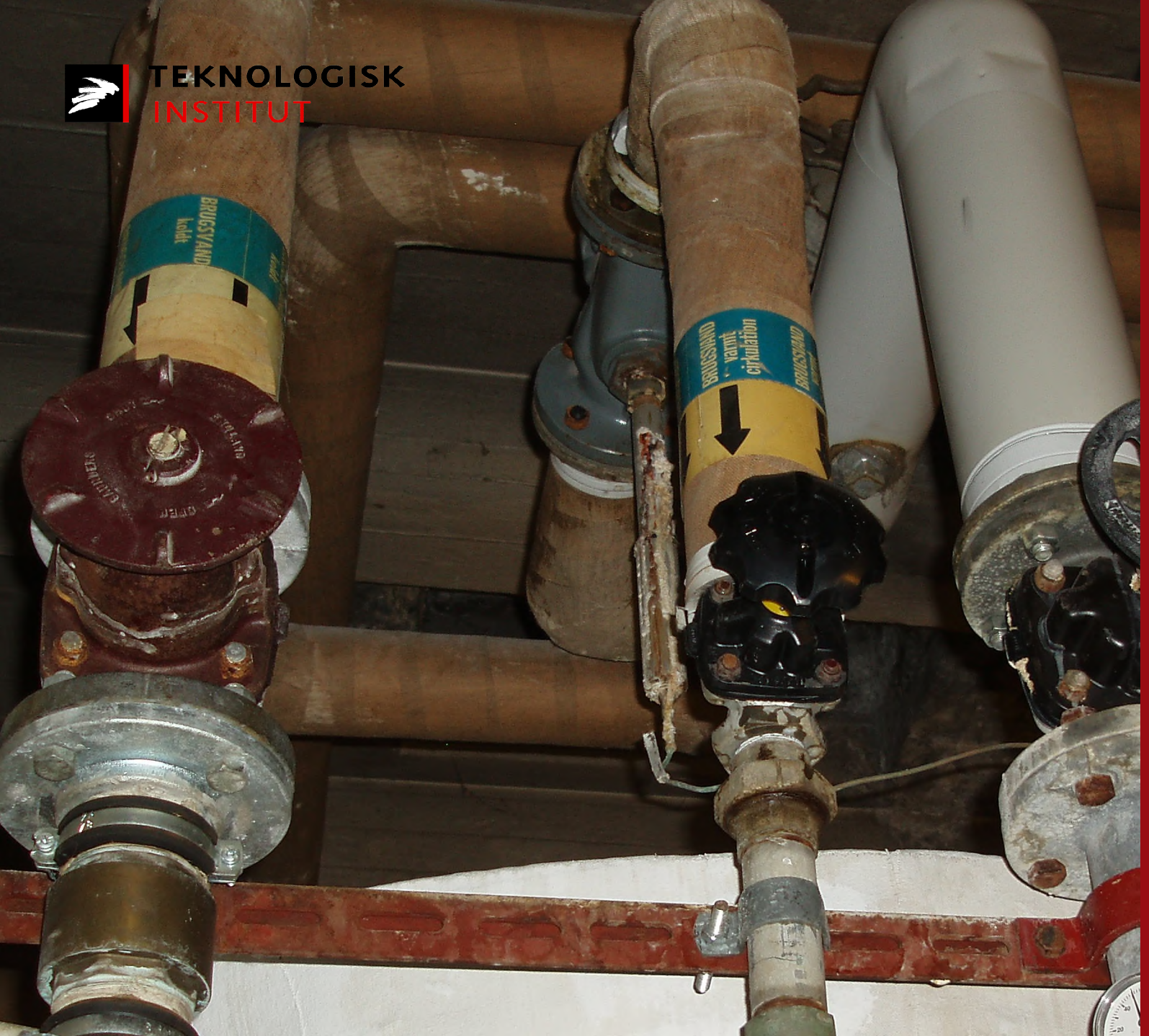


TEKNOLOGISK INSTITUT

Sikring af velfungerende traditionel brugsvands-installation

Stig Fernstrøm

Teknologisk Institut

Legionella-temadag 2026

Hvad er en velfungerende brugsvandsinstallation?

§ 403 Bygninger skal have vandforsyning passende til bygningens og installationens anvendelse. Projektering, udførelse, drift og vedligehold af vandinstallationer skal ske under hensyn til, at:

1. Der ikke opstår risiko for personers sundhed eller komfortmæssige gener.
2. Der ikke sker skader på personer, installationer eller bygningsdele.
3. Der ikke sker unødigt forbrug af vand og energi.

§ 405 Vandinstallationer skal projekteres og udføres, så:

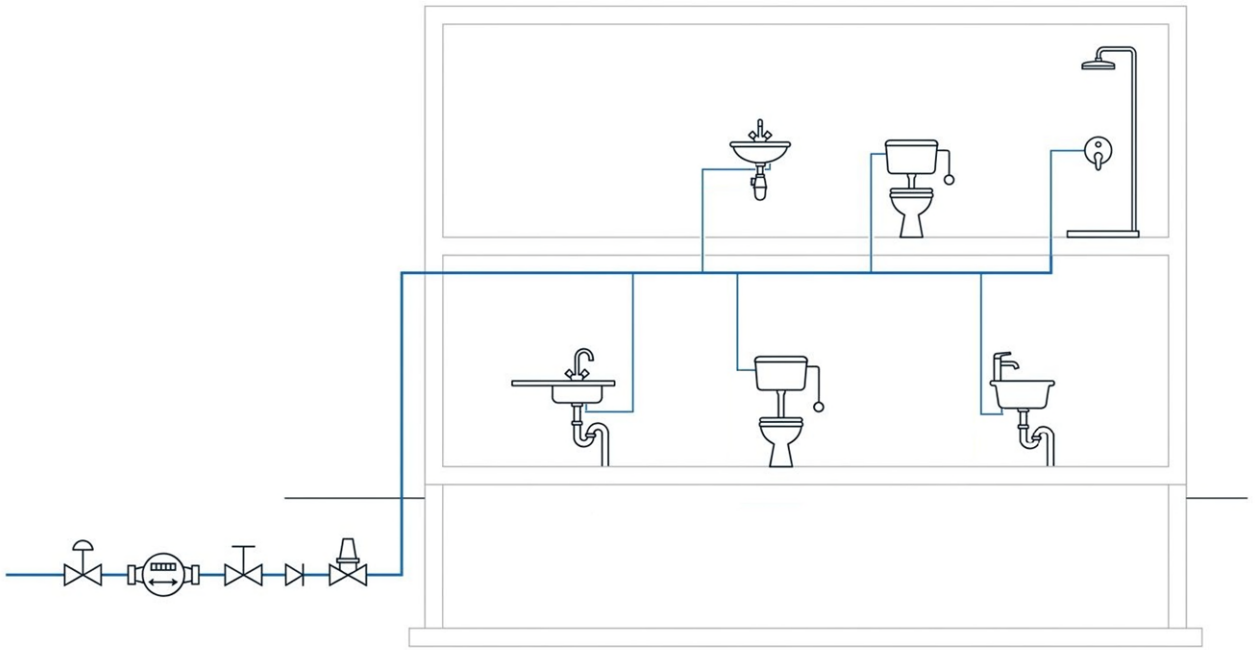
1. De kan fungere uden risiko for personers sundhed som følge af bakterievækst, herunder legionella i vandet.
2. Placeringen og fastgørelsen ikke medfører generende rystelser eller skader på bygningsdele eller installationer.
3. De beskyttes mod frost.
4. Utilsigtet ind- og udsivning undgås.
5. De kan modstå normalt forekommende statiske, dynamiske, kemiske og termiske påvirkninger.
6. Der ikke opstår risiko for sprængninger eller skadeligt tryk og trykstød.
7. Der ikke opstår korrosion og aflejringer, der kan forringe kapaciteten.
8. De har en holdbarhed i forhold til deres placering og muligheden for udskiftning.
9. Der ved rørgennemføringer ikke spredes generende støj, fugt og lugt.
10. De kan renses, betjenes og vedligeholdes i fornødent omfang. Komponenter, der kræver betjening, eftersyn eller vedligehold, skal være let tilgængelige, så dette kan ske på en hensigtsmæssig og forsvarlig måde.

§ 410 Vandinstallationer skal udformes, placeres og isoleres, så unødige temperaturstigninger af det kolde vand undgås.

§ 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.

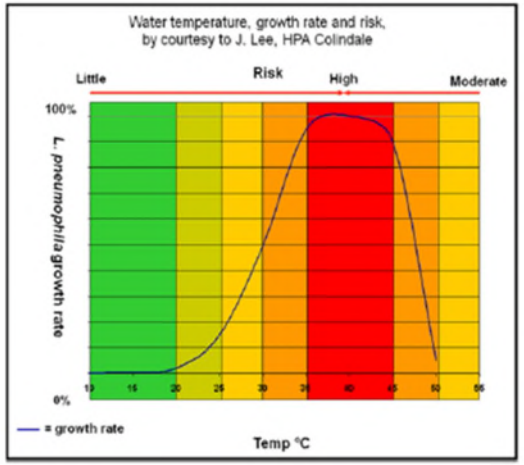
Koldtvandsinstallation

- Traditionel koldtvandsinstallation:
  - Vandrør i terræn – temperatur 8-20 °C, alt efter sæson og placering i jord.
  - Vandinstallation, typisk udført i varmforzinket stål, rustfrit stål, kobber eller PEX.
  - Teknisk isolering generelt udført i større bygninger, men i mindre grad i enfamiliehuse mv.
  - Koldtvandsrørene terminerer ved tappesteder.
  - Temperaturen i koldtvandsinstallationen varierer efter forbrug, bygningstype, sæson, isolering mv.

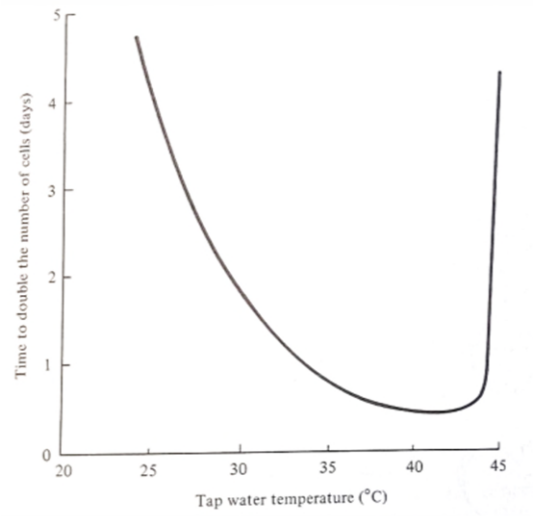


Koldtvandsinstallation

- Koldtvandsledninger med lange perioder uden forbrug, vil over tid nå omgivelsestemperaturen.
- Hvor lang tid der går, afhænger bl.a. af:
  - Rørdimensionering
  - Føringsveje – omgivelsestemperatur (kælder, skakt, klimaskærm)
  - Bygningens alder – nyere byggerier har ofte problemer med overophedning.
- Omgivelsestemperaturen for rørinstallationen har altså betydning for risikoen for Legionella, og hvor hurtigt man kan forvente at se en opformering.
  - "Synergi-effekt" om sommeren – højere temperaturer, lavere forbrug (ferie), højere risiko.



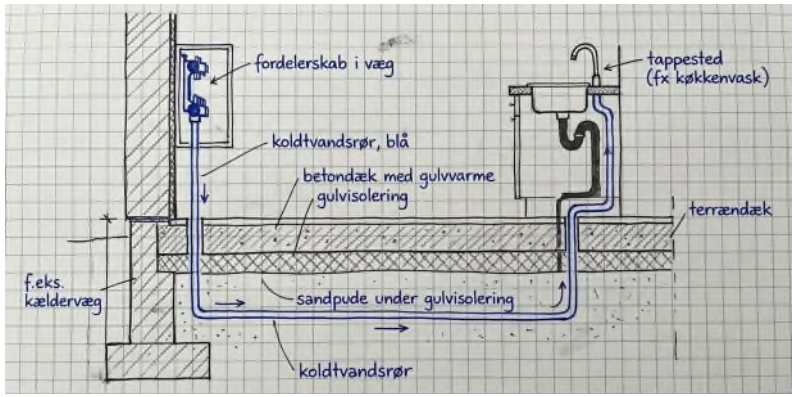






Koldtvandsinstallation

- Hvordan undgås for høj koldtvandstemperatur?
  - Føringsveje – enfamiliehuse/lejligheder - gulvvarme
  - Isolering
  - Driftsprocedure – automatisk eller manuel – særligt relevant i perioder med lav belastning.

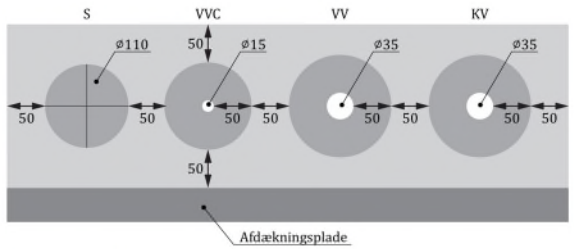






Tabel B.1 – Eksempler på rørstørrelser og isoleringstykkelser, der holder temperaturer < 24 °C ved temperaturer ≤ 23 °C uden for skakt

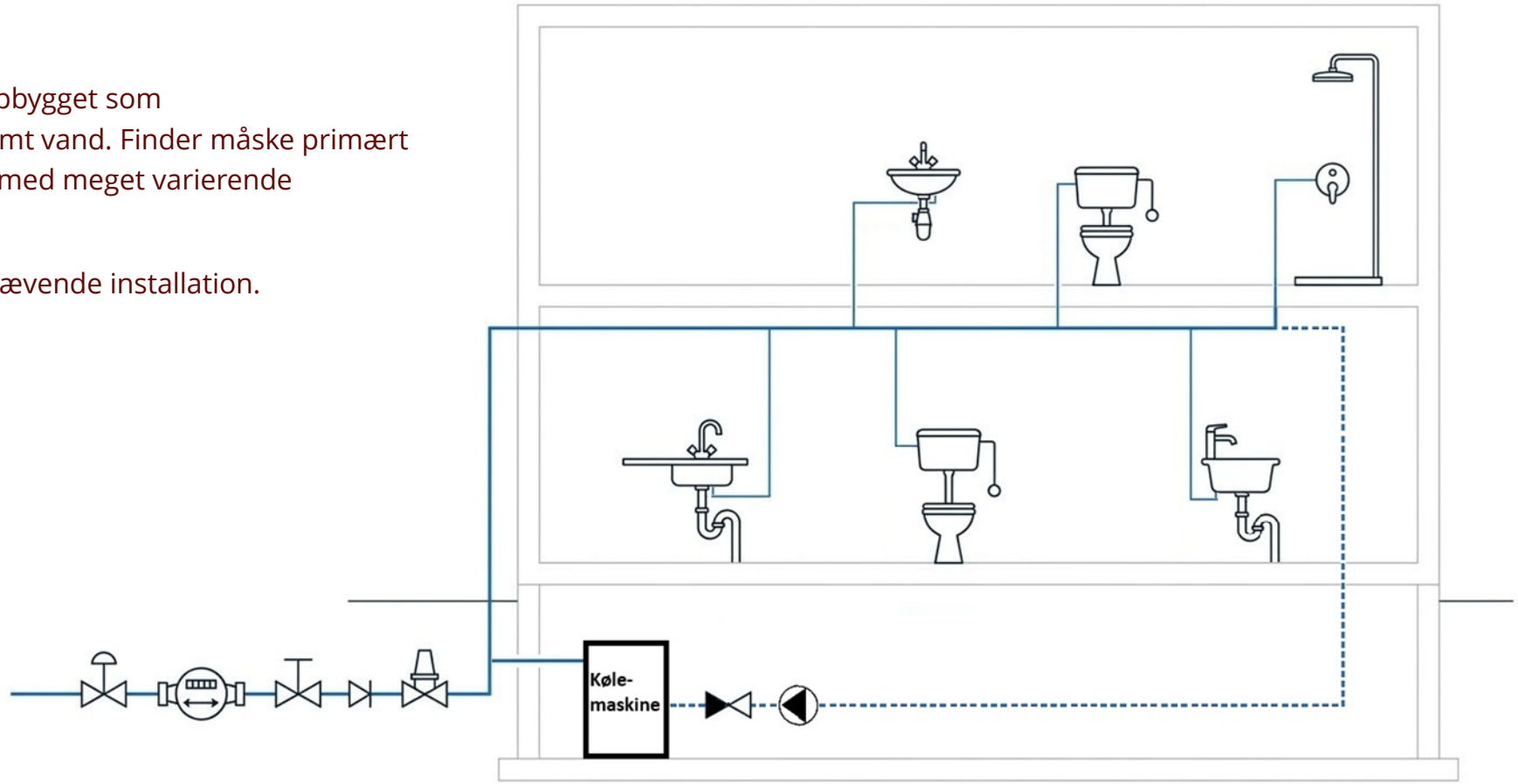
	Koldtvandstemperatur efter 8 timer (°C)				
Isoleringstykkelse (mm) (λ = 0,037 W/m,K)	10	20	40	50	60
22 mm KV/VV				23,7	23,2
22 mm samisolerende VV og VVC			23,3	23	22,5
28 mm KV/VV				22,7	22
35 mm KV/VV			22,2	21,0	20,2
42 mm KV/VV		23,7	21,8	18,6	17,8
Note: Grå celler angiver eksempler på rørstørrelser og isoleringstykkelser, der ikke holder temperaturer < 24 °C ved temperaturer ≤ 23 °C uden for skakt.					



Figur B.1 – Eksempel på 50 mm isolering af 35 mm koldtvandsledning i skakt, så temperaturen på det kolde vand ikke overstiger 23 °C

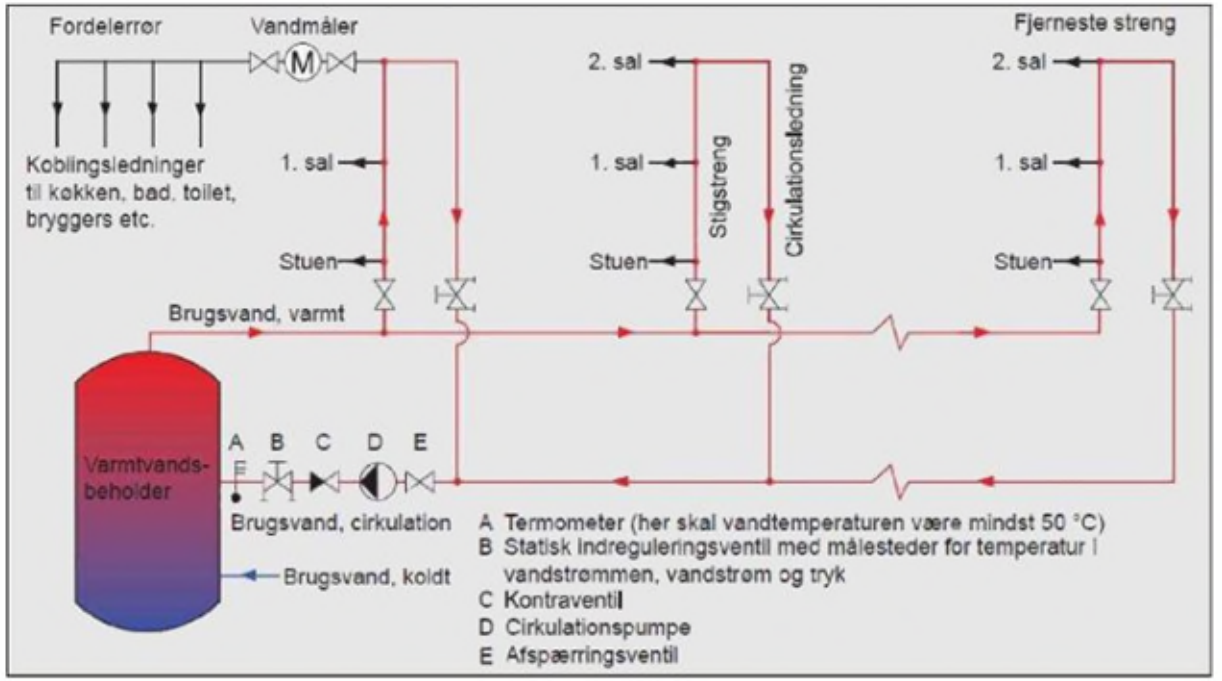
Koldtvandsinstallation

- Alternative løsninger
  - Kølesystemer – principielt opbygget som cirkulationssystemer for varmt vand. Finder måske primært anvendelse for store anlæg med meget varierende forbrugsmønster.
  - Mere komplekst og energikrævende installation.



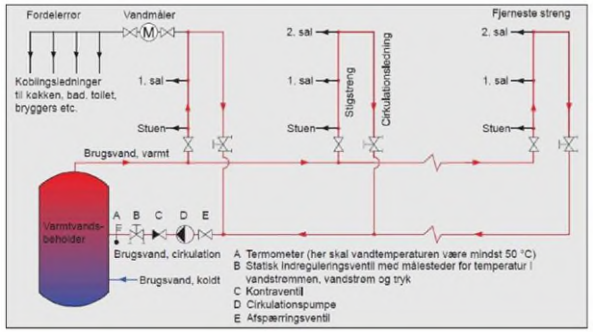
Traditionel varmtvandsinstallation

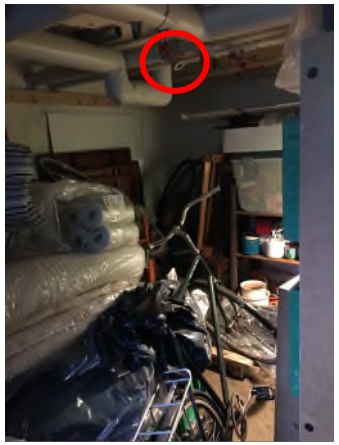
- Varmtvandsinstallation med cirkulation.
- Cirkulationsstrenge ofte udført med termostatiske indreguleringsventiler.
- Varmtvandsproduktion som enten veksler- eller beholderløsning.
- Ingen Legionella-bekæmpelsesanlæg – dog i nogle tilfælde pasteurisering ved varmtvandsproduktionen via automatik.



Traditionel varmtvandsinstallation

- Udfordringer i cirkulationssystemer udført med *termostatiske indreguleringsventiler*:
  - Ingen muligheder for sikring af et defineret flow – ventilerne er i deres natur termodynamiske.
  - Mangeårig erfaring i VVS-branchen viser, at der er et betydeligt vedligeholdelsesbehov på termostatiske indreguleringsventiler.
  - Resulterer ofte i lave flow og lave temperaturer.
  - Manglende overblik over den samlede installation, samt adgangsforhold til ventiler udfordrer vedligeholdelsen.
  - Ændringer i driftsparametre, f.eks. ved renovering af varmecentral påvirker den hydrauliske balance.





Differenstemperatur mellem forindstillingstemperatur og temperaturen på det cirkulerende vand ΔT	KV-værdi [m³/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

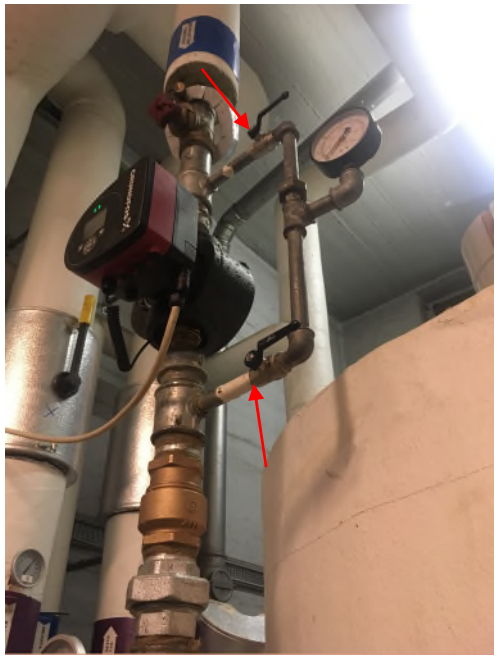
VE	P-deviation 0 K	1 K	2 K	3 K	4 K	5 K	6 K	7 K	8 K	9 K	10 K	Kvs
1			0.24									0.28
2			0.32									0.50
3			0.37									0.68
4			0.40									0.82
5			0.42									0.92
6			0.45									1.02
7			0.47									1.09
8			0.48									1.17
9			0.49									1.22
10	0.10	0.30	0.50	0.64	0.74	0.84	0.93	1.00	1.07	1.13	1.21	1.24

Tabel 1

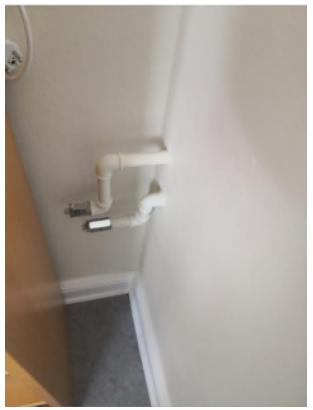
Gennemstrømningstemperatur °C	indstillet 60 °C	indstillet 55 °C	indstillet 50 °C	indstillet 45 °C	indstillet 40 °C	indstillet 35 °C	kv (m³/t)
65	60	55	50	45	40		0,000
62,5	57,5	52,5	47,5	42,5	37,5		0,238
60	55	50	45	40	35		0,427
57,5	52,5	47,5	42,5	37,5	32,5		0,632
55	50	45	40	35	30		0,795
52,5	47,5	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

Traditionel varmtvandsinstallation

- Installationsforhold der udfordrer driften:
  - Bliver installationerne bygget *"failsafe"*? Over en 50-årig periode, vil der være meget forskelligt drifts- og vedligeholdelsespersonale.
  - Driftsprocedure eksisterer ofte ikke – Service udføres primært i varmecentralen.
  - Knopskydninger på byggerier påvirker indreguleringen af varmtvandssystemer.
  - Døde ender – Max 1-1,5 x rørets diameter – i praksis betyder det, at døde ender afproppes direkte ved t-stykke/fordelerrør.
  - Sjældent brugte tappesteder – her kan det være nødvendigt med længere tapninger ved højt flow for udskylning af biofilm og hævning af (rør)temperatur.

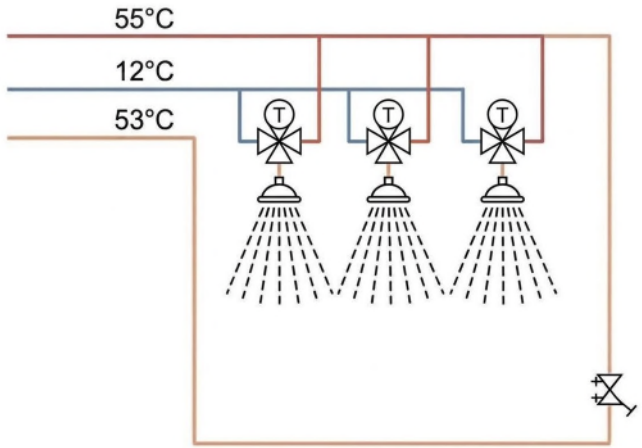






Traditionel varmtvandsinstallation

- Hvordan sikres ”den gode” traditionelle varmtvandsinstallation
  - Korrekt dimensionering af både produktionsenhed (varmtvandsbeholder/veksler) og rørinstallation.
  - Fokus på rørsystemet – **højere vandhastigheder og turbulent strømningsprofil anses generelt for at mindske risikoen for dannelse af biofilm.**
  - Valg af indreguleringsventiler, der sikrer at de ønskede driftsforhold kan overholdes – ***ønsket flow og min. 50 °C.***
  - Undgå lange stræk med forblandet ”lunkent” vand.
  - Fokus på drift og vedligeholdelse, ved placering af komponenter.
  - Sporbarhed for indstillingsværdier af ventiler, pumpe mv.
  - Udarbejdelse af drifts- og vedligeholdelsesstrategi – her kan teknologi og overvågning spille en større rolle.
    Vandinstallationer er ikke vedligeholdelsesfri.







En anden vej?

- Er den traditionelle varmtvandsinstallation altid *"den gode"*?
- Giver store komplekse rørinstallationer mening, når forbruget er lavt?
- Evt. en kombination af løsninger:
  - Traditionel løsning i område, hvor der kan være et stort varmtvandsforbrug, f.eks. baderum i sportshaller.
  - Varmt vand ved fjerntliggende tappesteder kan måske løses med lokal opvarmning i mindre beholder eller gennemstrømsvandvarmer.



18 kW



3,5 kW



30 liter VVB

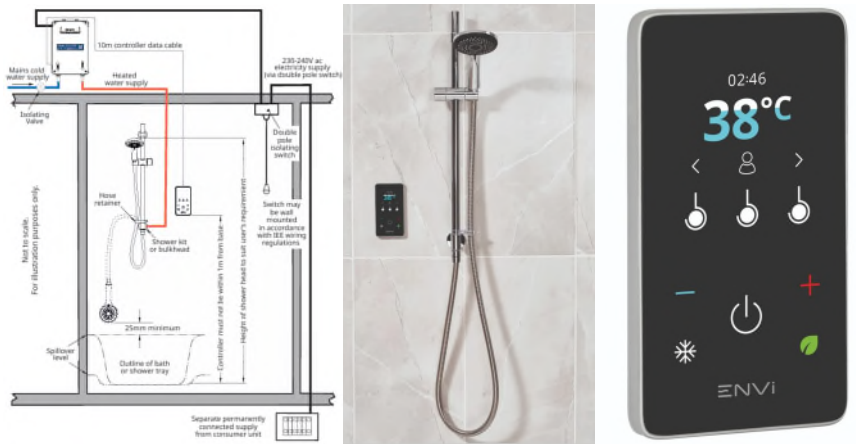
Kan vi lære noget af udlandet?

- Udlandet finder anvendelse af decentrale bruserløsninger.
- Typisk effekt: 7,5-10,5 kW.
  - Reduceret flow fra danske forhold: 0,14 l/s (17,6 kW) → 0,084 l/s (10,5 kW) → 0,06 l/s (7,5 kW)

Tabel 5 – Tapninger og tappeprogrammer for varmtvandstapsteder i helårsboliger (enkelte lejligheder, enfamiliehuse o.l.)

	Data for tapning		Enhed	Tapsted			
				Badekar	Bruser	Køkken-vask	Hånd-vask
Tapninger fra et tapsted	Mindste blandet vandstrøm	$q_{t,mv}$	l/s	0,21	0,14	0,10	0,056
	Passende temperatur (blandet vand)	T_t	°C	40	40	45	40
	Forudsat varmtvands-mængde (blandet vand)	V_t	l	125	42	15	10
	Tappetid for én tapning		s	600	300	150	180
	Tapsteds effektbehov T_c = 10 °C T_c = 5 °C		kW kW	26,3 30,6	17,6 20,6	14,7 16,8	7,0 8,2
	Tapsteds energibehov T_c = 10 °C T_c = 5 °C		kWh kWh	4,36 5,09	1,47 1,71	0,61 0,70	0,35 0,41
Tappeprogram	Antal tapninger			2	4	2	4
	Tappeinterval = tid mellem start af to tapninger		min	30	20	20	20
	Tappeperiode = tid mellem gentagelse af tapninger		h	12	12	3	6

- Lovgivningsmæssige udfordringer ift. elektriske forbindelser i vådrum samt gennemføringer i den vandbelastede zone, men også lokalplaner, servitutter, tilslutnings- og forblivelsespligt for fjernvarme mv.



10,5 kW bruser med eksternt placeret gennemstrømningsvandvarmer



10,5 kW bruser med gennemstrømningsvandvarmer placeret i brusekabine



TEKNOLOGISK INSTITUT

Tak for opmærksomheden!

Sikring af velfungerende traditionel brugsvands-installation

Stig Fernstrøm

Teknologisk Institut

Legionella-temadag 2026