



Ved Flemming Schrøder, ✉ fls@niras.dk ☎ 2119 1030

NIRAS



Vi bruger hver i sær varmt vand i sammenlagt **1 %** af døgnets 24 timer.

Resten af tiden står det ubrugt hen med stor energitab til følge.

Selv med mange mennesker i en bygning, vil benyttelsestiden være minimal.

5. April 2018

”Besparelse i ejendomme”

(energibesparelser på varmt brugsvand ved at sænke brugsvandstemperaturen og stoppe cirkulation)

Ved/Flemming Schrøder

- **Energiforbrug til varmt brugsvand i Danmark**
- **Forbrug og tab**
- **Energitalb fra installationer**
- **Besparelse ved sænkning af temperatur**
- **Besparelse ved stop af cirkulation**
- **Spørgsmål**



Det vedrører os alle

Vi bruger varmt vand:

- I vores eget hjem
- på jobbet
- til sport
- på rejser

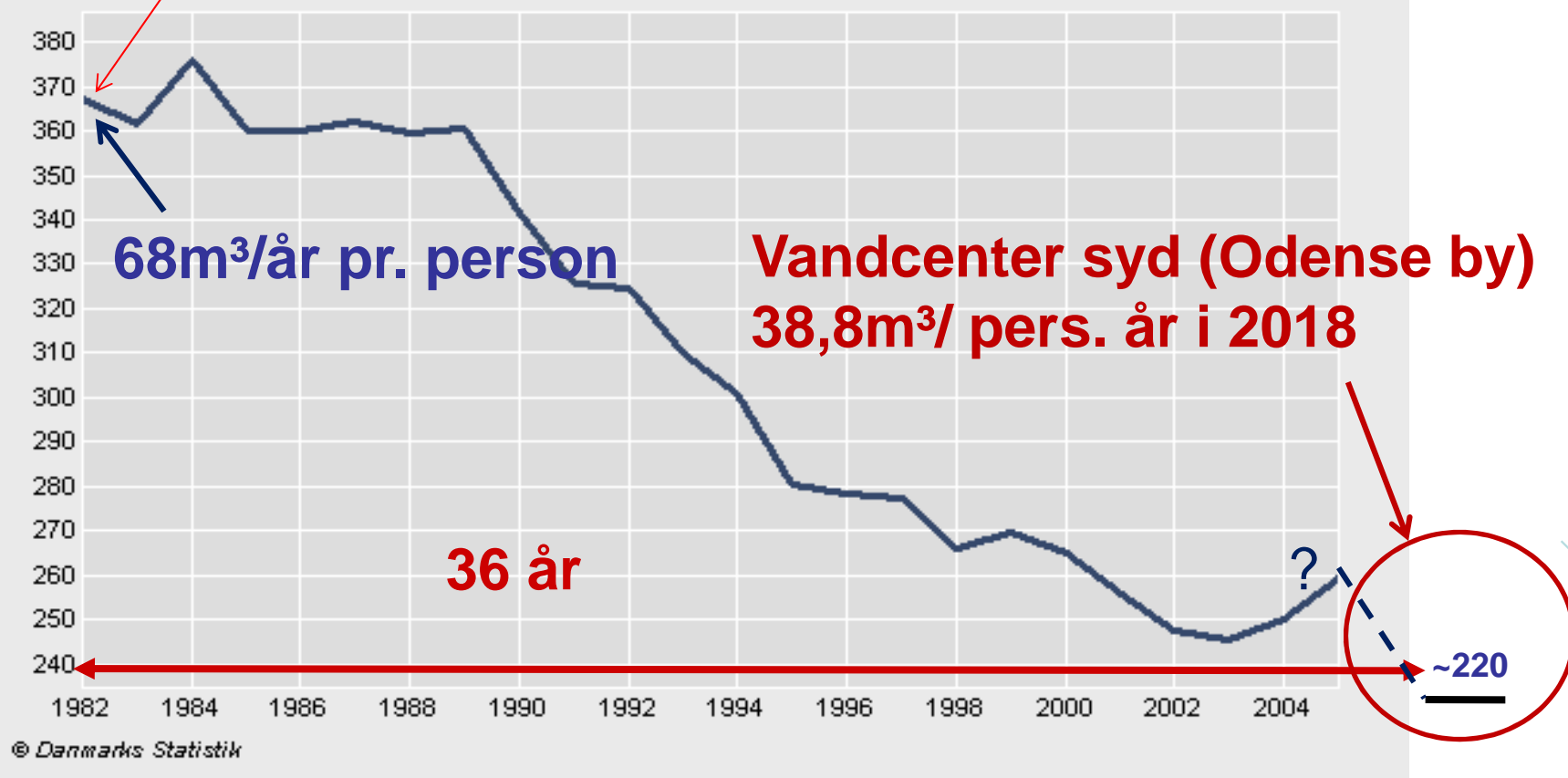


Fra Statistisk Årbog i 2009, Udvikling i vandforbrug til husholdning:

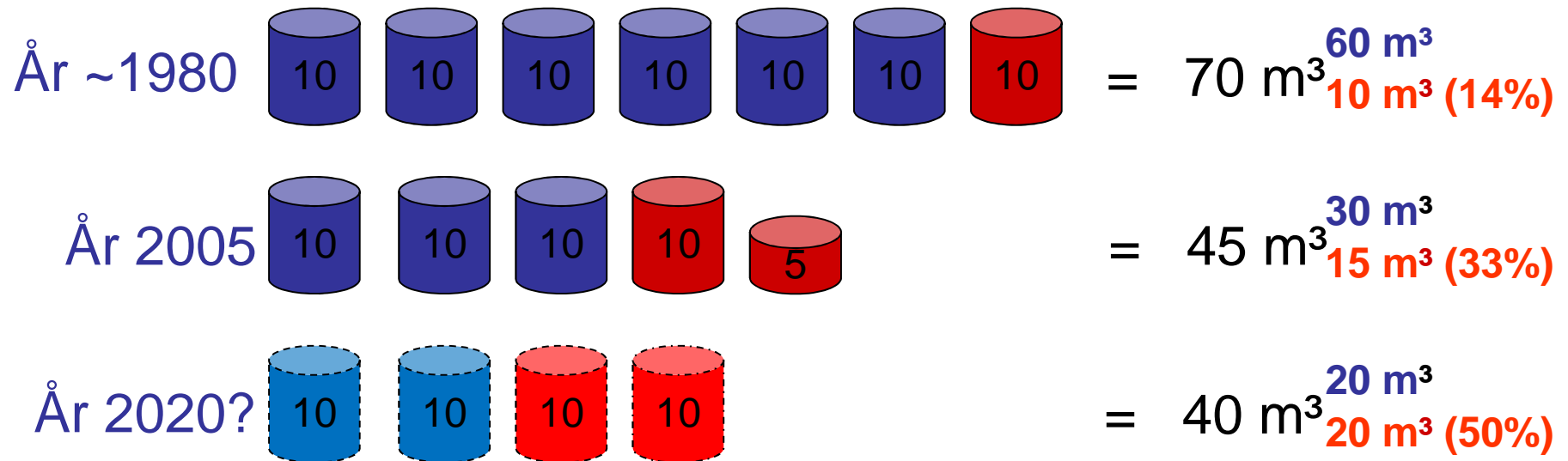
5,5mio. x 68 = 370mio. m³

Forbruget af drikke- og råvand
efter tid.

Vandværksvand, husholdninger, Hele landet. (Mio. Kubikmeter (Mio. m³))



Andel til varmt vand:



Fald i koldtvandsforbrug pga:
Tætte rør, mindre skyl i WC,
stigende afgift, måling,
alm. miljøhensyn 😊

Stigning i varmtvandsforbrug:
"Aldrig har så mange
taget så megen bad" 😊

LUKSUSFÆLDEN

- vi ved ikke at vi allerede er fanget i fælden !

Brugeren:

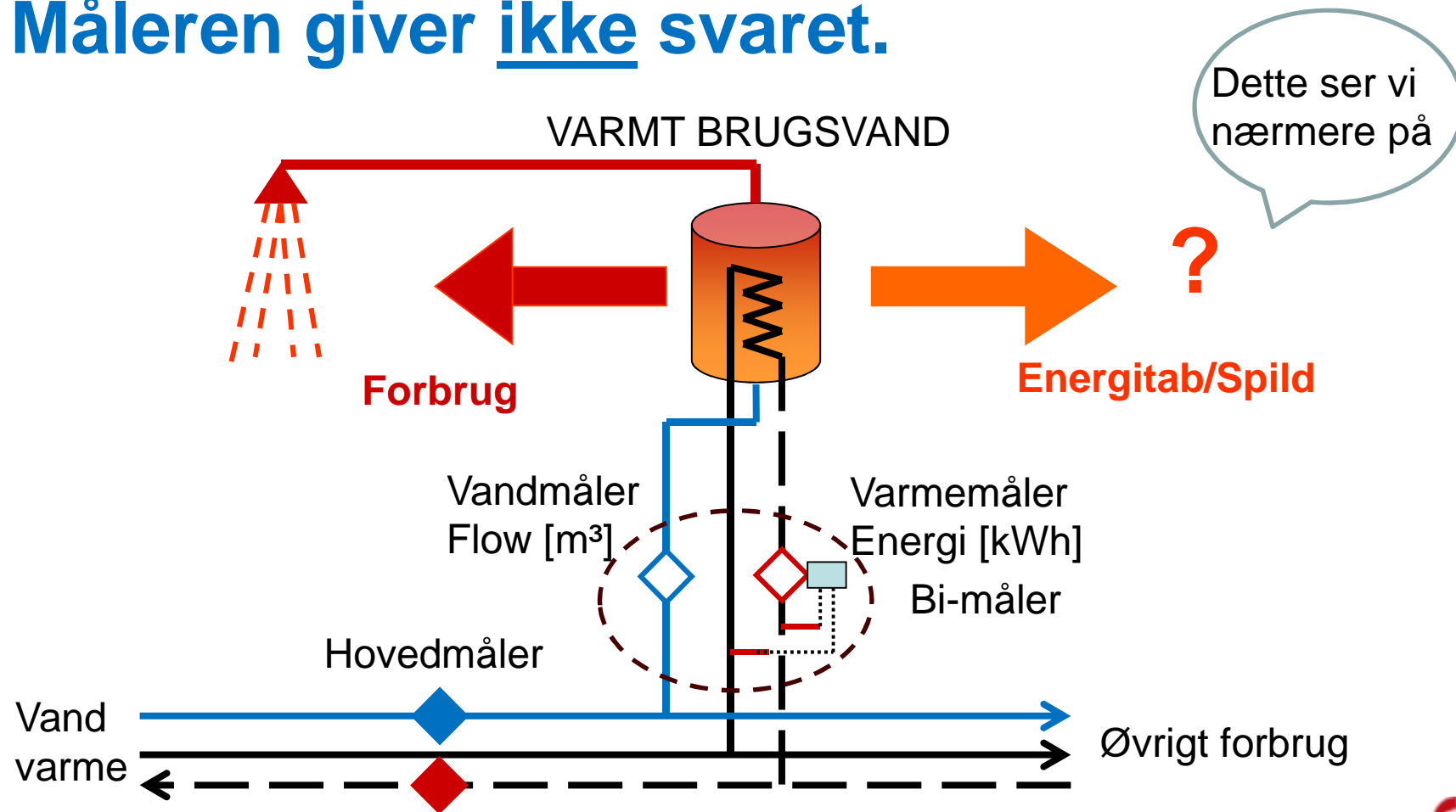
har selv ansvaret for det der kommer ud af hanen, valg af armaturer
Dvs. energiforbrug i fm. **Flow**



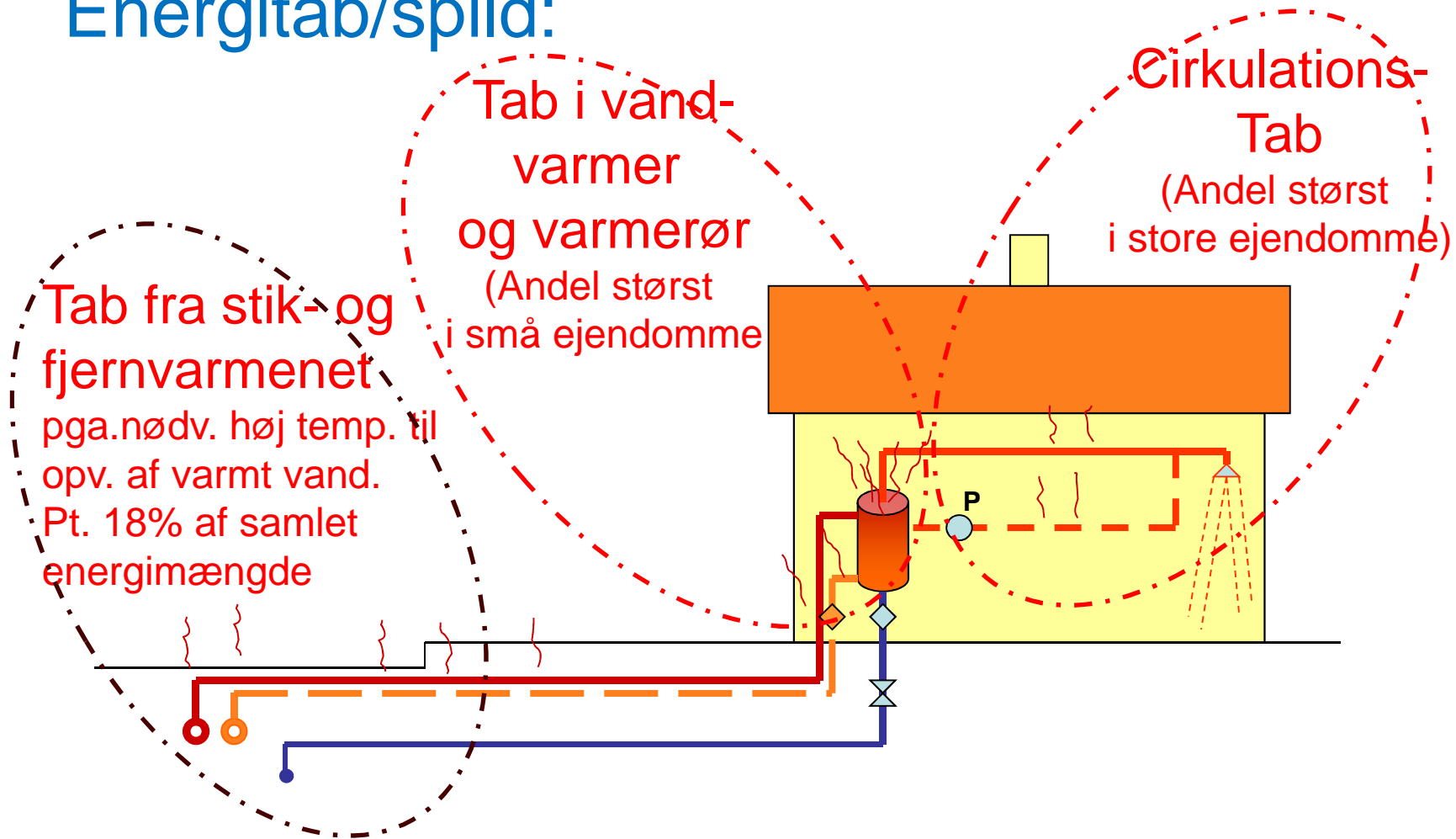
Ingeniør/ installatør:

har ansvaret for vandtemperatur, energitab og vandkvalitet.
Dvs. energitab i fm. **Systemdesign**

Hvor meget energi går der til forbrug ? Hvor meget energi går der til tab ? Måleren giver ikke svaret.



Energitalb/spild:



Citater:

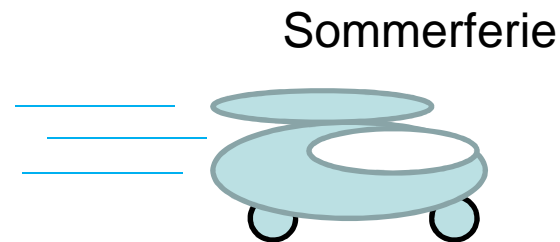
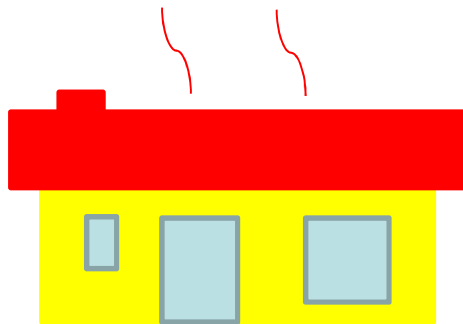
”Energiforbrug til varmt brugsvand er størst i den periode vi **ikke benytter det”**

F. Schrøder, kronik i INGENIØREN ”Energispild for milliarder”

Metode til måling af energitab fra varmtvandsinstallation når i tager på ferie i
- uden at have separat målere på installationen:

Sommerluk.dk

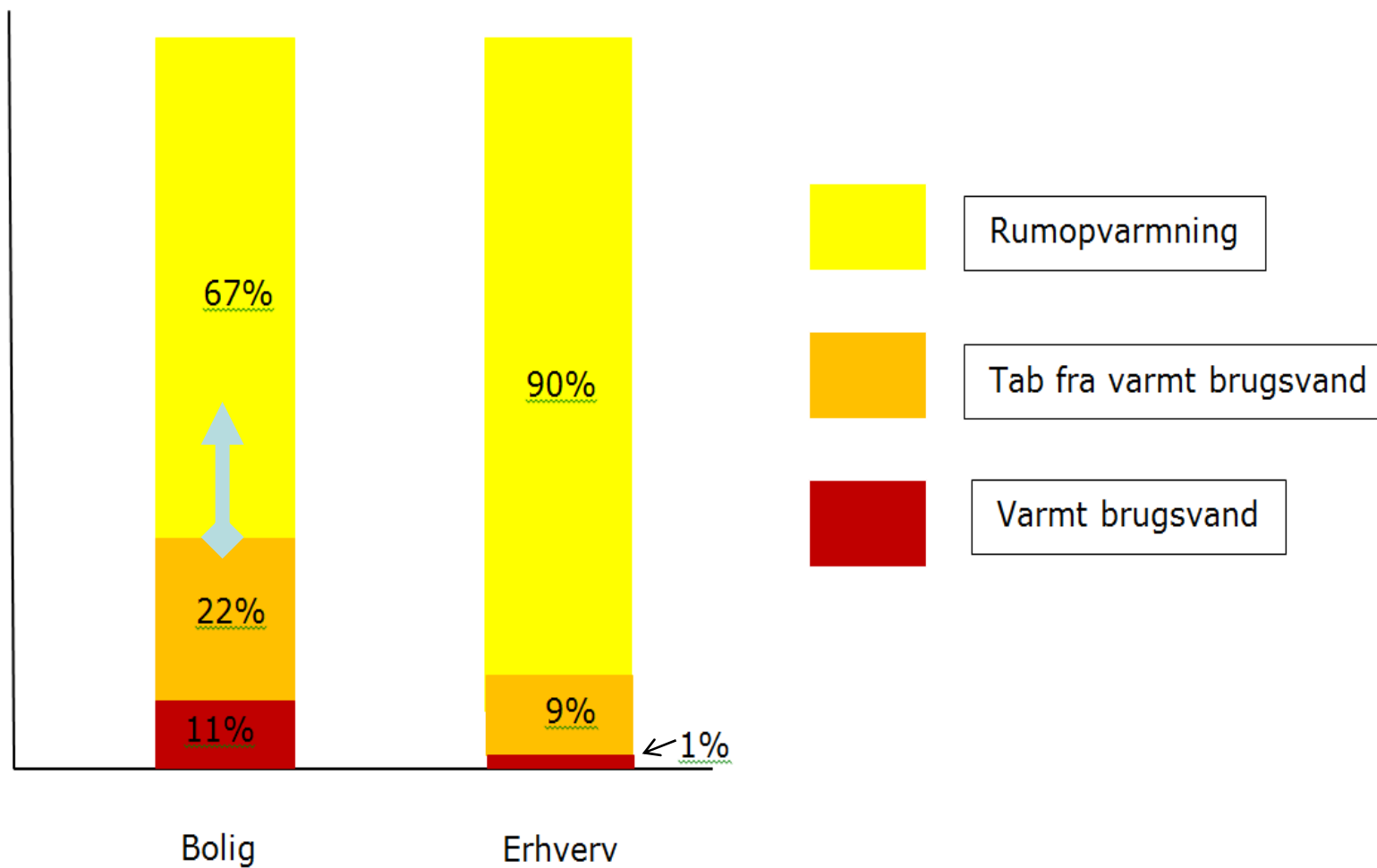
Kampagne i sommeren 2014 (primært for boliger)



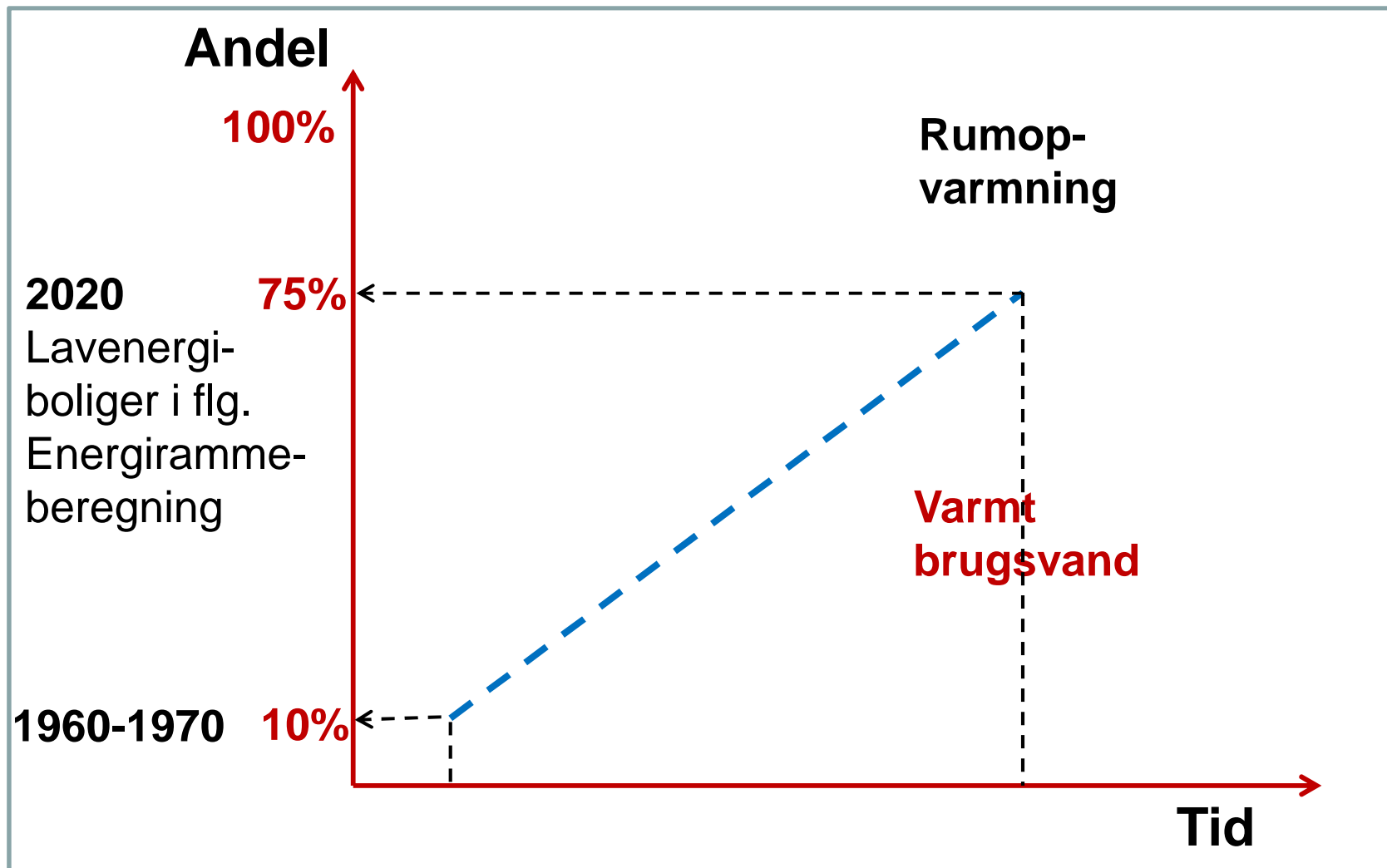
1. Vær sikker på der er lukket for gulvvarme og radiatorer, ÷ varmt vand.
2. Aflæs varmemåler, noter målerstand kWh/GJ, Flow dato og klokkeslet.
3. Når I kommer hjem gør I det samme.

I kan nu beregne energitabet og flow pr. dag eller time for perioden - og omsætte dette til et helt års energitab. I bliver overrasket over hvor stort tabet er og hvor dårligt afkølingen har været.

Typisk fordeling af varmebehov i bygninger



Andel af energi til varmt brugsvand ift. rumopvarmning



Hvad kan vi gøre for at reducere tabet?

- **Erkende det er så stort** (*Der mangler viden og interesse*)
- **Lovgivning** (*Ingen specifik energikrav til system-effektivitet p.t.*)
- **Mere isolering?** (Nye krav i 2014, 6 inkl., isol. bæringer)
- **Færre meter rør, undgå cirkulation, decentral vandvarmere**
- **Kun cirkulation når der er behov** (*uht. funktion og vandkvalitet*)
- **Lavere varmtvandstemperatur** (*uht. funktion og vandkvalitet*)
- ?

Citater:

”Den mest energieffektive måde at varme brugsvand op på, er ved at opvarme det **lige før og lige der hvor det skal benyttes”**

Tilføjelse: - og kun til den nødvendige temperatur,

Men gør eller kan vi det?

F. Schrøder, kronik i INGENIØREN ”Energispild for milliarder”

SBi rapport 2009:10 "Varmt brugsvand, Måling af forbrug og varmetab i cirkulationssystemer" i:



(Kan hentes gratis på nettet)

Boligblokke, kontorejendomme, parcelhuse, hospitaler, skoler

Eksempler:

Tab fra ledninger:

Skoler 4,5* – 32,6 W/m

Kontor 9,3 – 17,7 W/m

Boligejendomme 6,0* – 21,4W/m

***) Manglende cirkulation**

Nyttevirkning:

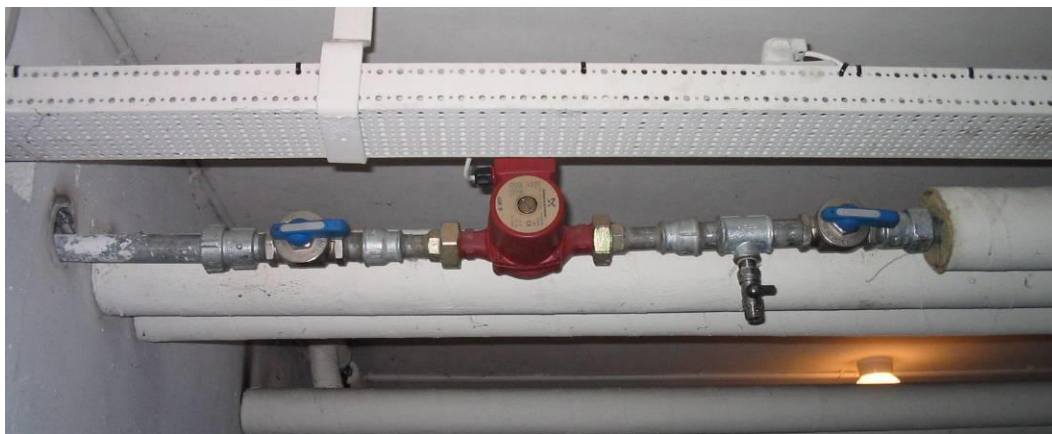
Skoler 0,08 – 0,46

Kontor 0,11 - 0,32

Boligblokke 0,30-0,77**

*****) Elforbrug til el-tracing ikke medregnet**

Meget tyder på at resultaterne ligger i den pæne "ende".
Der findes anlæg med væsentlig større tab.



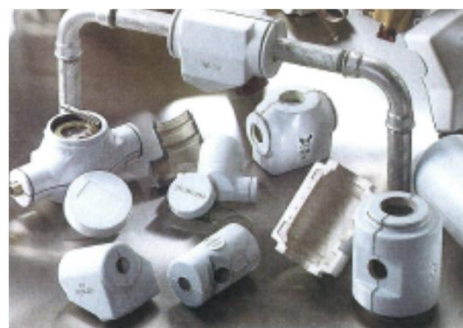
Kældergang etageejendom før renovering: Ældre pumpe 45W
~ 1m uisol. rør. Ny pumpe 7W
~ 1m isol. rør
Kampagne i TV for skift af pumper!!!
Hvad med de 1000m rør ?



Velisol. rør



Bolig fra 1970, uisol. rør



Hele systemet skal isoleres.!!!



4 varme lodrette rør
udsugning i loft

Toilet i indkøbscenter
Fra 1985, uisol. rør

Eksempler på årligt energi tab fra 1m rør

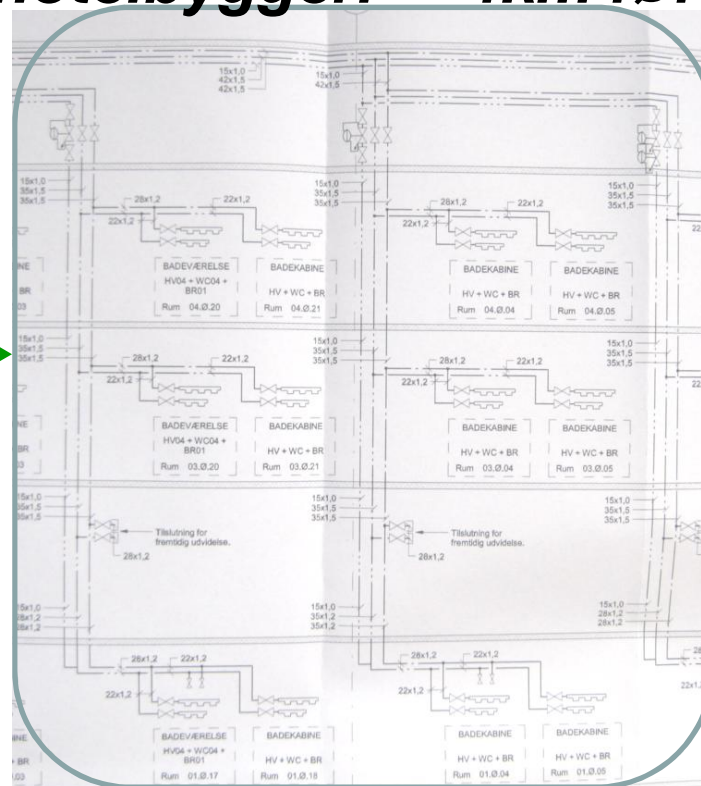
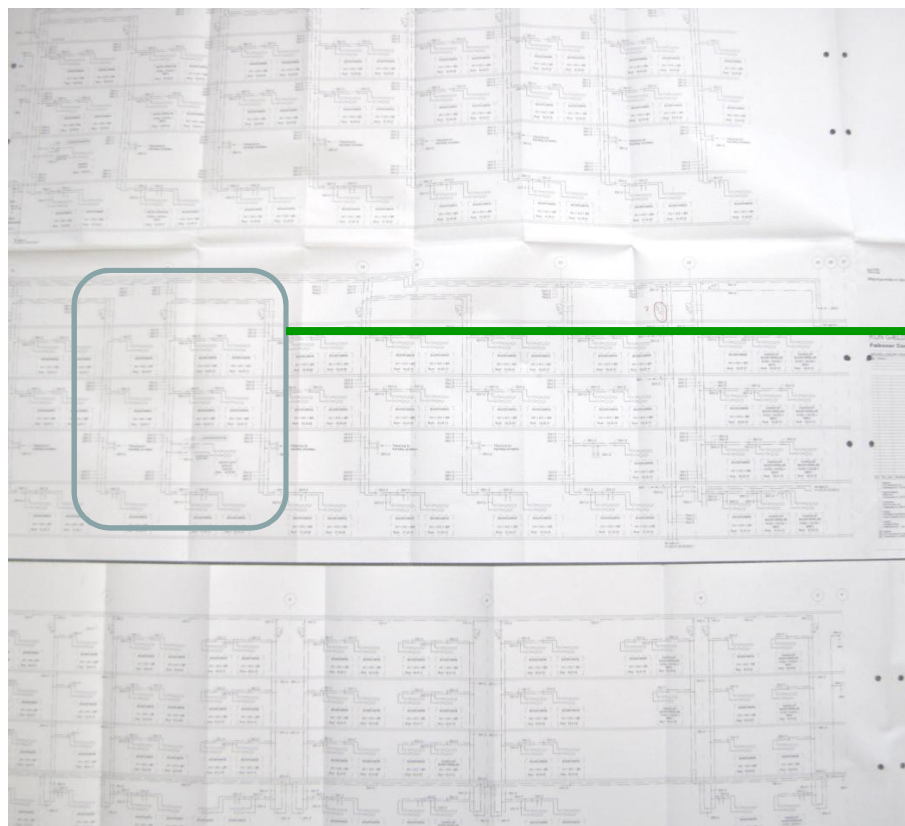
Konstant cirkulation 55/50°C

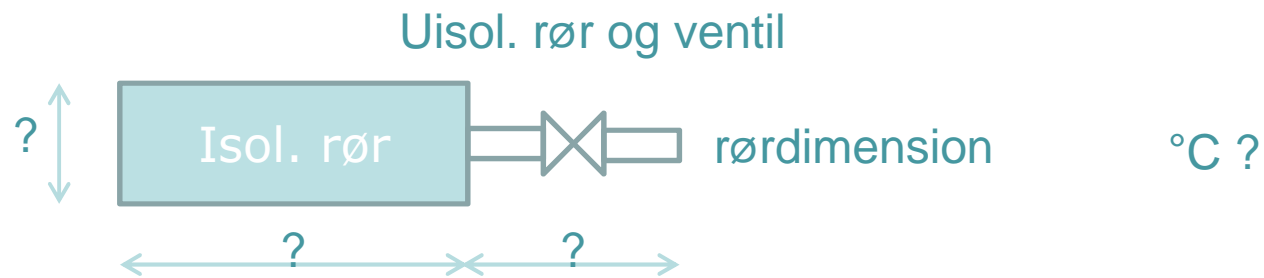
år	% isol.	Tab, W/m	1år, kW/m
2015 →	100	5 - 7	~53
2015 →	99 (~10x større)	5,5 - 7,6	~57
2000 →	100	8 - 10	~79
2000 →	99 (8x)	8,6 - 10,7	~85
1980 →	100	11 - 13	~105
1980 →	95 (8x)	14,9 - 17,6	~142
1965 →	100	12 - 15	~118
1965 →	80 (5x)	23,6 - 27,0	~213



**Der er mange KM varmtvandsrør
i vores bygninger, der konstant
afgiver varme –
også om sommeren.**

**Eksempel på rørdiagram fra
kontor/hotelbyggeri ~ 4km rør**



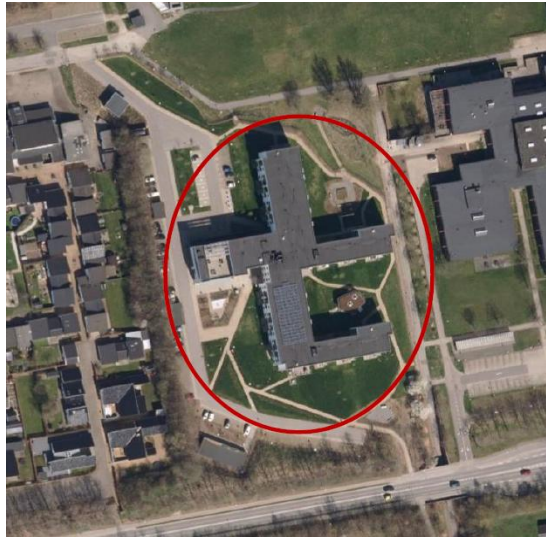


Hvad har betydning for energitabet fra varmtvandssystemet?:

- Den samlede rørlængde med cirkulation
- % isoleret rørsystem
- Isoleringsevnen - tykkelse, bæringer, afslutning m.v.
- Rørdimension
- Omgivelsestemperatur, opv. rum/uopv. rum/skakte/jord
- Vandtemperatur
- Driftstid
- Vandvarmer, størrelse, isolering, temp osv.
- Ventiler, antal, isolering

Gennemregnede eksempler på energibesparelse ved at sænke varmtvandstemperatur

Pleje-center fra 2014



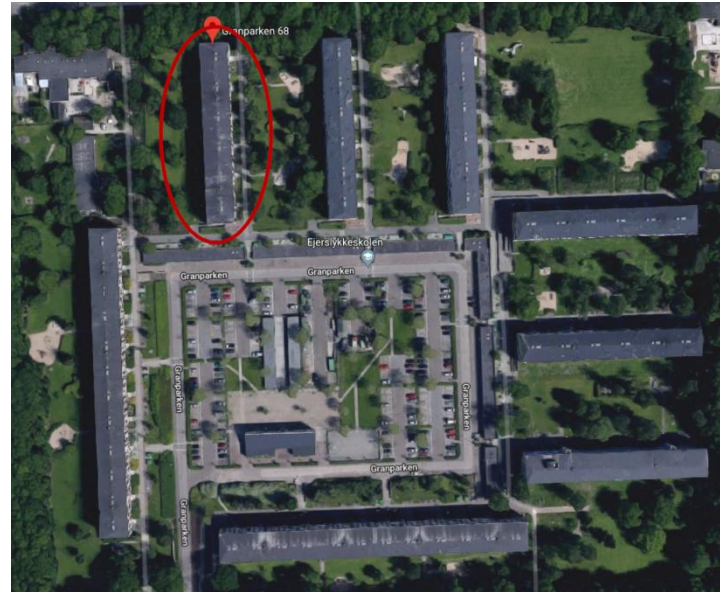
Skole fra 2010



Kontor hus fra 1960



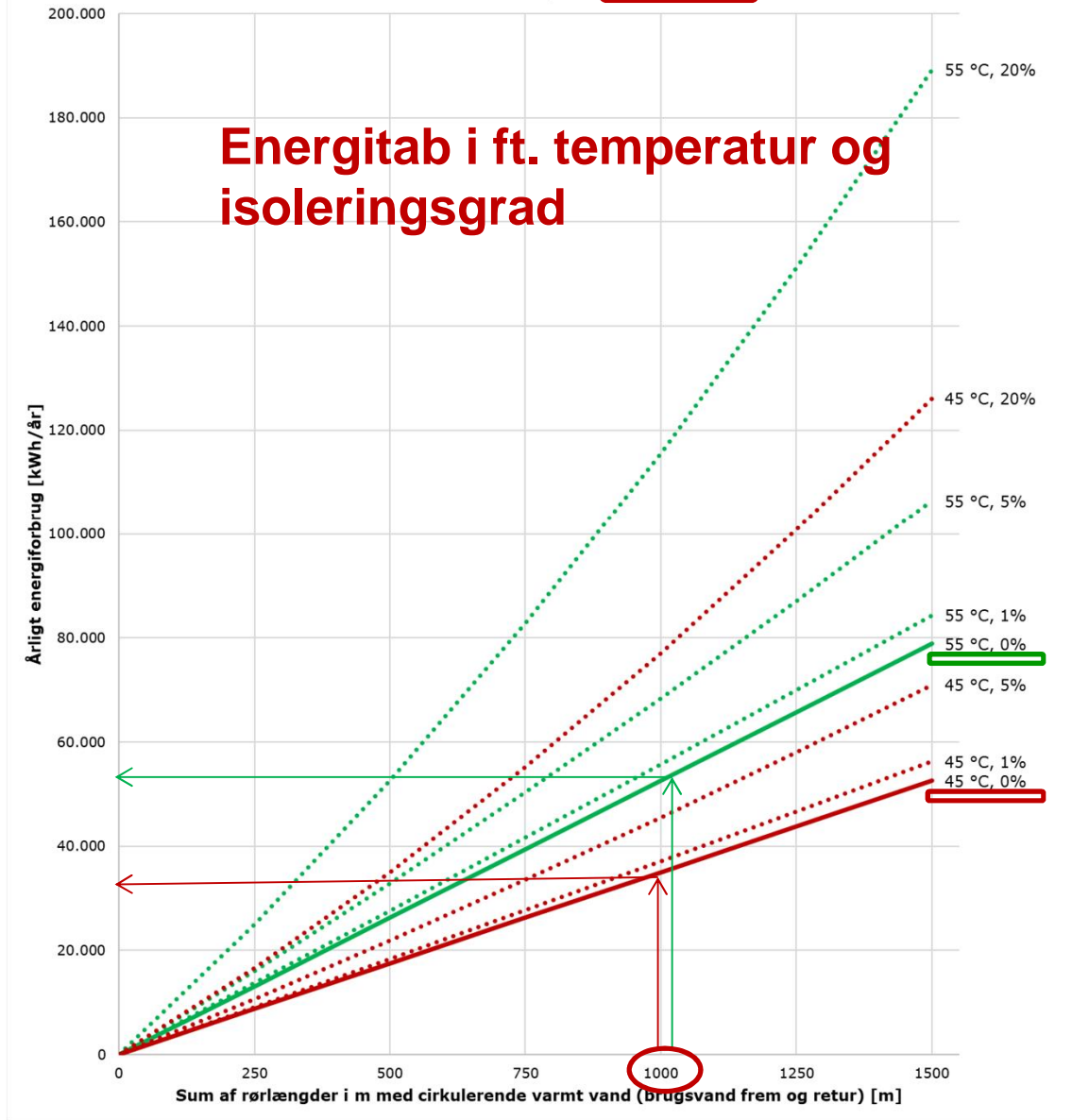
Etageejendom 1970



Etableres DCW-anlæg vil der være muligt at reducere energitabet ved at:

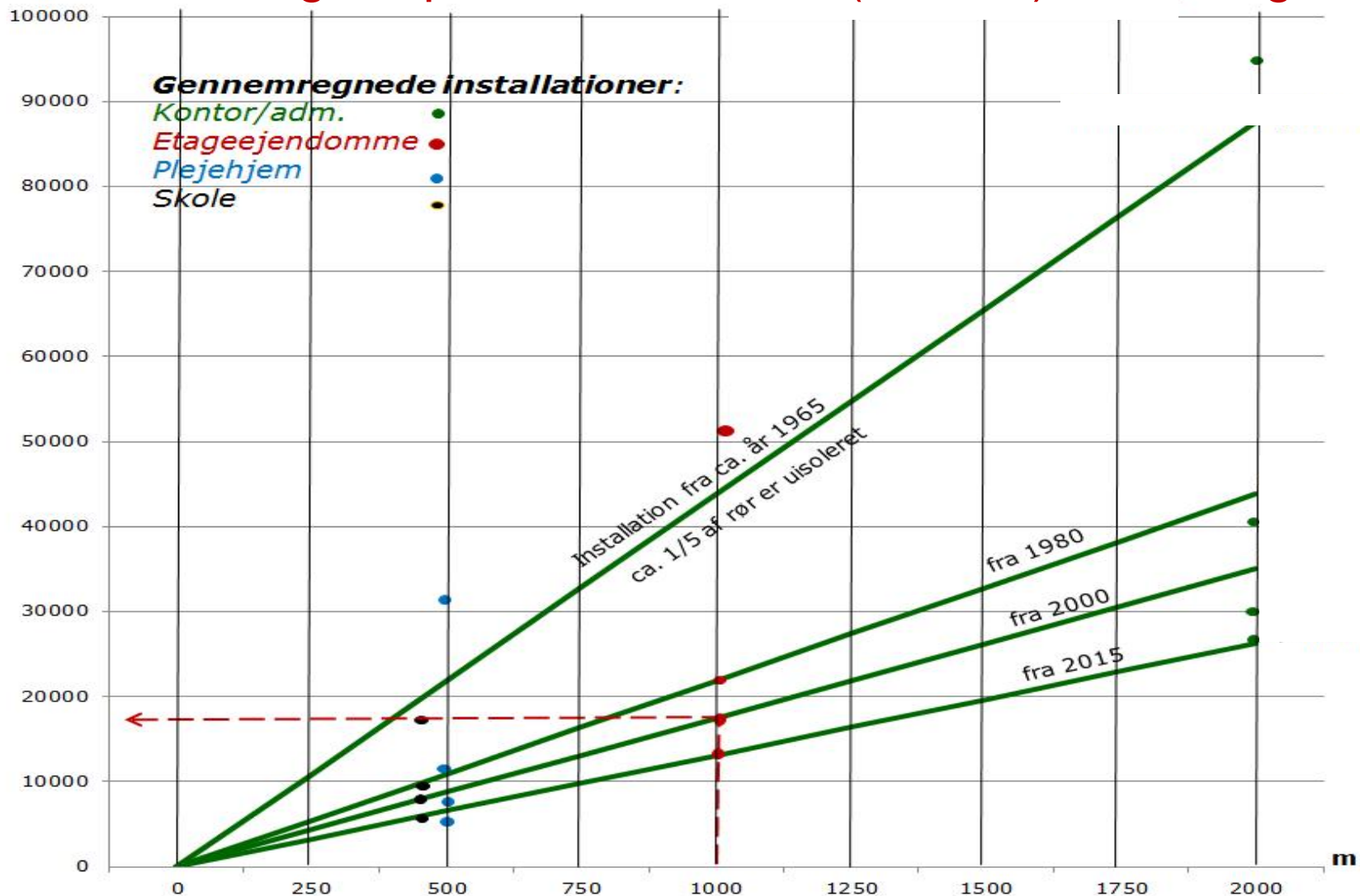
- Sænke varmtvandstemperaturen
(og dermed reducere tab fra systemet ~33%)
- Stoppe cirkulation
(jo længere tid af gangen jo større reduktion af tab, 6t/døgn ~ 6%, og 12t/døgn ~15%)
- Både sænke temperatur og stoppe cirkulation (~ 40%)

DCW - Årligt energitab med fokus på procentdel uisolerede rør - **År 2000**



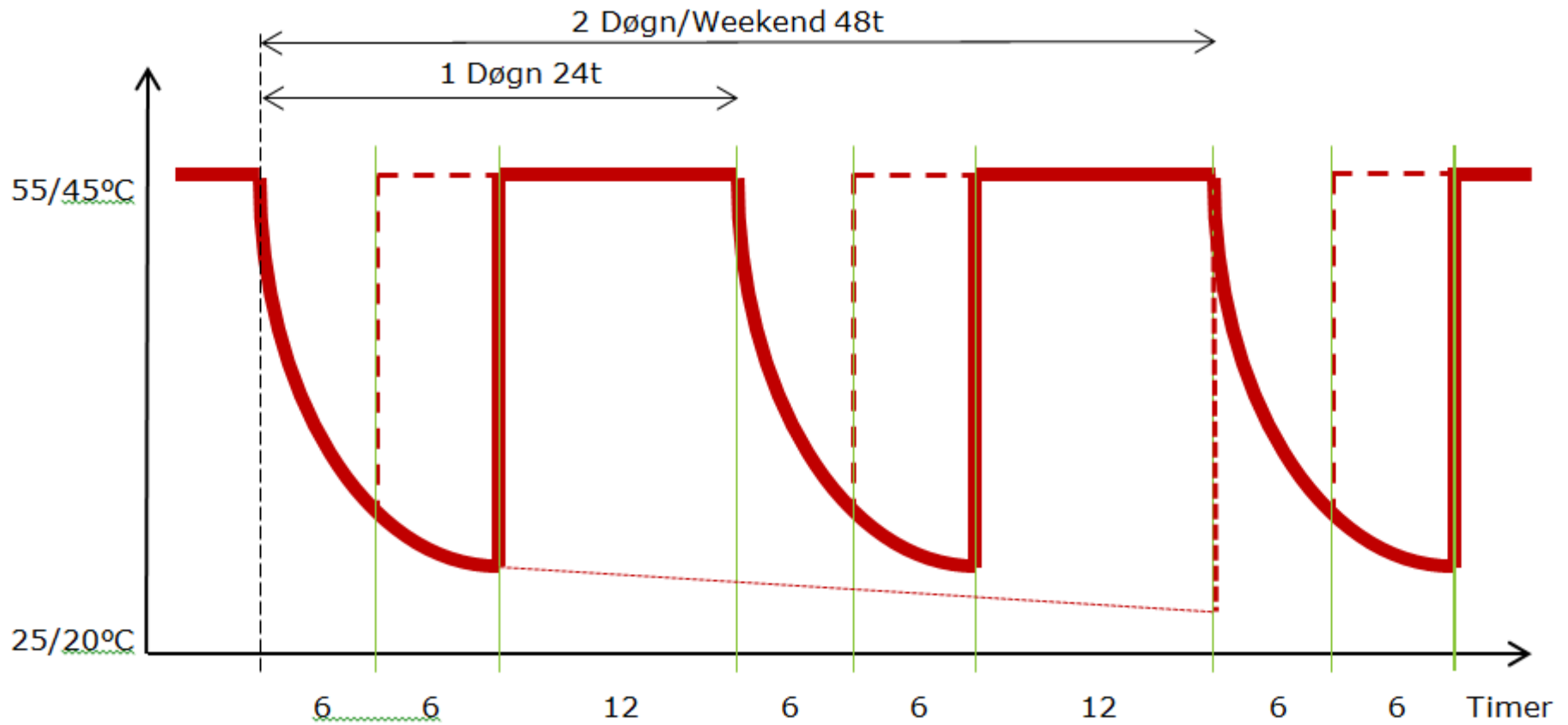
25 % af tabet der bidrager til rumvarme er fratrukket

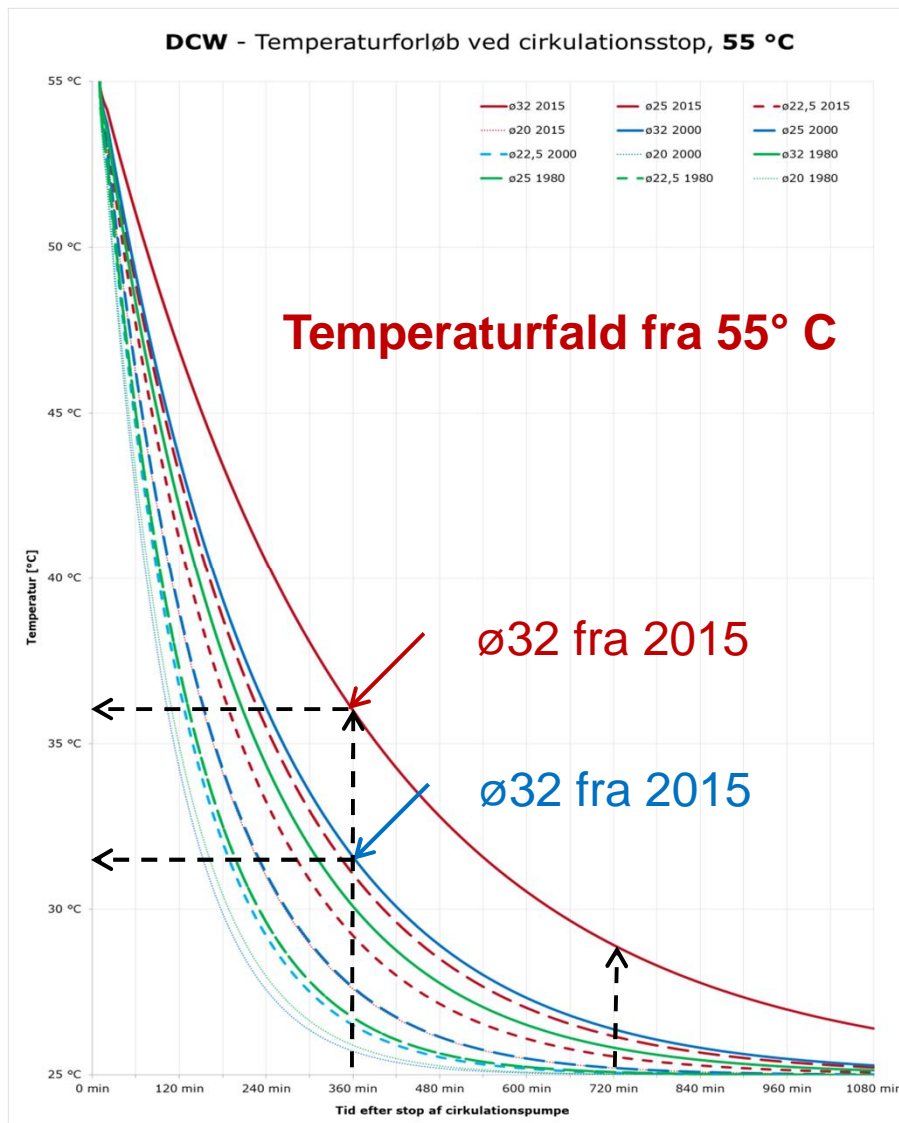
kWh/år Energibesparelse ved 10°C (55→45) sænkning



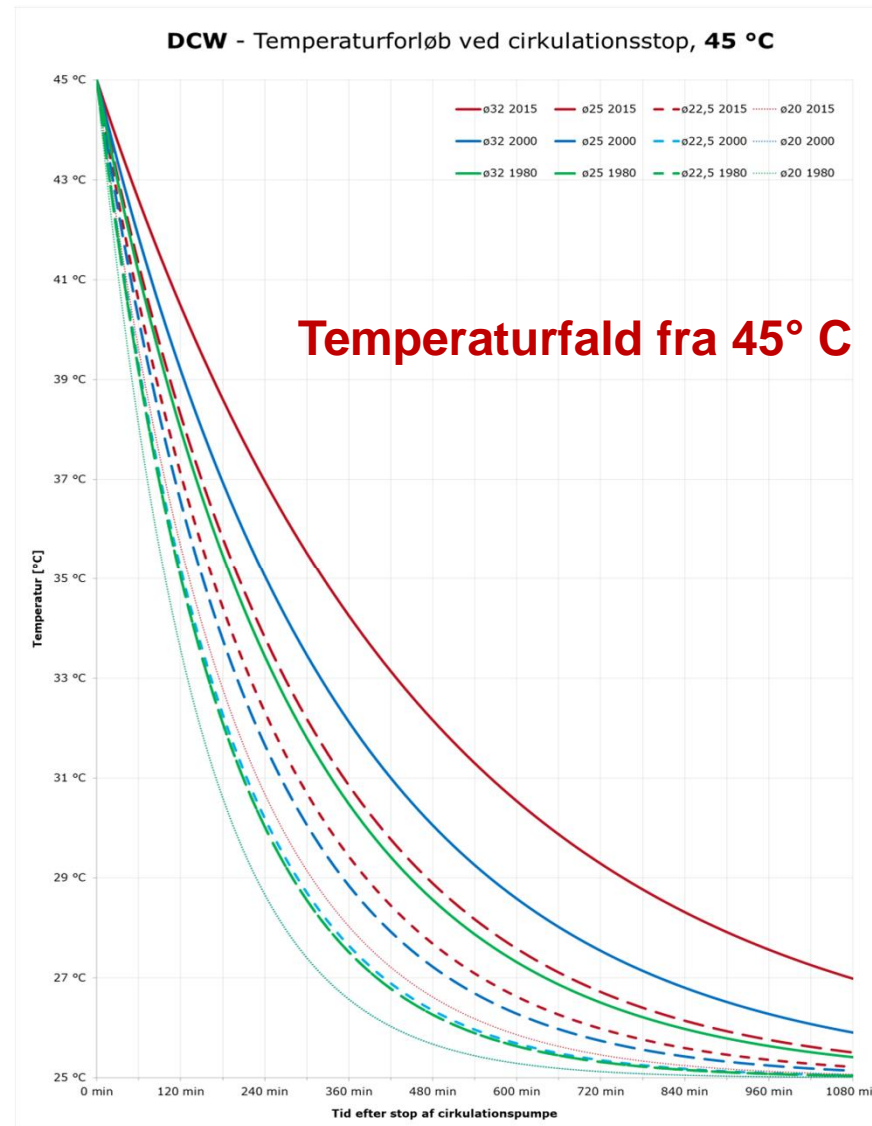
Sum af rørlængder i m med cirkulerende varmt vand (brugsvand frem og retur)

Temperaturfald på varmtvandssystemet (vand + rør) Ved stop af cirkulation



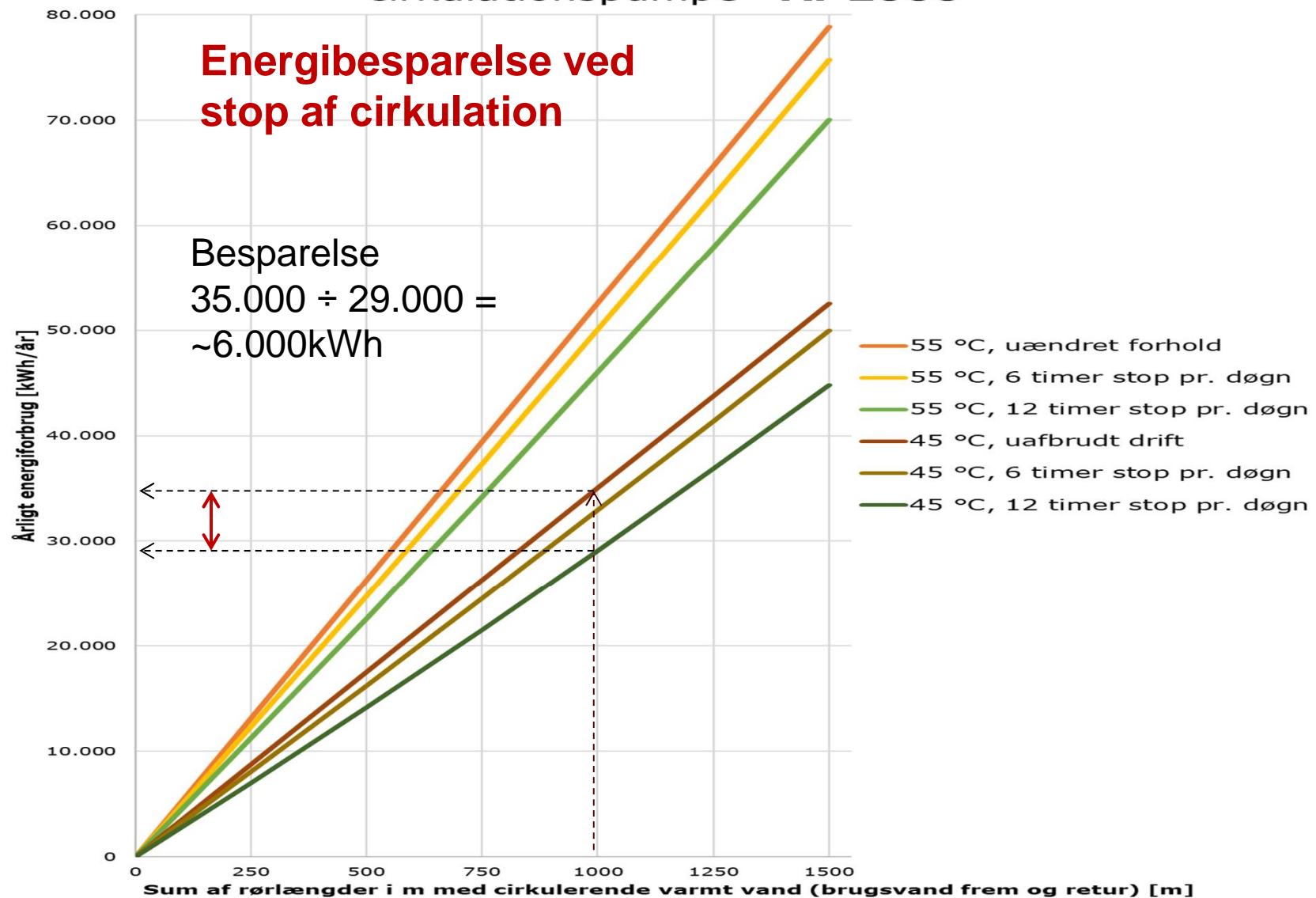


6 timer 12 timer



Temperaturfald fra 45° C

DCW - Årligt energiforbrug med fokus på stop af cirkulationspumpe - År 2000



I

Danish Clean Water A/S

Energibesparelse ved sænkning af varmtvandstemperaturen

Vejledning

Version 1.0

Flemming Schrøder

0.0	Indhold	Side
1.0	Indledning	3
2.0	Energiforbrug til varmt brugsvand i Danmark	4
	2.1 Varmetabets størrelse	4
	2.2 Afkøling af vand fra varmforsyning	5
	2.3 Ingen besparelse på forbrug	5
	2.4 Isolering af rør og vandvarmere	5
	2.5 Driftstid og varmtvandssystemer	6
3.0	Primær besparelse	7
	3.1 Energibesparelse	7
	3.2 Økonomisk besparelse	7
4.0	Sekundær besparelse	8
	4.1 Lavere returtemperatur	8
	4.2 Driftsbesparelser	8
	4.3 El-besparelse på cirkulationspumpe	8
5.0	Forudsætninger	9
	5.1 Standarder m.v.	9
	5.2 Supplerende forudsætninger	9
6.0	Beregning og vurdering af energibesparelse	10
	6.1 Nøje "hånd"-beregning – bilag A	10
	6.2 Overslagsberegning – Bilag B	10
Bilag:	Bilag A, beregningseksempler	
	Del I , Etageejendom fra 2015, 2000, 1980 og 1965. "Hånd"-beregning af årlig energibesparelse med DCW-anlæg, sammenlignet med Varmepumpe og el-patron.	3
	Del II , Resultat fra regneark: Energibesparelse på Etageejendom, Plejehjem, Skole, Rækkehuse og kontorbygning.	11
	Del III , Hjælpekema til "håndberegning"	12
	Bilag B, diagrammer	
	Årlig besparelse afhængig af rørlængder, alder på anlæg og periode for stop af pumpe.	10 sider
	Bilag C, tabelværdier	
	Tab fra vandvarmere og rør m.v. fra DS, Håndbog for Energikonsulenter, SBI, Rockwool m.fl.	14 sider

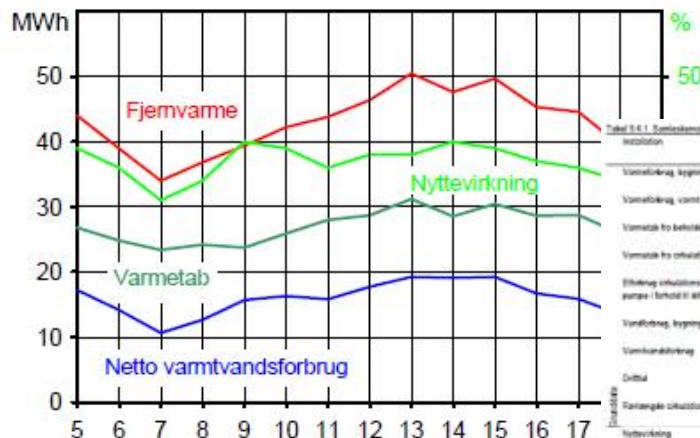
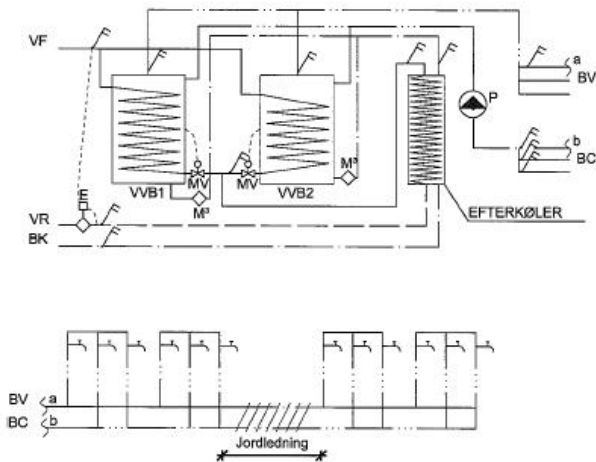
Beregningsmodel

DCW - Energibesparelse	
Denne beregningsmodel kan anvendes til overslagsberegning på energibesparelse ved etablering af DCW-anlæg ved sænkning af varmtvandstemperatur 10 ° C fra 55 ° C til 45 ° C, samt ved stop af cirkulation i perioder af døgnet hvor der ikke er varmtvandsforbrug, for anlæg med 45° C og 55° C.	
Information	
55 eller 45° C	
55 ° C	Vælges 55° C regnes der med 55° C som varmtvandstemperatur i fremløb, dvs. ingen besparelse ved sænkning af varmtvandstemperaturen, men kun ved stop af cirkulation Vælges 45° C der regnes med 45° C som varmtvandstemperatur i fremløb, dvs. besparelse ved mindre energitab fra rør.
Rørlængde	
1000 m rør	Rørlængde i meter, for den samlede rørlængde hvor der er cirkulation. (Frem og retur). Maksimalt 1500m. Bestemmelse af afstand fra vandvarmer og frem til fjerneste afgrening hvorfra der er cirkulation og tilbage igen til vandvarmer. Hvis der er flere kredse skal de medregnes. Mål evt. på tegning.
Uisolerede rør	
1 %	Vurdering af hvor stor en andel af varmtvandsrør med cirkulation der ikke er isoleret. F. eks. fritliggende eller stående rør i bad eller køkken m.v. Ved 20% skrives 20. Hvis alle rør med cirkulation er isoleret skrives 0 (nul)
Udførelsesår	
1980	Bestem årstal for udførelse af installation, f. eks. 1985
Stop for cirkulation	
6 t/døgn	Gennemsnit af timer i døgnet hvor cirkulation kan stoppes. Ved stop af cirkulationspumpe via ur. F. eks. kl. 24.00 - 6.00 ~ 6 t/døgn. Kan cirkulationen ikke stoppes, vælges blot 0 t/døgn. Valgmuligheder: 0, 3, 6, 9, 12, 15 eller 18 t/døgn
Energipris	
0 kr./kWh	Pris på energi. Angiv kWh pris. Eksempel olie: 1,00 kr./kWh, Fjernvarme lav pris 0,50 kr./kWh.
Samlet besparelse	
Årlig energibesparelse	
3.551 kWh/år	
Årlig besparelse	
0 kr./år	

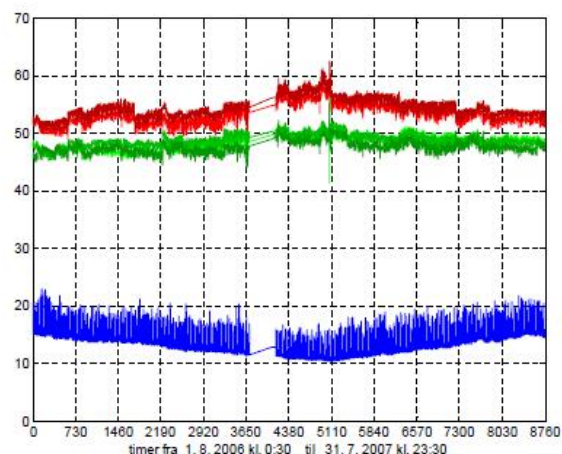


Spørgsmål ?

Eksempel fra rapport:



Måned maj 2006 - juli 2007

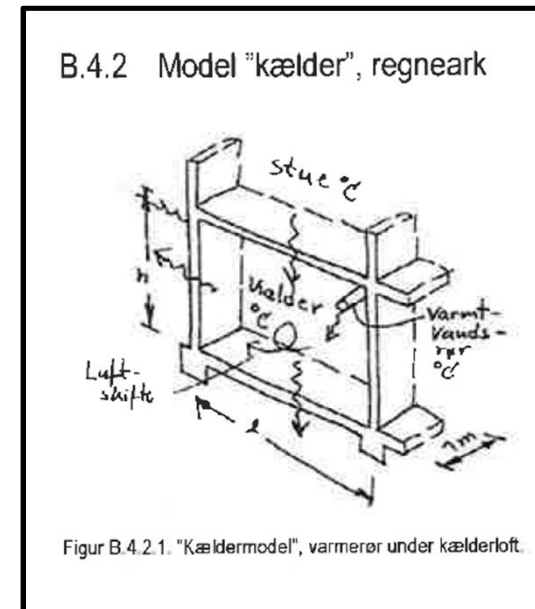
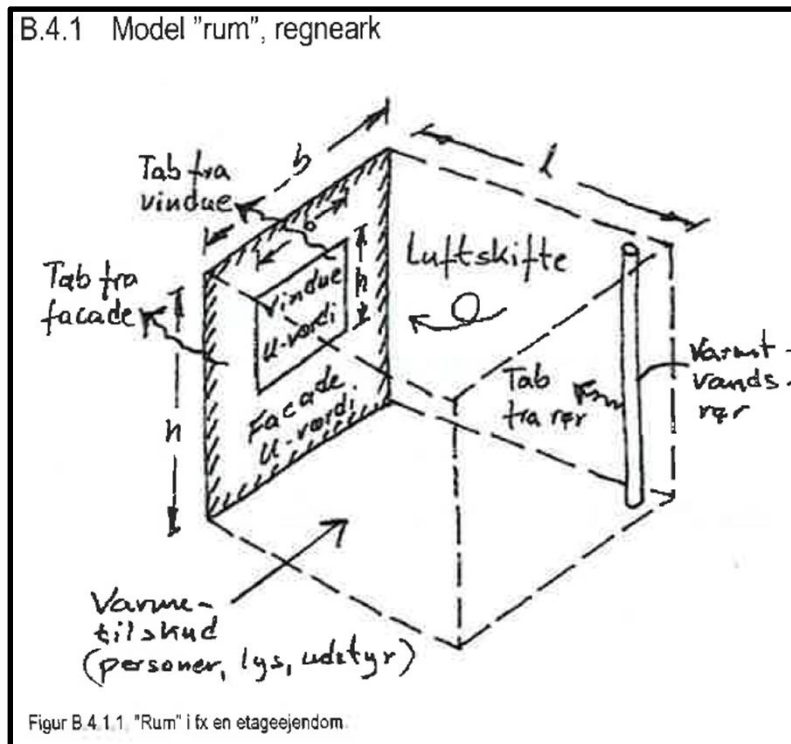


Figur B.2.16.12. Temperaturer i brugsvandskredsen: koldt vand, afgang VVB1 (rød) og VVB2 (mørke-rød), samt 3 returtemperaturer fra cirkulationen (grønne). Timeværdier.

Tabel B.6.1. Sammenlignelse for operationen af P, registreret for 6 uger, 2 huse og 2 udførselskøle

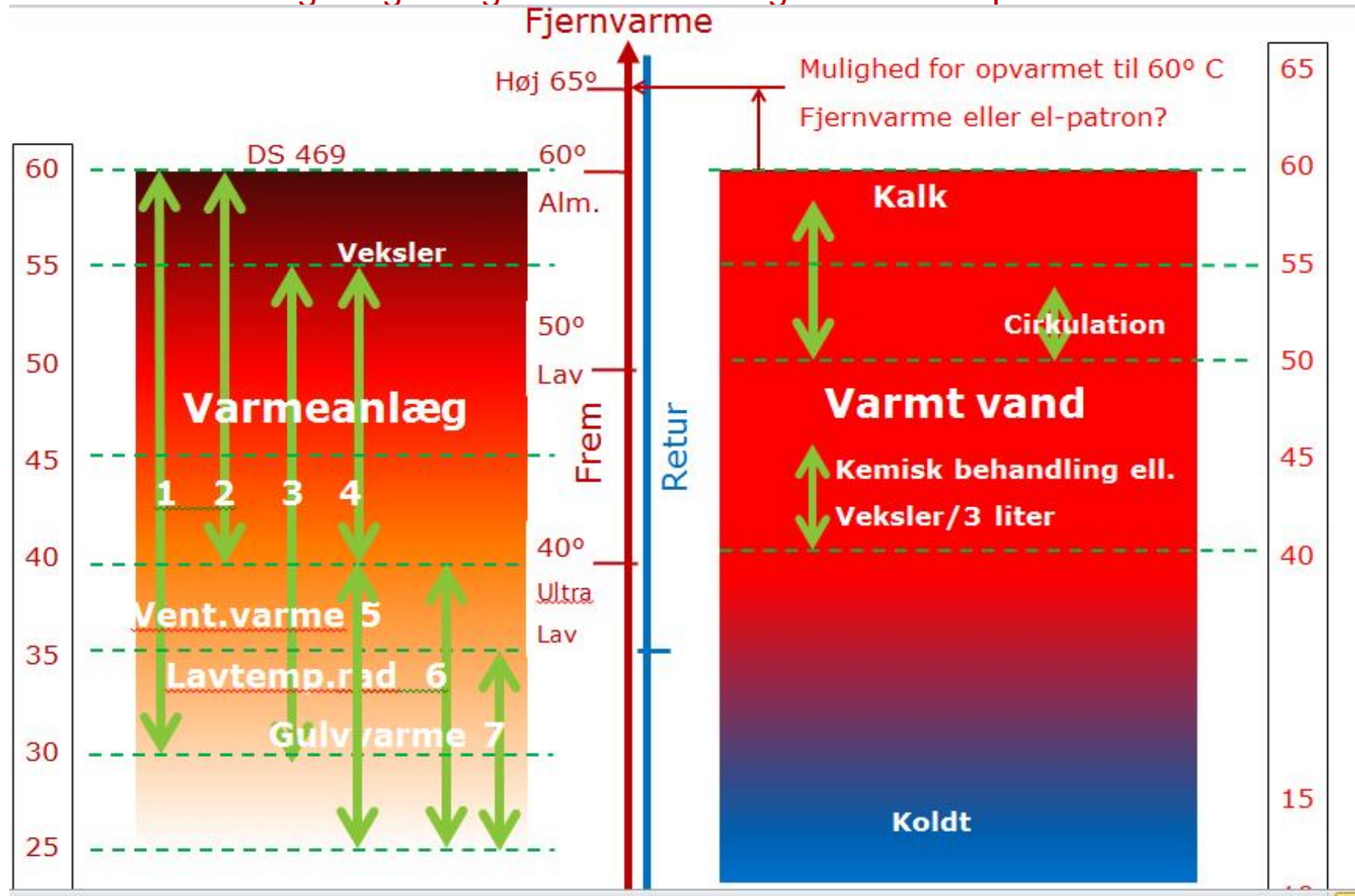
Installation	Enhed	Størrelse	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111
Varmeforbrug, bygning total	MWh/G		-	-	-	-	1063	-	336	-	-	-	112,7
Varmeforbrug, varmt vand	MWh/G		22,8	4,18	2,24	2,32	66,3	22,5	21,4	21,8	4,52	12,20	
Varmetab fra beholderne	MWh/G		2,77	0,22	0,26	0,32	1,40	0,79	1,71	1,29	0,58	15,85	
Varmetab fra cirkulationskøle	MWh/G		28,2	2,94	2,98	2,91	93,1	30,9	18,3	20,4	2,2	17,9	
Effekt af cirkulationspumper i forhold til afkoblet	MWh/G		1,97	2,22	0,50	0,50	1,28	1,07	0,86	0,10	0,45	15,01	
Varmeforbrug, bygning total	kWh		2927	629	881	739	1229	845	434	3021	128	149,0	
Varmeforbrug, varmt vand	kWh		917	30,4	47,5	23,7	294	60,8	84	300	40	115,2	
Driftstid	h		4380	2650	4380	4380	4380	4380	4380	4380	4380	4380	
Sammenlignelse cirkulationskøle	h		842	98	150	50	425	210	150	500	25	40	
Nyttevirkning	%		48,9	23,2	32,3	29,8	17,9	6,1	30,7	32,9	38,2	30,0	
Varmetab pr. m ² år	W/m ²		7,19	8,1	4,9	9,2	28,5	32,8	17,7	9,3	10	4,9	
Varmeforbrug (i varmt vand (i t. stogekøle)	%		20,8	4,8	8,3	5,2	30,5	8,5	21,7	8,9	16	13,9	
Varmeforbrug (i varmt vand (i t. stogekøle)	%		-	-	-	-	8,2	-	8,4	-	-	20,9	
Varmeforbrug (i varmt vand (i t. stogekøle)	kWh/G		8,13	4,18	2,16	4,42	14,1	26,8	5,35	5,07	32,2	12,2	
Varmeforbrug (i t. stogekøle)	kWh/G		18,3	30,4	19,6	21,8	54,0	64,5	23,5	29,1	307	84,4	
Effekt af cirkulationspumper (i t. stogekøle)	kWh/m ²		1,28	2,21	0,26	0,1	2,47	5,10	8,28	0,18	17,5	6,11	
Varmeforbrugets gennemsnitlige køleeffekt i beholder	Days		1,40	1,58	1,84	1,64	6,72	2,8	2,7	1,22	1,67	1,32	

Typisk antagelse af at al tab går til rumopvarmning



Nyttiggørelse af tab fra rør til rumopvarmning ~ 25%

Emne: Udfordringer og muligheder ved lav- og ultralav-temperatur



Varmtvandsforbrug kan deles i 2 størrelser:



Tallerkenbruser
"Rainwater"



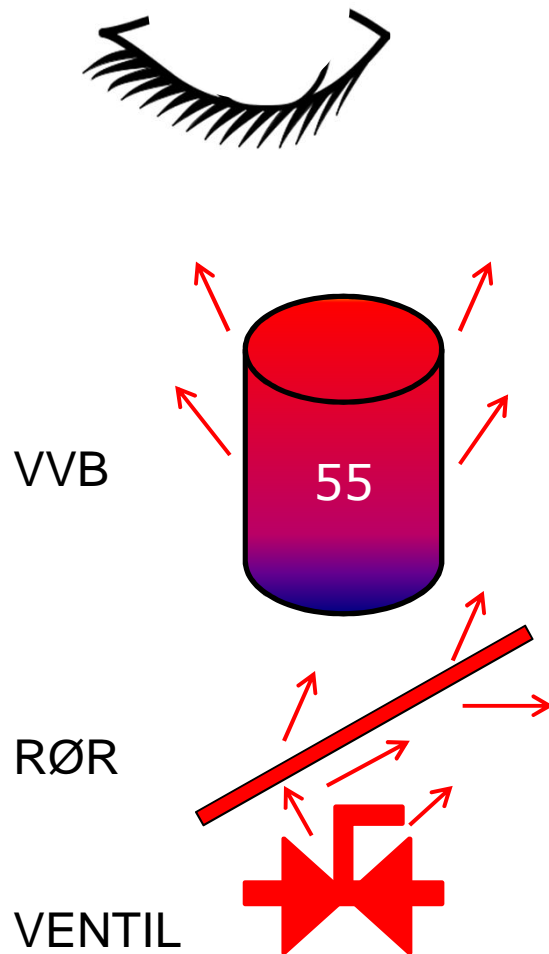
1. SYNLIGE FORBRUG: (Det umiddelbare)

Vi ser vandet og mærker det

Ved at åbne og lukke for hanerne kan vi selv bestemme hvor længe og hvor meget (armaturafhængig) vi bruger af det varme vand

Mit indlæg omhandler ikke dette.

2. USYNLIGE FORBRUG: (det skjulte)



Det vi ikke selv kan bestemme.

- Vandspild - ventetid
- Varmetab fra systemet

Dette er bestemt af:

- design af rørsystemerne
- isolering
- styring af temperatur/pumpe
- design af vandvarmere
- Armatur valg
- Temperatur

**Målet er at få det usynlige forbrug
bevidstgjort (ØJENÅBNER !!!)**

Krav til installation af målere:

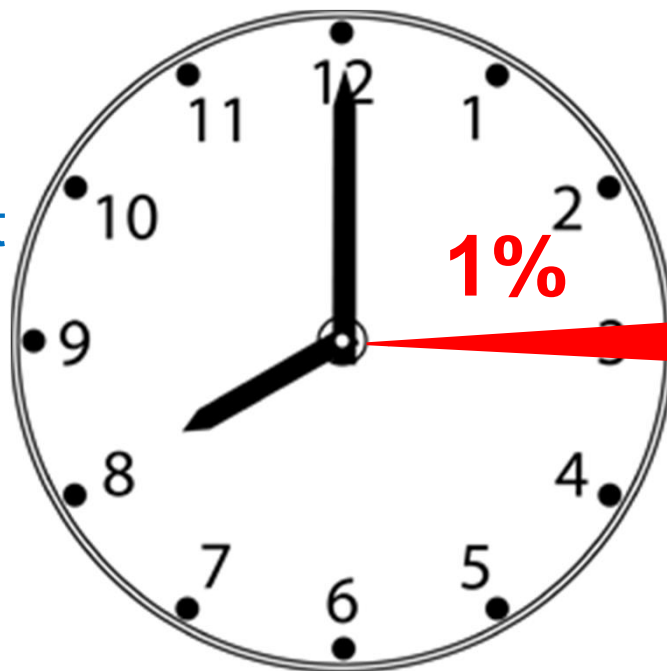
- Er det årlige energiforbrug til varmt vand mere en **10.000kWh** (~ 3 lejligheder), skal I i flg. **Bygningsreglementet** ved en ny installation være separat energimåler til Vandvarmeren.
- **Målerbekendtgørelsen** angiver separate vandmålere (Flow) til Vandvarmeren i f.m. fordeling af udgift. (ved lejemål)

Har I ikke målerne på gamle anlæg, vil jeg anbefale at I få dem sat på. Derved kan I holde øje med forbruget.

Energiforbrug til opvarmning af det kolde vand til varmt ligger på ca. 50kWh pr. 1000 liter = 1 M³ Men hvor meget mere måler energimåleren pr. M³?

Hvor megen tid af døgnet bruger vi varmt vand?

15min. pr. døgn
~ 1% af døgnet



I 23 timer og 45 min.
af døgnet står det
parat til at blive
anvendt

Dette er den primære
årsag til det store
energispild

Kort brugstid – Lang standby-tid

Varmtvandsforbrug kan deles i 2 størrelser:



Tallerkenbruser
"Rainwater"



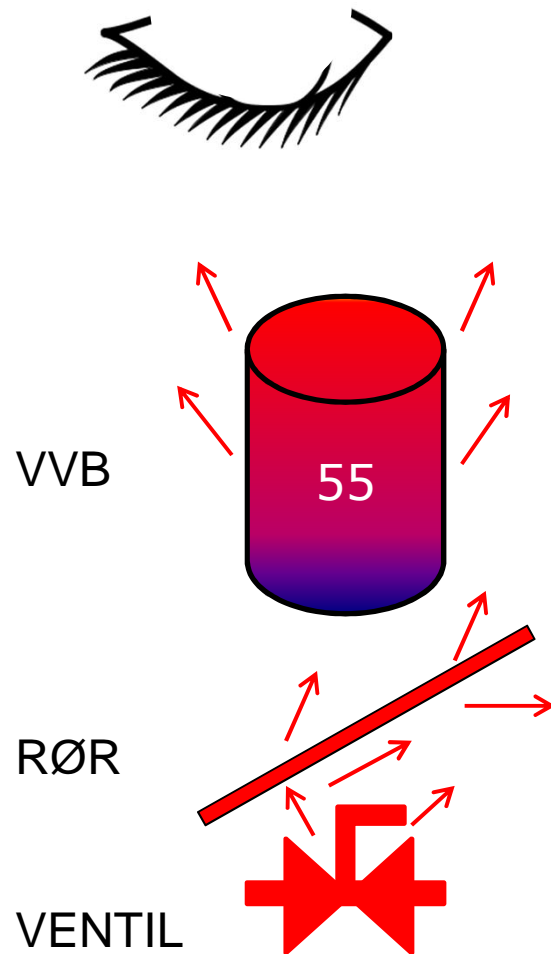
1. SYNLIGE FORBRUG: (Det umiddelbare)

Vi ser vandet og mærker det

Ved at åbne og lukke for hanerne kan vi selv bestemme hvor længe og hvor meget (armaturafhængig) vi bruger af det varme vand

Mit indlæg omhandler ikke dette.

2. USYNLIGE FORBRUG: (det skjulte)



Det vi ikke selv kan bestemme.

- Vandspild - ventetid
- Varmetab fra systemet

Dette er bestemt af:

- design af rørsystemerne
- isolering
- styring af temperatur/pumpe
- design af vandvarmere
- Armatur valg
- Temperatur

**Målet er at få det usynlige forbrug
bevidstgjort (ØJENÅBNER !!!)**

Emne: Udfordringer og muligheder ved lav- og ultralav-temperatur



Eksempel:

72 Etageboliger fra 70-erne

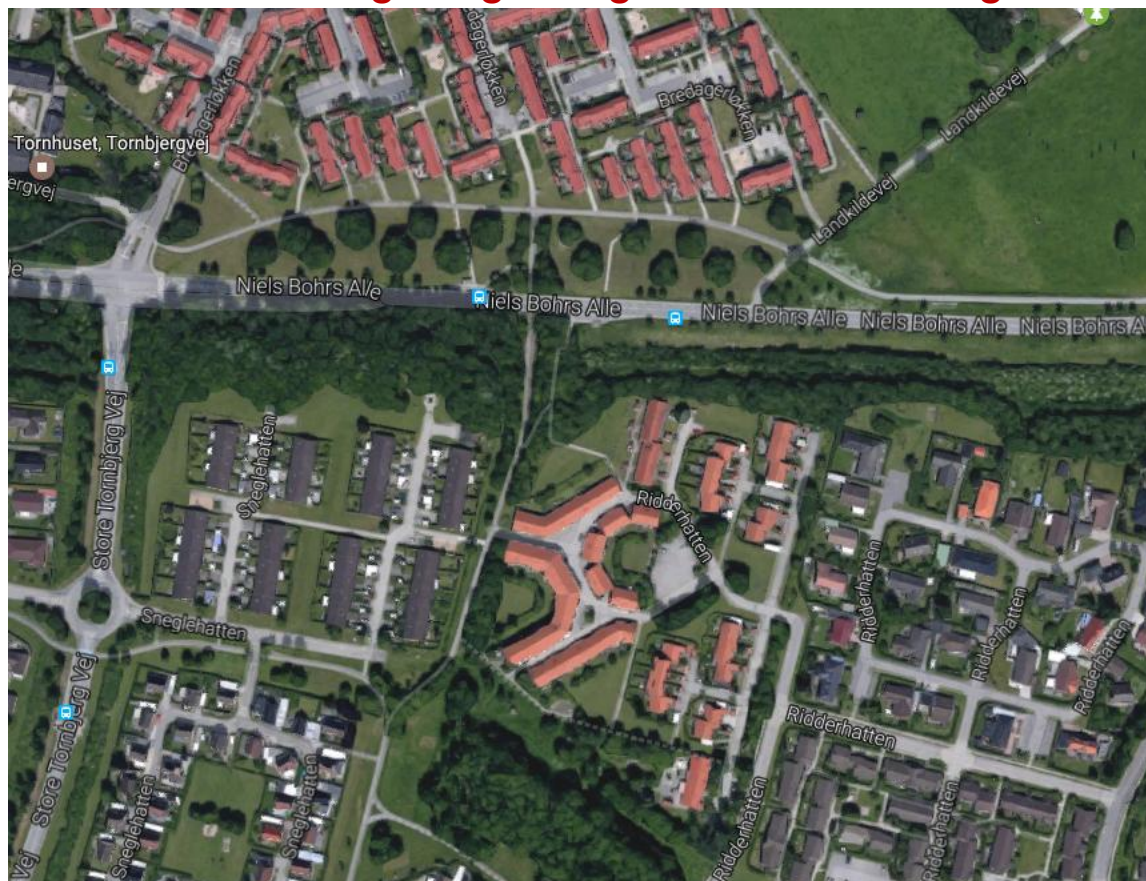
Oprindelig dim. for 90-70° - krav/ønske 65-35°C.

Eksist. radiatorer ydelse ved 65-35 °C ca. 25% af nødv. effekt.

Energirenovering af facader/vinduer, reducer nødv. effekt til 60%.

Nye radiatorer/styring - Investering ca. **2,5 mio. kr.**

Emne: Udfordringer og muligheder ved lav- og ultralav-temperatur

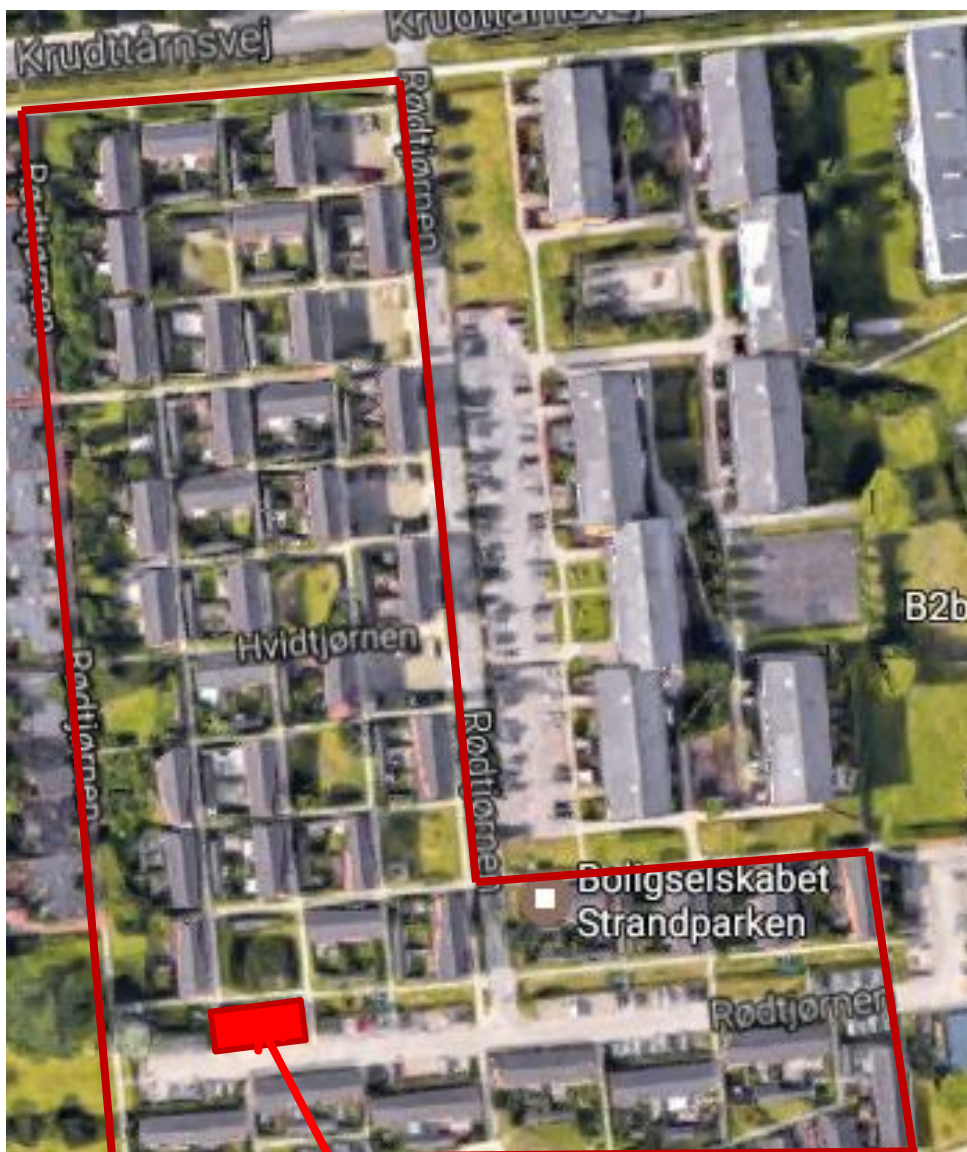


Eksempel:

Rækkehuse fra 80-erne.
Varmecentral m. varmt vandsproduktion.
Stort tab i jordledninger.
Stort fjv. flow når fremløbstemp. sænkes.

Min. 50° i brugsvandscirkulation kræver fremløb på 60°C.
2/3 af det samlede varmeforbrug til varmt vand er tab i jordledninger.
Nye brugsvandsveksler i hver bolig en mulighed.
Investering ca. 30.000 kr./bolig + inddragelse af skab.

Emne: Udfordringer og muligheder ved lav- og ultralav-temperatur



varmecentral

Eksempel:

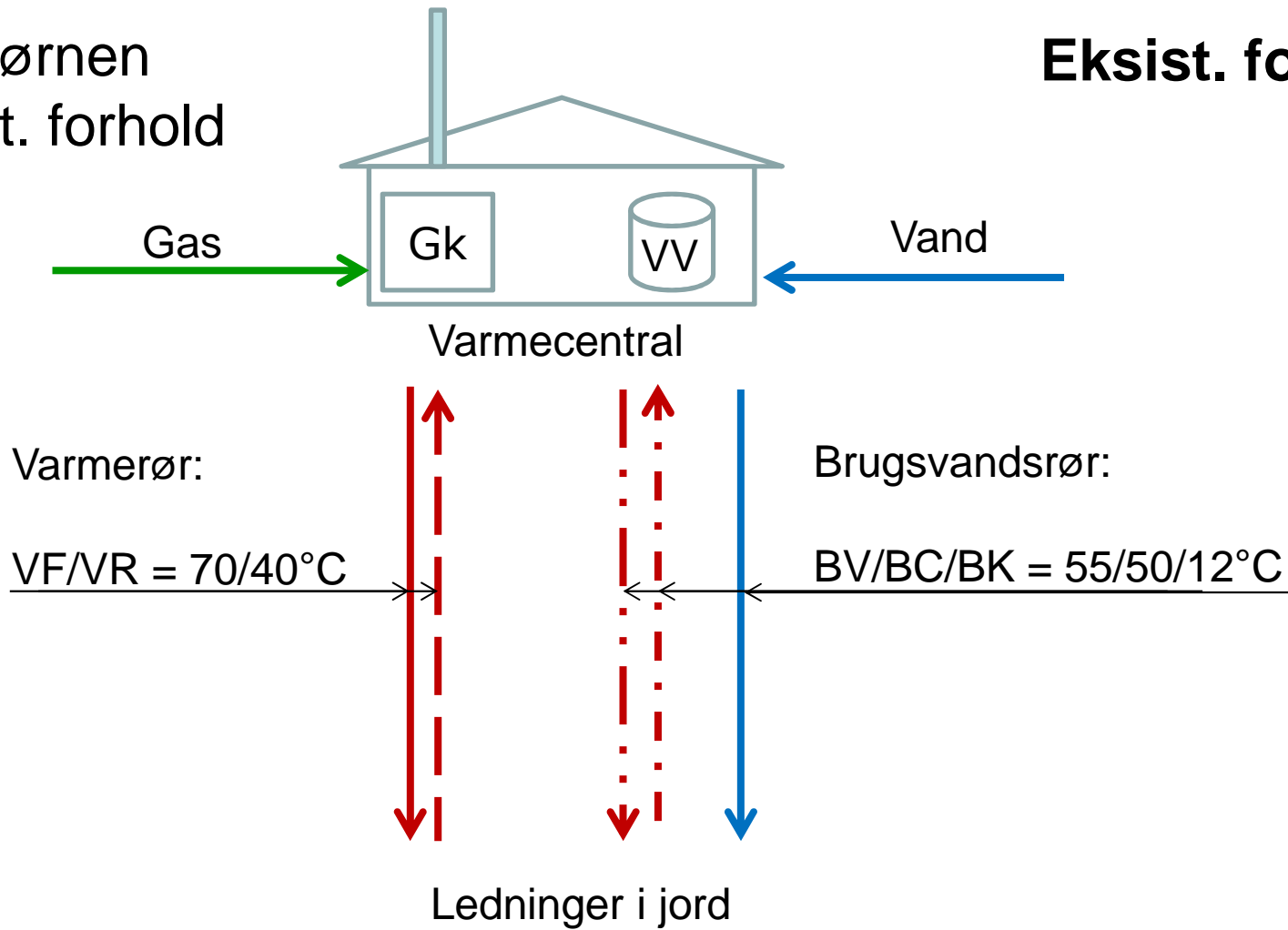
100 række- og parcelhus fra 70-erne. LBF støttet renoveringsprojekt, med supplerende energistøtte.

- Energirenovering af klimaskærm ~ BR 2015 krav
- Nedlæggelse af fælles jordledning til varmt brugsvand
- Fælles ultralavtemperaturvarme
- VP til varmt vand, via ultralavtemperatur varme.
- Solceller til drift af VP, ventilation og cirkulationspumper.m.v.

Investering: 115+35 mio. kr.

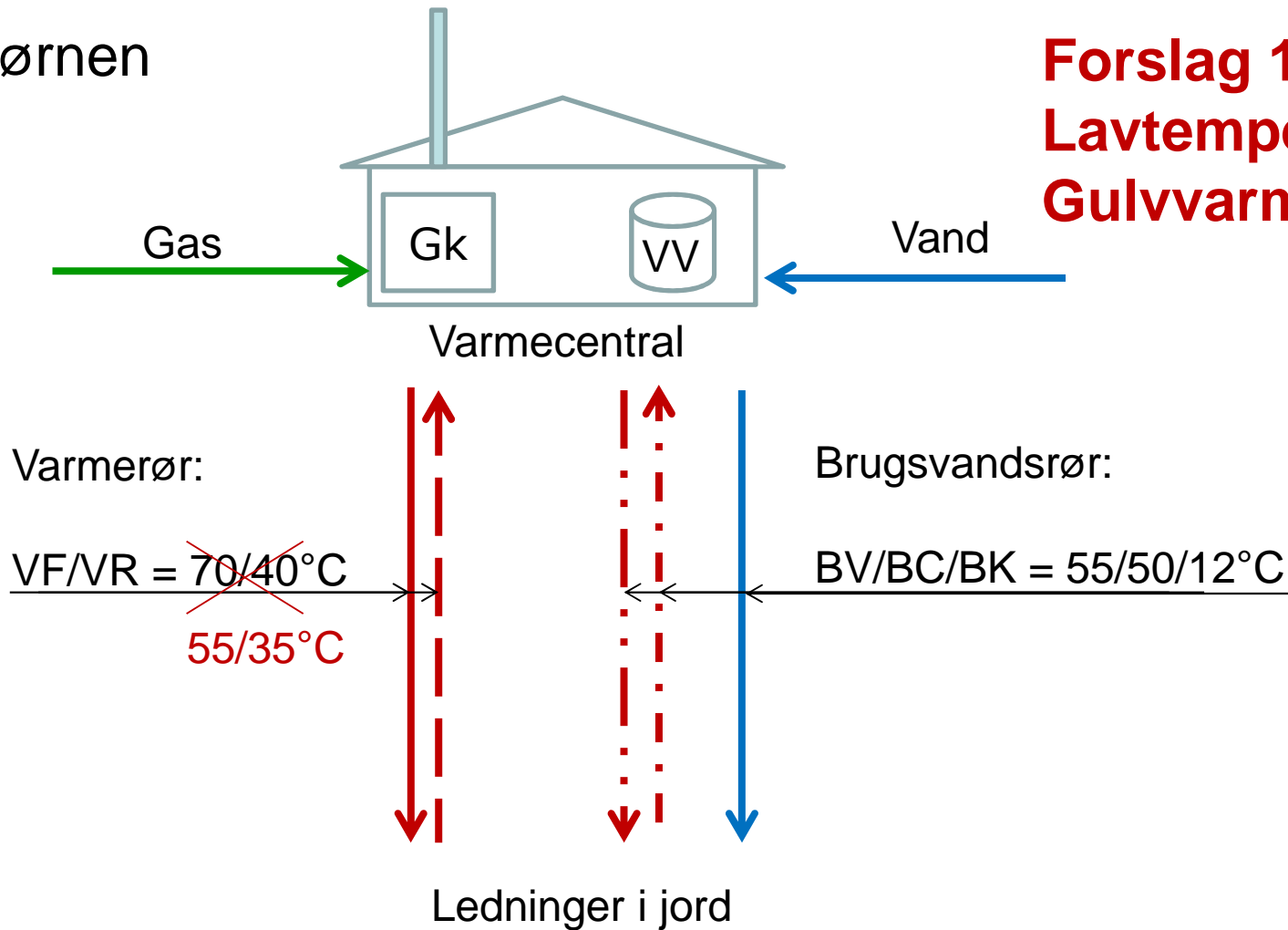
Rødtjørnen
Eksist. forhold

Eksist. forhold



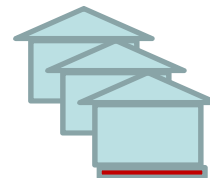
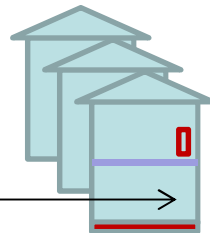
Rødtjørnen

**Forslag 1
Lavtemperatur
Gulvvarme**



Radiator 1. sal bibeholdes
Gulvvarme i stue
Shunt til gulvvarme

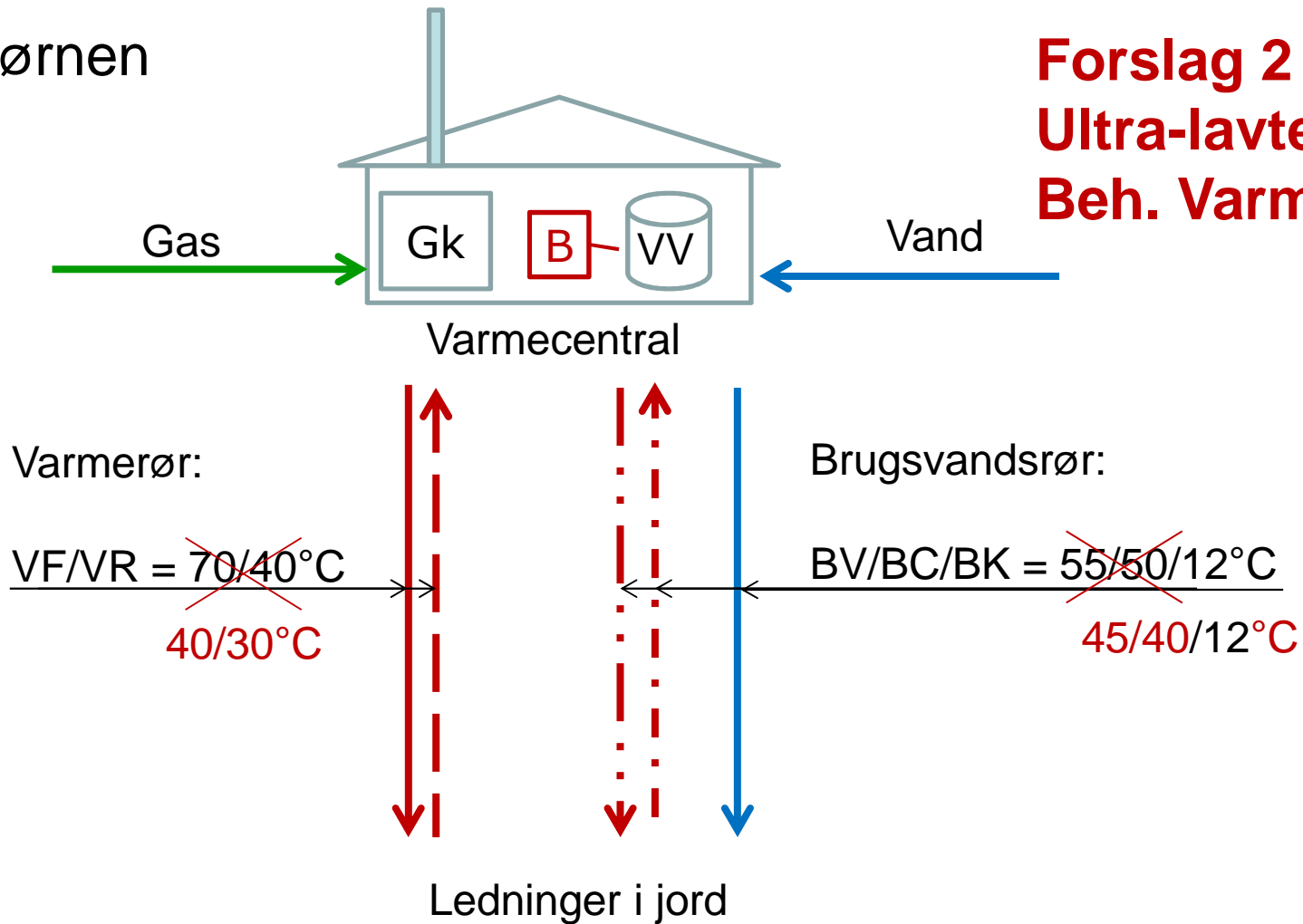
~~Radiator~~



Boliger/Klynger

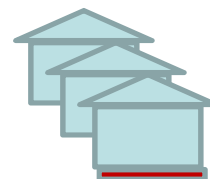
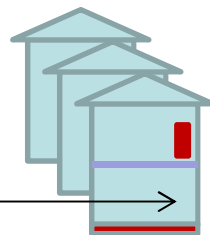
Rødtjørnen

Forslag 2 Ultra-lavtemp. Beh. Varmt vand



Nye radiatorer på 1. sal
Gulvvarme i stue
(Shunt udgår)

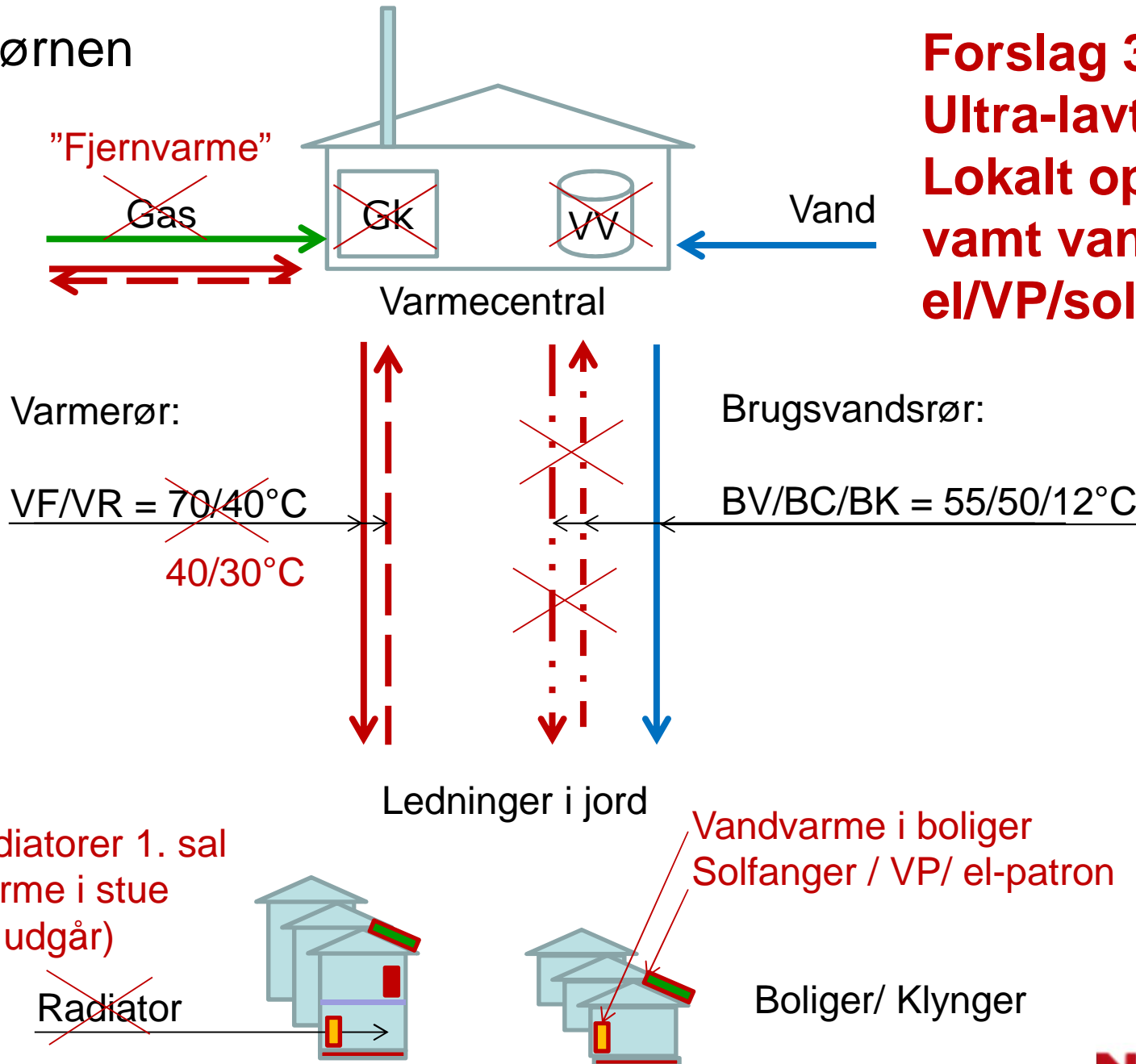
~~Radiator~~



Boliger/ Klynger

Rødtjørnen

Forslag 3 Ultra-lavtemp. Lokalt opv. af vamt vand via el/VP/sol

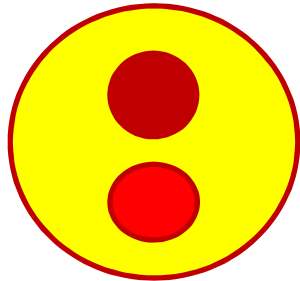


Rødtjørnen rør i jord

Eksisterende forhold

"Fjernvarme"

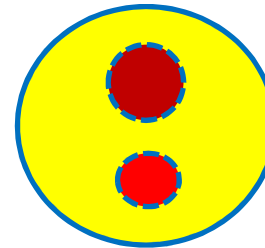
V 70/45°C
S 60/30°C



TWIN-rør
Iso. Kl. 2

Brugsvand

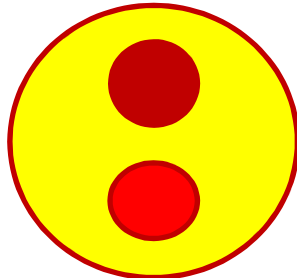
BV/BC
57/45°C



10-15°C

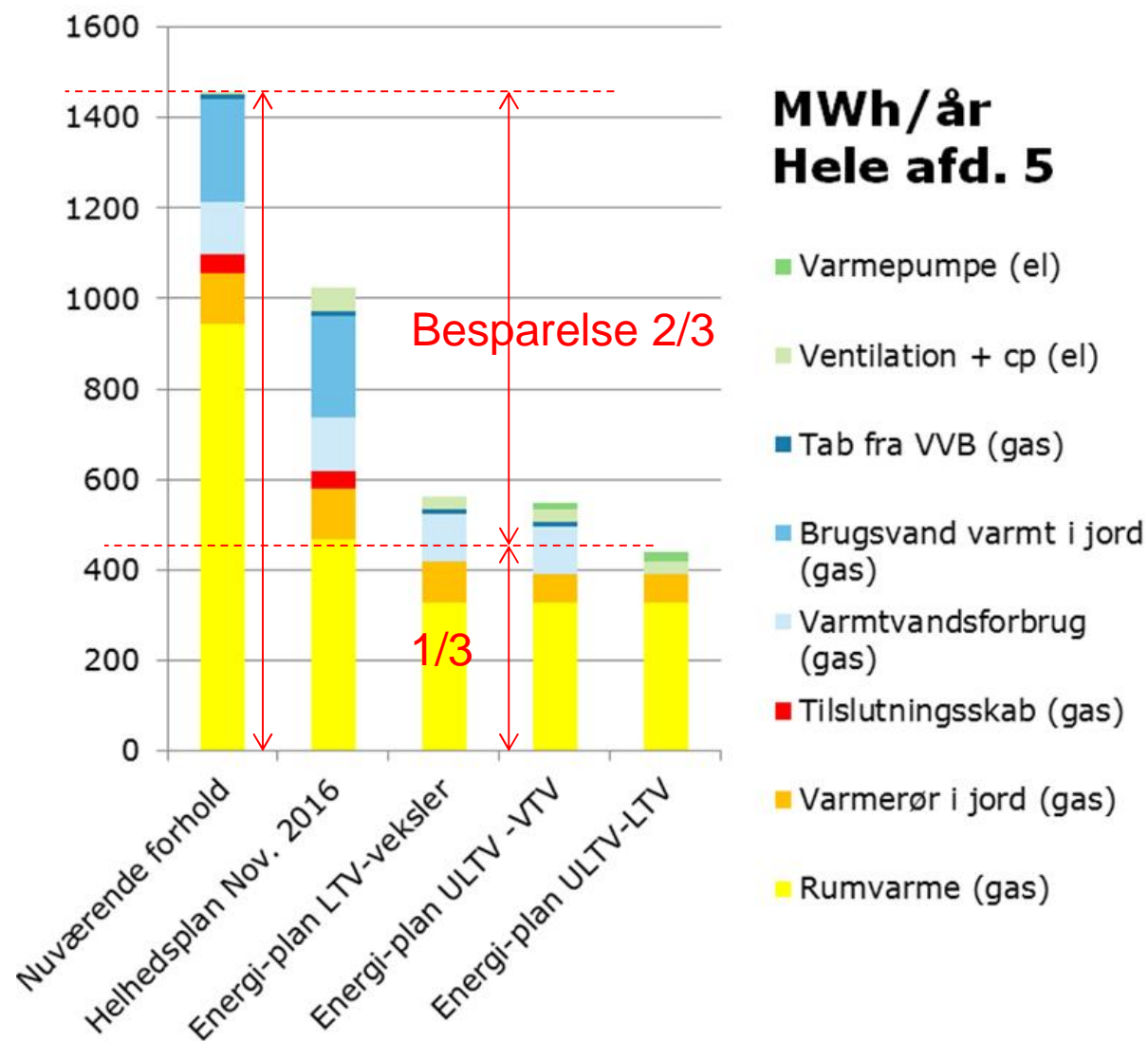
Fremtidige forhold

V 45/30°C
S 35/25°C



10-15°C

Emne: Udfordringer og muligheder ved lav- og ultralav-temperatur



Eksempel:

100 række/
parcelhuse
1450MWh/år her af
Ca. 450MWh/år er
tab til jord.
Reduceret til
450MWh/år heraf
er ca. 50MWh/år er
tab til jord.

Emne: Udfordringer og muligheder ved lav- og ultralav-temperatur

Historisk set falder temperaturen på varmeanlæg

Forsyning	freløbstemperatur	Bruger
Damp	>160°	- Industri/processer/syghuse/opvarmning
Hedt vand	160-120°	- Industri processer, rumopvarmning
Fjernvarme, meget høj	120-90°	- Industri processer, rumopvarmning
Fjernvarme, høj	95-85°	- Rumvarme (alle), varm vand, ventilation
Fjernvarme, middel	85-75°	- Rumvarme (alle), varm vand, ventilation
Fjernvarme, lav	65-55°	- BR, DS469 varme køle norm, max. 60° Rumvarme (÷stråle), ventilation Varmt brugsvand mulighed for 60°, 50° fjerneste tap. - Vandbehandling da 45° - Forsøg med lille volumen, 45°
Fjernvarme, ultra lav	45-35°	- Suppl. opv. via VP eller el-patron
Fjernkøl	8-9°	- DS469 varme køle ikke lavere end 10°

Ultra lavtemp. Fjv. 40/25°

Unit med Microvarmepumpe

Energiforsyning fjv.+el
Pladevandvarmer og VVB

Evt. cirkulation, da kun via trykknop

Højtemp. Fjv. HF 80/40°

Lavtemp. Fjv. LF 60/30°

Ultra lavtemp. Fjv. ULF 40/25°

