det vil kræve adgang til alle tappesteder.
- Skoldningsrisiko.
- Typen af cirkulationsventiler kan være en udfordring for vandfordelingen.
- Manglende overvågning af forsynings- og cirkulationsstrengene øger usikkerheden.

Cirkulationsventiler

Overordnet findes der fire typer cirkulationsventiler for brugsvandsinstallationer i Danmark:

- Termostatstyret ventil uden bypass
- Termostatstyret ventil med bypass (termostatstyret, aktuator eller statisk)
- Statisk indreguleringsventil
- Dynamisk indreguleringsventil

De forskellige cirkulationsventiler har fordele og ulemper, men valget af ventiler kan være kritisk ift. temperaturer – især i ældre installationer.

Termostatstyret cirkulationsventil uden bypass

Fordele:

- Intet behov for beregning og indregulering af vandflow. Kan derfor være velegnet i installationer, hvor man ikke kender føringsveje, rørdimensioner osv.
- Relativt billig i indkøb og installation

Ulemper:

- Vandflowet igennem ventilen vil være afhængig af varmtvandstemperaturen og varmetabet. Der er derfor ikke mulighed for at sikre et bestemt vandflow (turbulent vandstrømning), ligesom fordelingen mellem forskellige strenge ikke kan sikres.
- Ventilerne har tendens til at tilstoppe af kalk, skidt mv., hvilket gør dem mindre egnede i ældre installationer af galvaniseret stålrør og sårbare i områder med meget kalk i vandet.



Eksempel på ældre type af termostatisk brugsvandsventil.

Denne type er ofte beregnet for en cirkulationstemperatur på 43 °C eller 48 °C, hvorfor de bør skiftes. Temperaturen er stemplet på ventilen.



Eksempel på termostatisk brugsvandsventil.

Denne type er ofte beregnet for en cirkulationstemperatur på mellem 37 °C til 65 °C.

Temperaturen kan indstilles ved at fjerne den sorte hætte og justere med en skruetrækker.

Fabriksindstillingen for dette eksempel er 52,5 °C

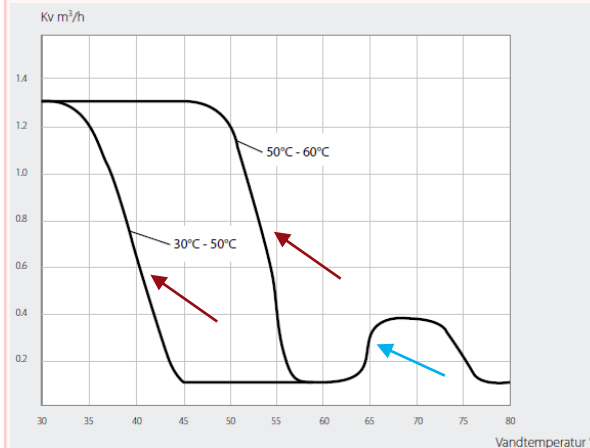
Termostatstyret cirkulationsventil med termostatisk bypass

Fordele:

- Intet behov for beregning og indregulering af vandflow. Kan derfor være velegnet i installationer, hvor man ikke kender føringsveje, rørdimensioner osv.
- Relativt billig i indkøb og installation
- Det termostatiske bypass sikrer minimal åbningsgrad af ventilen ved normal drift, men større åbningsgrad ved termisk desinfektion over 62,5 °C

Ulemper:

- Vandflowet igennem ventilen vil være afhængig af varmtvandstemperaturen og varmetabet. Der er derfor ikke mulighed for at sikre et bestemt vandflow (turbulent vandstrømning), ligesom vandflowet ikke kan fordeles mellem de forskellige strenge
- Ventilerne har tendens til at tilstoppe af kalk, skidt mv., hvilket gør dem mindre egnede i ældre installationer af galvaniseret stålrør, og sårbare i områder med meget kalk i vandet.



Eksempel på termostatisk brugsvandsventil med termostatstyret bypass.

Denne type findes i to varianter med følgende indstillingsområde for den normale drift:

30°C - 50°C (fabriksindstilling 43°C)

50°C - 60°C (fabriksindstilling 57°C)

Diagram over Kv-værdier for ventilstørrelse DN15

De røde pile angiver at ventilåbningen (Kv-værdien) er faldende ved stigende vandtemperaturer.

Blå pil angiver at Kv-værdien for bypasset stiger ved en vandtemperatur ml. ca. 62,5 - 67,5 °C.

Termostatstyret cirkulationsventil med statisk bypass og mulighed for aktuator

Fordele:

- Intet behov for beregning og indregulering af vandflow, for hvad angår normal drift. Kan derfor være velegnet i installationer, hvor man ikke kender føringsveje, rørdimensioner osv.
- Relativt billig i indkøb og installation.

Ulemper:

- Vandflowet igennem ventilen vil være afhængig af varmtvandstemperaturen og varmetabet. Der er derfor ikke mulighed for at sikre et bestemt vandflow (turbulent vandstrømning), ligesom fordelingen mellem forskellige strenge ikke kan sikres.
- Såfremt ventilens bypass udnyttes, skal der udføres en beregning og indregulering af disses Kv-værdier.
- Ved åbent bypass og ingen aktuator vil der altid være flow gennem ventilen.
- Ventilerne har tendens til at tilstoppe af kalk, skidt mv., hvilket gør dem mindre egnede i ældre installationer af galvaniseret stålør, og sårbare i områder med meget kalk i vandet.



Eksempel på termostatisk brugsvandsventil med statisk bypass og mulighed for aktuator.

Denne type er ofte beregnet for en cirkulationstemperatur på mellem 37 °C til 65 °C.

Temperaturen kan indstilles ved at fjerne den store sorte hætte og justere med en skruetrækker.

Fabriksindstilling er 57°C dette eksempel.

Ventilen har indbygget statisk bypass, som kan indstilles til en Kv-værdi på mellem 0,0 og 0,3.

Statisk indreguleringsventil

Fordele:

- Relativt billig i indkøb og installation
- Vandflowet kan reguleres uanset temperaturforhold i installationen, ligesom der kan sikres et bestemt ønsket minimumsflow, f.eks. af hensyn til et ønske om turbulent vandflow i rørsystemet.
- Ofte er ventiler forsynet med aftapsventil. Sammen med afspærring på forsyningsrøret på det varme vand muliggør dette at ventilen, uden driftsforstyrrelser, kan gennemskylls fra begge sider ifm. vedligeholdelse. Ventilens opbygning er sædvanligvis simpel og evt. kalk og skidt kan normalt nemt frigøres ved at aktivere ventilen ifm. gennemskylning. Dette gør denne type ventil særdeles velegnet til ældre installationer af galvaniseret stål.

Ulemper:

- Der skal udføres en beregning og indregulering ud fra varmetab og evt. ønske om minimumshastighed for vandstrømmen. Dette forudsætter indgående kendskab til installationen, føringsveje, isolering osv. Dette kan være omkostningstungt i et projekt, hvorfor der ofte bliver valgt termostatiske ventiler i stedet.
- Erfaringsmæssigt er det kendt, at der ifm. reparationsarbejder osv. ofte bliver reguleret på ventilindstillingerne, hvorved indreguleringen ødelægges.



Eksempler på statiske indreguleringsventiler.

Nogle ventiler leveres med analog termometre til hurtig aflæsning af temperatur.

Normalvis er termometrene kun vejledende og kan kun bruges til at få en indikation af temperaturen.

Dynamisk indreguleringsventil

Fordele:

- Vandflowet reguleres automatisk, uanset temperaturforhold i installationen, såfremt det nødvendige pumpetryk er tilgængeligt.
- Ventilen findes med udskiftelige indsats, der vælges ud fra det ønskede vandflow. Ventilerne er typisk ikke justerbare, hvorfor indsatsene skal udskiftes, såfremt der ønskes et andet flow.
- Ventilerne skal adskilles, hvis flowet ønskes ændret. Da der ikke er håndtag der kan betjenes udefra, sikrer dette mod, at der efterfølgende "pilles" ved systemet af uvedkomne.

Ulemper:

- Der skal udføres en beregning og indregulering ud fra varmetab og evt. ønske om minimumshastighed for vandstrømmen. Dette forudsætter indgående kendskab til installationen, føringsveje, isolering osv. Dette kan være omkostningstungt i et projekt, hvorfor der ofte bliver valgt termostatiske ventiler i stedet.
- Såfremt beregningen viser sig at være forkert, eller der ønskes et andet flow, f.eks. efter et ønske om turbulent vandstrømning, er det som oftest nødvendigt at udskifte selve indsatsen, hvilket medfører omkostninger og driftsforstyrrelser.
- Ventilerne har tendens til at tilstoppe af kalk, skidt mv., hvilket gør dem mindre egnede i ældre installationer af galvaniseret stålrør, og sårbare i områder med meget kalk i vandet.



Eksempler på dynamiske indreguleringsventil med fast indsats.

Eksempel 1 fra "den virkelige verden"

- Lejlighedsejendom for andelsboligforening.
- Blandet beboersammensætning.
- Fordelingssystemet består af rustfri stålrør og er ca. 17 år gammelt.
- Cirkulationsstrengene er forsynet med termostatiske ventiler uden bypass.
- Beboerne oplever problemer med svingende varmtvandstemperatur.
- Har ikke nogen procedure for kontrol eller vedligehold af de generelle, fælles rørinstallationer udenfor varmecentralen.
- Har tidligere driftet varmtvandssystemet med høj temperatur.
- En enkelt beboer har registreret tappetemperaturen på det varme vand i boligen på forskellige tidspunkter efter at have ladet vandet løbe i lidt tid.

DATO	KL	grader	tid	DATO	KL	grader	tid
14.2	16 ⁰⁰	39°	10-20 sek	25.2	20 ³⁰	39°	20 sek
14.2	19 ³⁰	47°	"	26.2	06 ¹⁵	40°	"
14.2	23 ¹⁵	42°	"	26.2	8 ³⁰	49°	"
15.2	9 ¹⁵	46°	"	26.2	12 ⁰⁰	39°	"
15.2	10 ³⁰	44°	"	26.2	14 ⁰⁰	36°	"
15.2	13 ⁰⁰	52°	"	26.2	17 ³⁰	35°	"
15.2	14 ³⁰	49°	"	26.2	22 ⁰⁰	49°	"
15.2	16 ⁰⁰	49°	"	27.2	6 ¹⁵	38°	"
16.2	10 ³⁰	38°	"				
16.2	11 ²⁰	42°	"				
16.2	12 ⁰⁰	43°	"				
16.2	17 ⁰⁰	49°	"				
16.2	22 ³⁰	44°	"				
17.2	07 ⁰⁰	45°	"				
17.2	20 ⁰⁰	34°	"				
17.2	23 ⁰⁰	39°	"				
18.2	05 ³⁰	39°	"				
18.2	07 ⁰⁰	44°	"				
18.02	16 ⁰⁰	42°	"				
18.2	17 ³⁰	54°	"				
18.2	20 ³⁰	44°	"				
19.2	06 ¹⁵	40°	"				
19.2	23 ⁰⁰	40°	"				
19.2	8 ⁵⁰	47°	"				
19.2	13 ¹⁵	47°	"				
19.2	16 ³⁰	44°	"				
19.2	18 ³⁰	44°	"				
19.2	22 ³⁰	44°	"				
20.2	06 ¹⁵	33°	"				
20.2	15 ⁰⁰	47°	"				
20.2	18 ⁴⁵	39°	"				
20.2	22 ³⁰	45°	"				
21.2	6 ⁰⁰	39°	"				
21.2	7 ¹⁵	41°	"				
21.2	15 ⁰⁰	50°	"				
24.2	15 ³⁰	48°	"				
24.2	17 ¹⁵	41°	"				
24.2	23 ⁰⁰	44°	"				
25.2	6 ⁰⁰	40°	"				
25.2	9 ¹⁵	42°	"				
25.2	16 ⁰⁰	37°	"				
25.2	17 ³⁰	50°	"				

Eksempel 1 fra "den virkelige verden"

Udbedrende foranstaltninger besluttet udført af foreningen:

- Udskiftning af termostatiske ventiler til statiske, for dermed at kunne beregne og indregulere vandmængden til en ønsket vandmængde og hastighed.
- Beregning af varmetab og vandflow.
- Indregulering af nye statiske indreguleringsventiler med henblik på at holde minimum 50 °C alle steder i fordelingssystemet.
- Etablering af "kalkknuser"-anlæg for hele vandinstallationen.



Billede af et overskåret varmtvandsrør. Dimensionen er 22 mm.

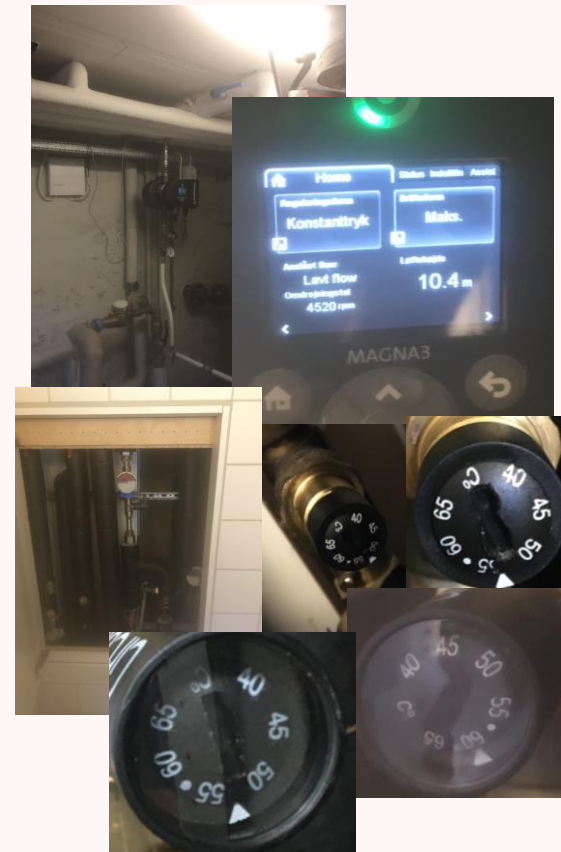
Grundet den forhøjede varmtvandstemperatur har der afsat sig en særdeles kraftig kalkbelægning indvendigt i røret. Lysningen er deraf meget nedsat.



Billede af cirkulationsventiler med rørstumper efter udtagning fra installationen.

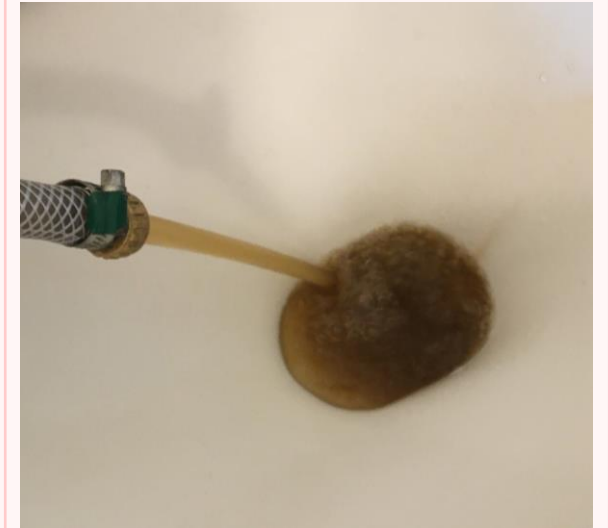
Eksempel 2 fra 'den virkelige verden'

- Rækkehuse opført i 1996.
- Beboelse består overvejende af børnefamilier.
- Installation bestående af bl.a. rustfrit stål og alupex.
- Cirkulationsstrengene er forsynet med termostatiske ventiler uden bypass.
- De termostatiske ventiler er indstillet til forskellig temperatur.
- Beboerne oplever problemer med lav varmtvandstemperatur og lang ventetid på det varme vand.



Eksempel 2 fra "den virkelige verden"

- Gennemskylning af cirkulationsstrenge afslører beskidt vand i fordelingsystemet.



Valg af cirkulationsventiler i varmtvandssystemer

Overvejelser ifm. valg af cirkulationsventiler:

- Materialerne som rørinstallationen består af. Aflejringer, f.eks. Korrosionsprodukter, kan tilstoppe cirkulationsventiler.
- Mulighed for vedligeholdelse af cirkulationsventiler.
- Vandkvaliteten.
- Risiko for at "pilfingre" kan ændre ventilindstillinger.
- Mulighed for beregning af vandflow (kendskab til installationen).



AI-genereret billede

Drift og vedligeholdelse

- Der findes ofte ikke drifts- og vedligeholdelsesprocedurer for varmtvandsinstallationer, og en sådan bliver ofte kun udført, når generne er blevet store (nok) – dvs. i praksis når temperaturen på det varme vand opleves for lav eller ventetiden for lang. Det betyder, at der kan være lange perioder med lave temperaturer i systemet.

En D&V-procedure bør bl.a. indeholde følgende:

- Månedlig aflæsning af temperaturer på cirkulationsstrenge og hovedstrenge.
- Månedlig aflæsning af vand- og energimålere.

Månedlig aflæsning kan i praksis f.eks. udføres sammen med aflæsning af energimålere, vandmålere mv.

- Måling af vandflow, såfremt muligt.
- Gennemskylning af cirkulationsventiler.
- Motionering af termostatiske ventiler.

Drift og vedligeholdelse

Teknikrum	Code:	Lis. 30	Bly. 8	Bly. 44	Alm. 9	Alm. 28	Selskab	Fritids.	Vugges	Lanner	Central 2	Teknikrum 1	
Klokken		9 ⁵⁵	9 ⁵⁶	9 ⁴⁰	9 ³⁵	9 ³⁰	10 ¹⁰	10 ⁰⁵	10 ⁰⁰	10 ²⁰	10 ¹⁵		10 ²⁵
Udetemp	TTU	20	19	17	17	16		17	17		16		16
Rad.frem	TT1.01	37	38	(T3) 38	(T3) 38	40		70	40		(T18) 74	Rad.frem / Butikcenter	(T5) 43
Rad. retur	TT2.01	36	34	(T4) 36	(T4) 37	39		40	35		(T17) 49	Rad. retur / Butikcenter	(T6) 40
Flow m³	FM1.01	491778	310944	630	186	48404						Rad.frem / Tårnbyvej 55 / 67	(T7) 43
Energi Mwh	QM1.01	8229	10222	821	293	10730						Rad. retur / Tårnbyvej 55 / 67	(T8) 40
Setp. (- 12)		80	86	78	78	77						Rad.frem / Tårnbyvej 27 / 43	(T9) 43
Setp. (+20)		38	38	55/34	55/38	36						Rad. retur / Tårnbyvej 27 / 43	(T10) 41
Setp. natsænkning		0	0			0							
Setp. returbegrænser		70	70			70							
Setp. Kurveforskydn.		0	0			0							
BV °C	TT1.03	58	58	(T8) 56	(T8) 59	59	30	54	58			BV °C	(T11) 59
BC °C	TT2.03	52	49	(T10) 44	(T10) 49	50	52	52	52			BC °C	(T12) 52
Fjv.frem °C	TT1.01	73	73	(T1) 72	(T1) 73	73	75	72	69	74	80	Fjv.frem °C	(T13) 74
Fjv. retur °C	TT2.02	44	38	(T2) 47	(T2) 49	45	42	47	41	69	49	Fjv. retur °C	(T14) 48
Fjv.frem bar	PT1.01	2,8	2,7	(TF1) 2,7	(TF1) 2,6	2,6		2,9	2,5	3,5		Fjv.frem bar	(TR1) 3,1
Fjv. retur bar	PT2.01	2,0	2,1	(TF2) 1,9	(TF2) 2,1	2,2		2,3	2,0	1,2		Fjv. retur bar	(TR2) 2,5
Fjv. retur V V °C	TT2.01	48	43	(T9) 52	(T9) 50	44	56	57	49			Fjv. retur V V °C	(T15) 50
Fjv.frem V V °C	TT1.02	61	63			68							
3V m³		35757	50652			30206							
3V Mwh		4954	7339			1593							
3C m³		357832	266680			245284							
3C Mwh		3042	2513			2097							



**Tak for
opmærksomheden.**