



Videncenter for
energibesparelser i bygninger

GUIDE Renovering af varmecentraler



Scan koden og
TILMELD dig vores
NYHEDSBREV

INDHOLD

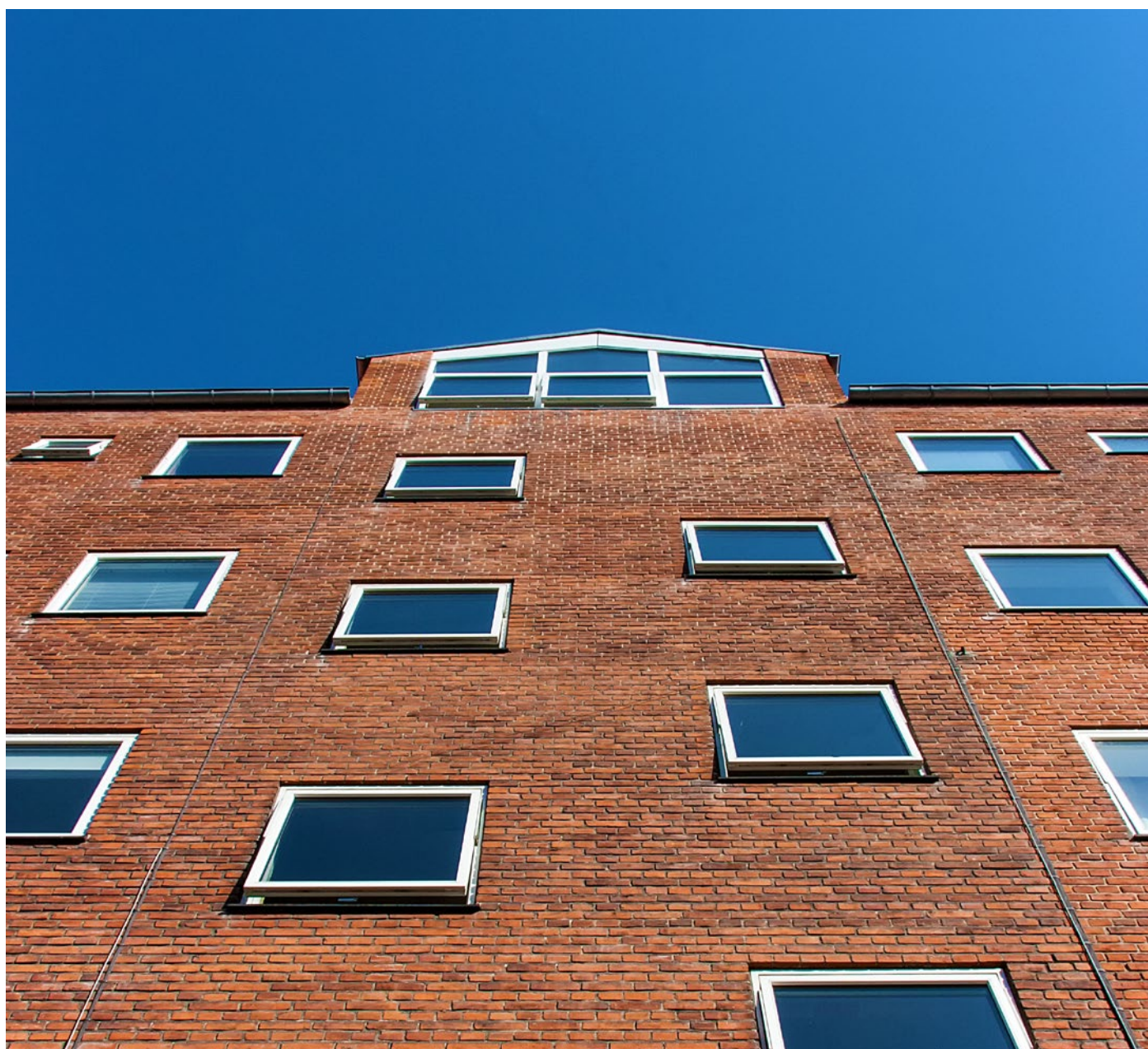
Formålet med denne guide.....	3
Hvornår er det relevant at renovere varmecentralen.....	3
Varmeproducerende enhed.....	6
Indregulering	7
Styring og regulering	11
Pumper	16
Varmtvandsproduktion	18
Teknisk isolering.....	21
Vedligeholdelse.....	24
Læs mere i energiløsningerne	25
Yderligere information.....	25

Udgivet januar 2015. Revideret december 2015.

FORMÅLET MED DENNE GUIDE

Formålet med denne guide er at give en række anbefalinger og råd vedrørende renovering af varmecentraler i etageejendomme.

Guiden går i dybden med en række emner og supplerer herved energiløsningerne fra Videntcenter for energibesparelser i bygninger om renovering af varmecentraler med fjernvarme, olie og naturgas samt om rørisolering, automatik, cirkulationspumpe og udskiftning af varmtvandsbeholder i etageejendomme.



HVORNÅR ER DET RELEVANT AT RENOVERE VARMECENTRALEN

Renovering af varmecentraler er typisk aktuelt i forbindelse med:

- Et højt varmeforbrug
- Hyppige driftsproblemer
- Hyppige reparationer og udskiftninger af komponenter i centralvarmeanlægget
- Utilstrækkelig afkøling af fjernvarmevand
- Ændring af temperatursæt på fjernvarmeforsyning
- Energibesparende foranstaltninger på klimaskærm
- Konvertering af forsyningsform - fx fra olie til fjernvarme

Højt varmeforbrug

I tabel 1 ses middelværdier for varmenøgletal i etageboliger for de forskellige forsyningsformer.

Forsyningsform	Varmenøgletal [kWh/m ²]
Fjernvarme	146
Olie og naturgas	106

Tabel 1

Varmeforbrug, inkl. varmt brugsvand					Elforbrug
	Fjernvarme	Naturgas	Olie	Elvarme	Fælles forbrug
kWh/m ² /år					
Antal	19.211	1.330	353	0	25.287
10 % fraktil	87	105	109	-	1,8
25 % fraktil	99	121	125	-	3,0
50 % fraktil	113	136	144	-	5,0
75 % fraktil	129	157	163	-	8,0
90 % fraktil	145	180	188	-	11,8
Middel	115	140	147	-	6,5

Tabel 2

Nøgletallene er beregnet ud fra data i Energistyrelsens Energistatistik 2013 og Statistisk Årbog 2014.

Hvis varmeforbruget pr. m² i en ejendom er højere end nøgletallene angivet i tabel 1, kan det være et tegn på, at driften af ejendommens varmesystem kan forbedres. Det kan dog også skyldes dårlig isolering af klimaskærmen eller atypiske og muligvis uhensigtsmæssige brugervaner.

I ældre etageejendomme vil varmeforbruget pr. m² typisk være højere end nøgletallene angivet i tabel 1.

I tabel 2 ses nøgletal for varmeforbrug til rumopvarmning og varmt brugsvand i etageboliger for forskellige forsyningsformer. Tallene baserer sig på målte brutto varme- og elforbrug.

Nøgletallene for elforbrug er udarbejdet på baggrund af det totale fælles elforbrug i etageboligerne (elforbrug til cirkulationspumper, belysning i opgange m.m.).

Elforbruget til de faste installationer i etageboliger ses i tabel 2.

Nøgletallene er udarbejdet på baggrund af indrapporterede energimærker til ELO-ordningen (den tidligere energimærkningsordning for store ejendomme).

I tabel 3 ses nøgletal for særligt elforbrug i etageboliger.

Anvendelse	Elforbrug [kWh/m ² /år]
Cirkulationspumpe til centralvarme	0,4 - 0,5
Cirkulationspumpe til varmt brugsvand	0,2 - 0,3
Ventilationsanlæg ¹	6,0 - 7,0

Tabel 3

1) Nøgletallet er for mekanisk ventilation med indblæsning og udsugning. I etageboliger med kun mekanisk udsugning er nøgletallet ca. det halve.

Nøgletallene for cirkulationspumper stammer fra rapporten "Værktøj for pumpevalg - overvågning og renovering (varmeinstallationer)". Nøgletallet for ventilationsanlæg stammer fra rapporten "Energibesparelser i eksisterende og nye boliger".

Kilde: Dansk Energi, "Den lille blå om varme".

Driftsproblemer

Hvis der løbende er klager over utilstrækkelig varme i lejlighederne, afhjælpes dette ofte ved at hæve fremløbstemperaturen. Hvis det er tilfældet, kan der med fordel gennemføres en indregulering af varmeanlægget. Det vil medføre, at varmen bliver bedre fordelt mellem lejlighederne, og at der spildes mindre varme. Resultatet er bedre varmekomfort og en forventet besparelse på ejendommens varmeforbrug.

Ejendommens varmeforbrug kan dog kun reduceres, hvis fremløbstemperaturen generelt kan sænkes efter indreguleringen.

Hyppige reparationer og udskiftning af komponenter

Det bør overvejes at renovere varmecentralen, hvis varmevekslere, varmtvandsbeholdere, rør m.v. er 20-30 år gamle og tærede, samt hvis reguleringsventiler og styringsenheder ofte er defekte.

Energisparende foranstaltninger på klimaskærmen

I mange etageejendomme er der udført større eller mindre energibesparende foranstaltninger på klimaskærmen som fx udskiftning af vinduer eller efterisolering af tagkonstruktion. Ofte er varmeanlægget ikke blevet justeret efter disse forbedringer. En justering vil typisk indebære, at vandflowet i radiatoranlægget skal indreguleres, vejrkompenseringsanlægget indstilles, og pumperne nedreguleres, hvilket alt sammen vil spare energi.

Konvertering af forsyningsform

Ved konvertering af forsyningsform fx fra olie til fjernvarme skal der foretages en gennemgribende renovering af varmecentralen.

Når kedlen er demonteret, skal der installeres enten en veksler (indirekte fjernvarme) eller en blandesløjfe (direkte fjernvarme). Der skal endvidere installeres nye reguleringsventiler og automatik (vejrkompenseringsanlæg). Typisk vil det også være nødvendigt at udskifte varmtvandsbeholderen, da varmespiralen er dimensioneret til andre temperatursæt og -flow.

VARMEPRODUCERENDE ENHED

For information om den varmeproducerende enhed henvises til Videncentrets energiløsninger om varmecentraler, se oversigten på side 25.



INDREGULERING

Ofte er centralvarmeanlæg ikke indregulerede, eller det er adskillige år siden, en indregulering har fundet sted. Der kan også være udført større eller mindre energibesparende foranstaltninger som fx udskiftning af vinduer eller efterisolering af tagkonstruktion siden sidste justering.

En justering vil typisk indebære, at vandflowet i radiatoranlægget skal indreguleres, vejrkompenseringsanlægget indstilles, og pumperne nedreguleres.

Formålet er at få vandet fordelt på en sådan måde, at de enkelte forbrugssteder netop tilføres de beregnede mængder. Som afslutning på en indregulering indstilles den automatiske regulering i henhold til forudsætningerne for indreguleringen.

Symptomer på manglende indregulering:

- For høje returtemperaturer på de strenge, der er tættest ved varmecentralen, og faldende returtemperaturer hen mod anlæggets yderender
- For høj fremløbstemperatur i forhold til det projekterede
- En cirkulationspumpe, der er større end den oprindeligt projekterede, og som ikke skyldes ombygninger eller udvidelser, der kræver større pumpekapacitet
- Klager fra brugerne over dårlig komfort (udsving i rumtemperaturen)
- For lille afkøling

Indregulering i praksis

Det kan anbefales at benytte firmaer, der har specialiseret sig i indregulering. Fremgangsmåderne kræver en væsentlig indsats i forhold til dokumentation, hvis indreguleringen skal have varig værdi.

Hvis der anvendes faste modstande, er et typisk forløb i en større ejendom:

1. Udarbejdelse af principdiagram for hele anlæg, herunder nummerering af alle ventiler
2. Beregning af alle vandmængder efter rumvarmebehov eller radiatorstørrelser
3. Beregning af alle forindstillinger på radiatorer og strengreguleringsventiler, hvis man anvender den såkaldte forindstillingsmetode
4. Indstilling af alle ventiler og efterfølgende kontrolmåling
5. Hvis man anvender proportionalmetoden, forindstilles radiatorventilerne, og strengreguleringsventilerne indstilles efter de beregnede forholdstal mellem flowene i strengene. Herefter indstilles hovedflow på pumpe eller en central måleventil

Hvis der anvendes aktive ventiler, dvs. trykdifferensventiler eller flowbegrænsere, indstilles de enkelte strenge efter de ønskede tryk eller flow. Der kræves altså også beregning af flow.

Fordelen ved de aktive ventiler er først og fremmest, at vekselvirkningen mellem de enkelte strenge er langt mindre.

Med hensyn til ovennævnte forindstillingsmetode og proportionalmetode henvises til Varme Ståbi.

Strengreguleringsventiler

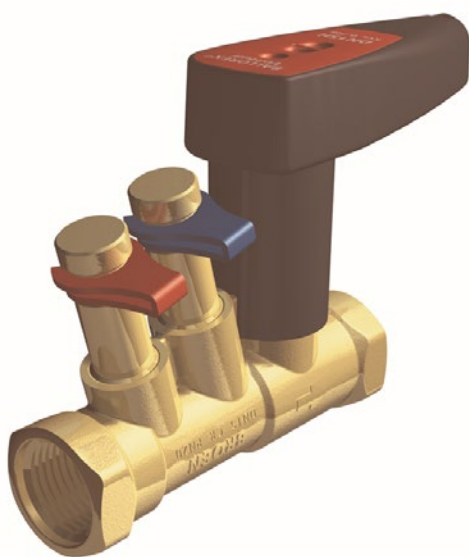
Strengreguleringsventiler benyttes i centralvarmeanlæg til indregulering af anlæg med flere strenger. Strengreguleringsventilernes opgave er at skabe et passende tryktab i den enkelte streng, så der opretholdes det samme differenstryk mellem de enkelte strenges fremløb og retur.

Ved at benytte strengreguleringsventiler og indstille dem korrekt (indregulering) opnås et centralvarmeanlæg i hydraulisk balance. Det vil sige et anlæg, hvor hver enkelt streng tilføres den ønskede eller nødvendige vandmængde fx også i forbindelse med opstart efter natsækning, hvor termostatventilerne er åbne.

Følgende retningslinjer kan opstilles for anlæg med henholdsvis statiske og dynamiske ventiler:

Statiske ventiler

- Indstilles til en fast modstand, som forbliver uændret uanset de dynamiske svingninger i anlægget
- Minimum 50 % af pumpetrykket skal optages ved radiatorerne (ventil og returkobling) – ofte 5-10 kPa
- Den valgte pumpe skal ideelt set kunne reducere differenstrykket, når vandmængden reduceres. Ved større anlæg vælges en pumpe, der selv holder et konstant differenstryk



Statisk ventil

Dynamiske ventiler

- Har ikke en fast indstillet modstand men en modstand, som varierer i takt med de ændringer, der sker i strengen
- Afhængigt af fabrikat og type skal tryktab over de enkelte radiatorer være 5-10 kPa
- Min. differenstryk over strengen foran den dynamiske ventil er af hensyn til type og fabrikat 20-30 kPa
- Pumpetrykket er således min. 20 kPa + tab i øvrige rør og komponenter. Altså et væsentligt større pumpestryk end ved anvendelse af statiske ventiler

Når man anvender dynamiske ventiler, skal man være opmærksom på:

- Ved uheldigt valg af trykfald over radiatorventilerne opstår der problemer med afkøling mv., når en del af radiatorventilerne på en streng lukkes
- Flowregulerende ventiler (uden differenstrykregulering af strengen) er bedst egnede til strenger i enstrengsanlæg og store enkeltforbrugere (fx varmeventilatorer). Ved brug i to-strengsanlæg opstår ofte støjproblemer og dårlig afkøling



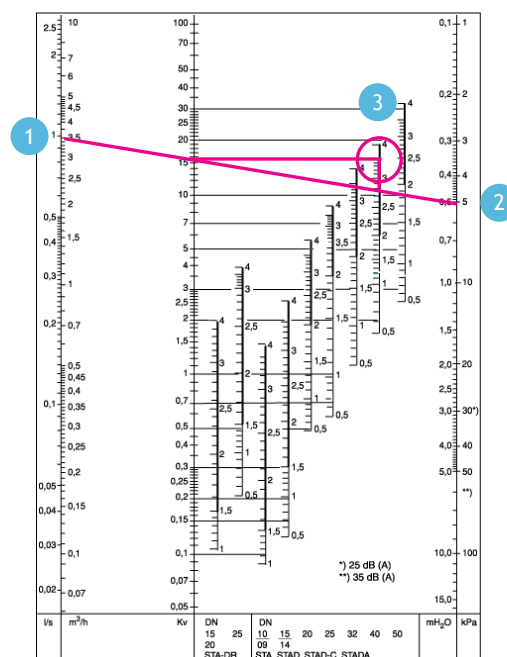
Dynamisk ventil

Eksempel

Ved valg af en strengreguleringsventil skal flowet gennem ventilen (venstre side i figur til højre (1)) og det ønskede differenstryk over ventilen (yderst til højre i figuren til højre (2)) kendes. Mellem de to punkter tegnes en ret linje. Den rette line skærer et punkt i den lodrette linje Kv. I dette tilfælde i punktet Kv = 16.

Fra dette punkt tegnes en vandret linje, der skærer en række lodrette kurver, som er indstillingskurver for de enkelte strengreguleringsventiler.

I dette tilfælde vælges en strengreguleringsventil med en rørdiameter på 40 mm (vist med en rød cirkel (3)). Den valgte strengreguleringsventil skal indstilles på ca. 3,5 for, at flowet igennem den er 3,6 m³/h, og differenstrykket over den er 5 kPa.



Radiatorer

Radiatorer dimensioneres til at kunne opvarme rum ved det dimensionerende varmetab, det vil sige ved en udetemperatur på -12 °C.

Ved dimensionering af radiatoranlæg benyttes de returtemperaturer, som er angivet i tabel 4 og 5.

Dimensionering af to-strengsanlæg	Fremløb [°C]	Retur [°C]
Fjernvarme (direkte og indirekte)	60	40
Gas- og oliekedler (ikke kondenserende)	60	40
Kondenserende gaskedler	55	45
Varmepumper	55	45

Tabel 4

Dimensionering af en-strengsanlæg	Fremløb [°C]	Retur [°C]
Fjernvarme (direkte og indirekte)	50	40
Gas- og oliekedler (ikke kondenserende)	50	40
Kondenserende gaskedler	55	45
Varmepumper	55	45

Tabel 5

I dag er det sjældent, at der installeres en-strengs radiatoranlæg i etageejendomme, da det er ufordelagtigt af mange grunde, bl.a. energimæssige.

I ældre olie- og gasopvarmede etageejendomme - det vil sige bygninger opført før slutningen af 1980'erne - dimensionerede man typisk varmeanlæggene til en fremløbstemperatur på 80 °C og en returtemperatur på 60 °C ved en udetemperatur på -12 °C.

I fjernvarmeopvarmede etageejendomme dimensionerede man helt op til midten af 1990'erne typisk varmeanlæggene til en fremløbstemperatur på 80 °C og en returtemperatur på 40 °C ved en udetemperatur på -12 °C.

Det vil sige, at de temperatursæt, der tidligere blev benyttet ved dimensionering, er væsentligt anderledes, end de temperatursæt der benyttes i dag.

De høje dimensionerende fremløbs- og returtemperaturer kan medføre problemer fx ved udskiftning af varmekilde. Ønsker man eksempelvis at udskifte en ældre gaskedel til en moderne kondenserende kedel, som kører ved lavere fremløbs- og returtemperaturer, vil det lavere temperaturniveau medføre, at radiatorernes ydelse reduceres. Dette betyder, at det kan være nødvendigt at installere ekstra radiatorer.

Radiatorydelse

Radiatorers ydelse angives i radiatorproducenternes kataloger ofte ved temperatursættet 70/40/20 °C (fremløb/returløb/rum).

Som det ses i tabel 4 og 5, er de temperatursæt, der benyttes ved dimensionering i nogle tilfælde væsentligt anderledes end de temperatursæt, som anvendes ved angivelse af radiatorydelsen i kataloger.

Der må derfor foretages en omregning af radiatorydelse til anvendte temperatursæt.

Tabel 6 viser relative ydelser for en radiator ved forskellige fremløbs- og returtemperaturer. Ydelsen ved temperatursættet 75/65/20 °C er angivet til 1,0 (med blå), da det er referencen.

Retur-temperatur [°C]	Fremløbstemperatur [°C]											
	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35
80	1,409	1,341										
75	1,334	1,269	1,203									
70	1,258	1,196	1,133	1,069								
65	1,180	1,120	1,061	1,000	0,938							
60	1,100	1,044	0,987	0,929	0,871	0,812						
55	1,017	0,964	0,911	0,857	0,802	0,746	0,690					
50	0,932	0,883	0,833	0,782	0,731	0,679	0,626	0,572				
45	0,843	0,797	0,751	0,704	0,657	0,609	0,560	0,511	0,460			
40	0,749	0,707	0,665	0,622	0,579	0,536	0,491	0,447	0,401	0,354		
35	0,648	0,611	0,573	0,535	0,496	0,457	0,418	0,379	0,338	0,297	0,254	
30	0,536	0,503	0,471	0,438	0,405	0,372	0,338	0,304	0,270	0,235	0,200	0,163
25	0,400	0,374	0,348	0,322	0,296	0,270	0,244	0,218	0,191	0,164	0,137	0,110

Tabel 6

Eksempel

I en ældre etageejendom er en ældre oliekedel udskiftet med fjernvarme. Varmesystemet består af radiatorer, som er dimensioneret til en fremløbstemperatur på 80° C og en returtemperatur på 60° C ved en udetemperatur på -12° C. Anlægget yder 200 kW ved det angivne temperatursæt, hvilket svarer til varmebehovet.

Efter installationen af fjernvarmeanlægget ønskes en fremløbstemperatur på 60° C og en returtemperatur på 40° C ved en udetemperatur på -12° C.

I tabel 6 (markeret med grøn og gul) ses, at den relative ydelse for radiatorerne vil falde fra 0,987 til 0,491, hvis temperaturerne ændres. Anlægget vil således kunne yde 99 kW ($0,491/0,987 \times 200$ kW) ved de reducerede temperaturer.

Hvis ejendommen skal kunne opvarmes tilfredsstillende med det nye fjernvarmeanlæg og ved de lavere temperaturer, skal der installeres et større radiatorareal, eller ejendommens varmetab skal reduceres ved fx efterisolering.

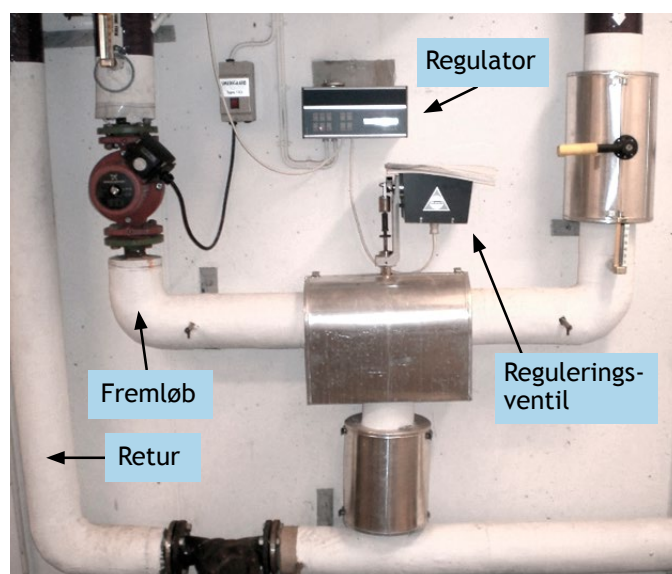
STYRING OG REGULERING

Vejrkompeniseringsanlæg

I de fleste varmecentraler er der installeret et vejrkompeniseringsanlæg, som regulerer fremløbstemperaturen til radiatoranlægget afhængigt af udetemperaturen. Jo lavere udetemperatur, jo højere er fremløbstemperaturen på vandet, der sendes til radiatorerne.

Et vejrkompeniseringsanlæg sparer varmetab fra centralvarmerørene i ejendommen. Hvis ejendommen har fjernvarmeforsyning, kan der spares mere, idet afkølingen af fjernvarmevandet bliver bedre.

Desværre ses det ofte, at vejrkompeniseringsanlægget er indstillet forkert, og fremløbstemperaturen er indstillet for højt for at forebygge, at beboere klager over utilstrækkelig varme. Dette resulterer dog i et unødigt stort energiforbrug og øgede energiomkostninger.



Indstilling af fremløbstemperaturkurven

I et vejrkompeniseringsanlæg kan der, som det ses i figur 1 på næste side, vælges forskellige kurver for sammenhængen mellem fremløbstemperatur og udetemperatur.

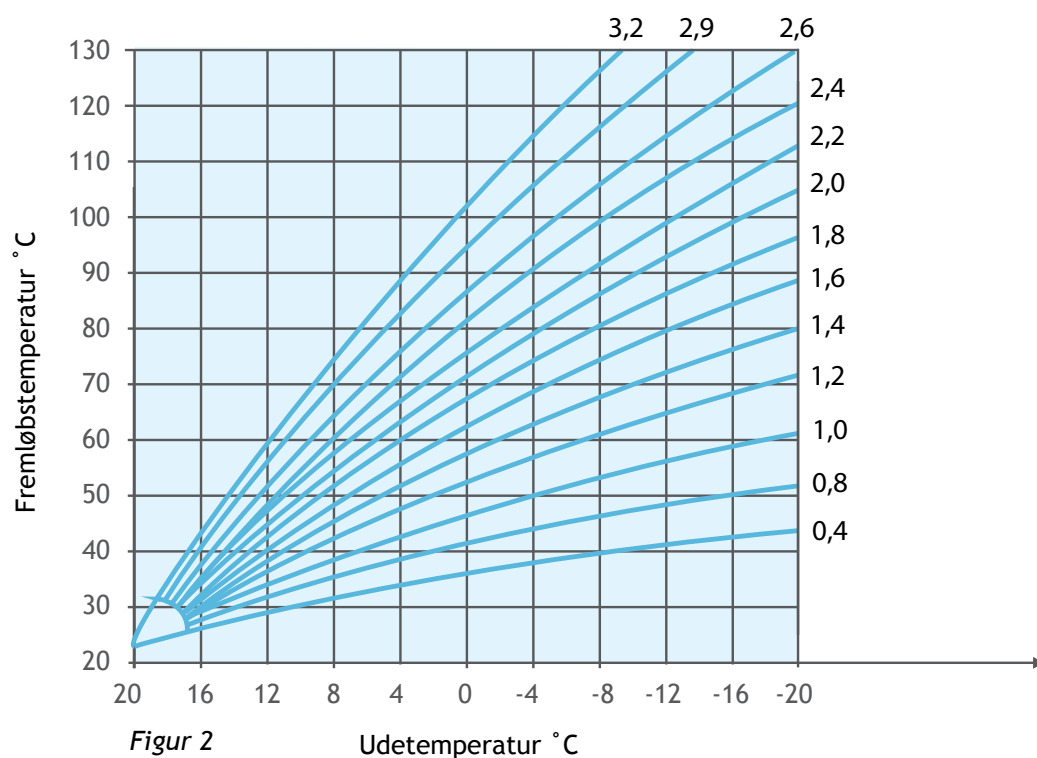
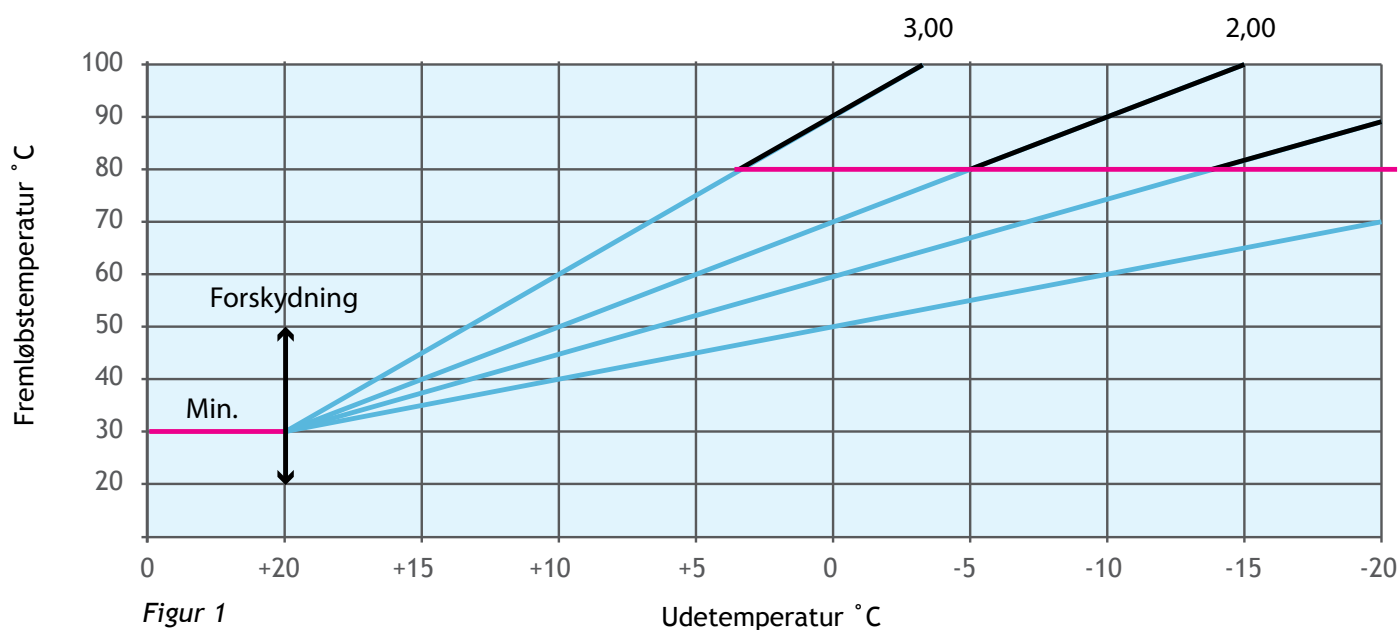
Kurverne har forskellige hældninger (her kaldet autoritet). Kurverne kan endvidere parallelforskydes. I dette tilfælde $\pm 20^\circ\text{C}$. Der kan endvidere vælges en minimum- og maksimumbegrænsning af fremløbstemperaturen. I dette tilfælde henholdsvis 30°C og 80°C .

Som udgangspunkt vælges en kurve, der går gennem to punkter. Det ene punkt er fremløbstemperaturen ved den dimensionerende driftstilstand - det vil sige ved en udetemperatur på -12°C . Det andet punkt er fremløbstemperaturen ved ophør af fyringssæsonen - det vil sige ved en udetemperatur på 17°C . Den temperatur vil man typisk vælge til $25-30^\circ\text{C}$.

Hvis det viser sig, at den valgte kurve ikke giver den ønskede komfort i opholdsrummene, kan man enten forskyde kurven eller vælge en kurve med en anden autoritet.

I figuren ses, at kurverne er rette linjer. I nyere vejrkompeniseringsanlæg er kurverne krumme. Denne krumning sikrer, at fremløbstemperaturen i overgangsperioder (forår og efterår) bliver højere, end den ville være blevet, hvis kurven var en ret linje. Se figur 2 på næste side.

Reguleringskurve for vejrkompenseringsanlæg



Sommersluk

I mange ældre varmecentraler er der ikke installeret automatik, der sørger for, at varmeforsyningen til ejendommen afbrydes om sommeren. Installation af sommersluk-automatik sikrer, at cirkulationspumperne til centralvarmeanlægget slukkes i sommermånederne,

så der ikke cirkulerer varmt vand i anlægget om sommeren. Slukningen af cirkulationspumperne i sommermånederne reducerer elforbruget til pumperne. Endvidere spares varmetabet fra cirkulationsledningerne.

Blandesløjfer/reguleringsventiler

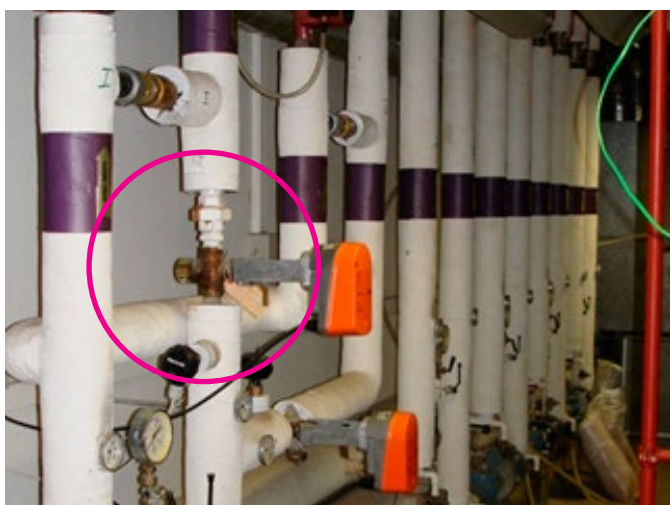
Korrekt dimensionering af reguleringsventiler er væsentlig for anlæggets funktion og kræver i hver enkelt tilfælde, at der må foretages en individuel vurdering.

De mest anvendte reguleringsventiler er:

- Tovejs drøvleventiler
- Trevejs blandeventiler

For at en reguleringsventil skal virke korrekt, skal der være et vist trykfald over den. Ventilens trykfaldsandel udtrykker hvor stor en del af det disponible drivtryk (pumpestryk eller differensstryk mellem frem- og returledning), der falder over ventilen, når denne er helt åben. Typisk bør trykfaldsanden være minimum 0,5.

Reguleringsventiler vælges med så lille trykfald (stor Kv-værdi) som muligt dog således, at reguleringsevnen bevares.



Tovejs drøvleventil



Trevejs blandeventil



Radiatortermostatventil



Returventil

Radiatortermostatventiler

Ved valg af radiatortermostatventiler og evt. returkoblinger skal det sikres, at der kan opnås et tilfredsstillende trykfald over alle de tilsluttede radiatorer.

Tryktab i radiatortermostatventiler

For radiatortermostatventiler og andre reguleringsventiler i øvrigt gælder, at det er trykdifferensen Δp over ventilen, der driver vandet igennem ventilen. Δp over radiatortermostaten bør være maks. ca. 10 kPa på grund af risiko for støj.

Ved for lavt differenstryk kan der komme for lidt vand gennem ventilen og radiatoren, hvilket medfører manglende varme.

Ved fjernvarmeanlæg, som er direkte tilsluttet fjernvarmeledningerne, er der ofte problemer med reguleringen på grund af det høje og svingende gadeledningstryk. Problemet med reguleringen konstateres ved pendling, hvor rumtemperaturen svinger. I nogle tilfælde med helt op til $\pm 3^\circ\text{C}$.

Det kan løses i den enkelte lejlighed ved montering af trykdifferensregulator.

Proportionalbånd

Det anbefales af komfortmæssige grunde at beregne radiatortermostater efter et P-bånd (X_p) på $1-3^\circ\text{C}$, altså ca. 2°C .

Et meget lille P-bånd stiller store krav til ventiler, følere mv., mens et stort P-bånd vil regulere rumtemperaturen dårligt med store temperatursving til følge og derved dårlig komfort og økonomi.

Dimensionering af radiatortermostatventiler

I forbindelse med dimensionering og valg af radiatortermostatventiler kan følgende fremgangsmåde benyttes:

- Den nødvendige Kv-værdi fastlægges. Fastlæggelsen sker på baggrund af:

1. Laveste forekommende differenstryk over ventilen
Reguleringsventiler dimensioneres ud fra det lavest forekommende differenstryk, hvilket oftest er om vinteren, hvor behovet er størst. I alle andre situationer vil ventilen være for stor. Der skal her tages hensyn til, at andre komponenter i systemet har tryktab, og at det mindste differenstryk over ventilen derfor ikke er differenstrykket.

2. Beregnet maksimalt flow gennem ventilen
Beregning kan ske ud fra den overførte effekt og afkølingen. Hvis radiatoren er overdimensioneret, hvilket er helt almindeligt, dimensioneres der oftest efter rummets varmebehov.

- Der vælges en ventil med et proportionalbånd på $1-2^\circ\text{C}$. Leverandørerne har tabeller og diagrammer til bestemmelse af ventilen. Kv-værdien er vandflow i m^3 pr. time ved helt åben ventil og et trykfald over ventilen på 1 bar. Den angives som regel ved et proportionalbånd på 2°C . Endvidere angives Kvs-værdien, som er Kv-værdien ved fuldt åben ventil. For ventiler med forindstilling angives Kv-værdien som funktion af forindstillingen, forudsat at proportionalbåndet er $1-2^\circ\text{C}$.
- Normalt skal differenstrykket være fra 5-10 kPa over termostatventilen. Termostatventiler kan give pendlende drift, men dette kan som regel accepteres. Hvis der i dellastsituationer ligger for stort tryktab over termostatventilen, kan dette give anledning til støj.
- Bemærk, at der findes særlige ventiler til enstrengs-anlæg.
- Moderne cirkulationspumper med proportionalregulering egner sig godt til anlæg med termostatventiler. Hvis flowet i anlægget går ned, når termostaterne lukker, reducerer pumpen trykket, så risikoen for støj mindskes.

Forindstilling af termostatventiler

Termostatventiler kan fås med og uden forindstilling. Hvis ventilerne er forindstillede, er anlægget i hydraulisk balance, også når anlægget og bygningen er kold, og termostaterne er fuldt åbne.

Montering af termostatventiler med forindstilling, der ikke bliver beregnet korrekt og herefter heller ikke indstilles korrekt, gør dog mere skade end gavn.

Følgende anbefales som hovedregler, men der er undtagelser:

- I de tilfælde hvor tryktabet i fordelingsledningerne holdes under 5 kPa, kan strengreguleringsventiler erstattes af forindstillede termostater ved lidt større anlæg end i fx enfamiliehuse (og mindre etageejendomme med nogle få opgange).
- Der anbefales forindstilling i udstrakte anlæg med strengreguleringsventiler og med flere end nogle få radiatorer pr. streng.

Beregning af forindstilling

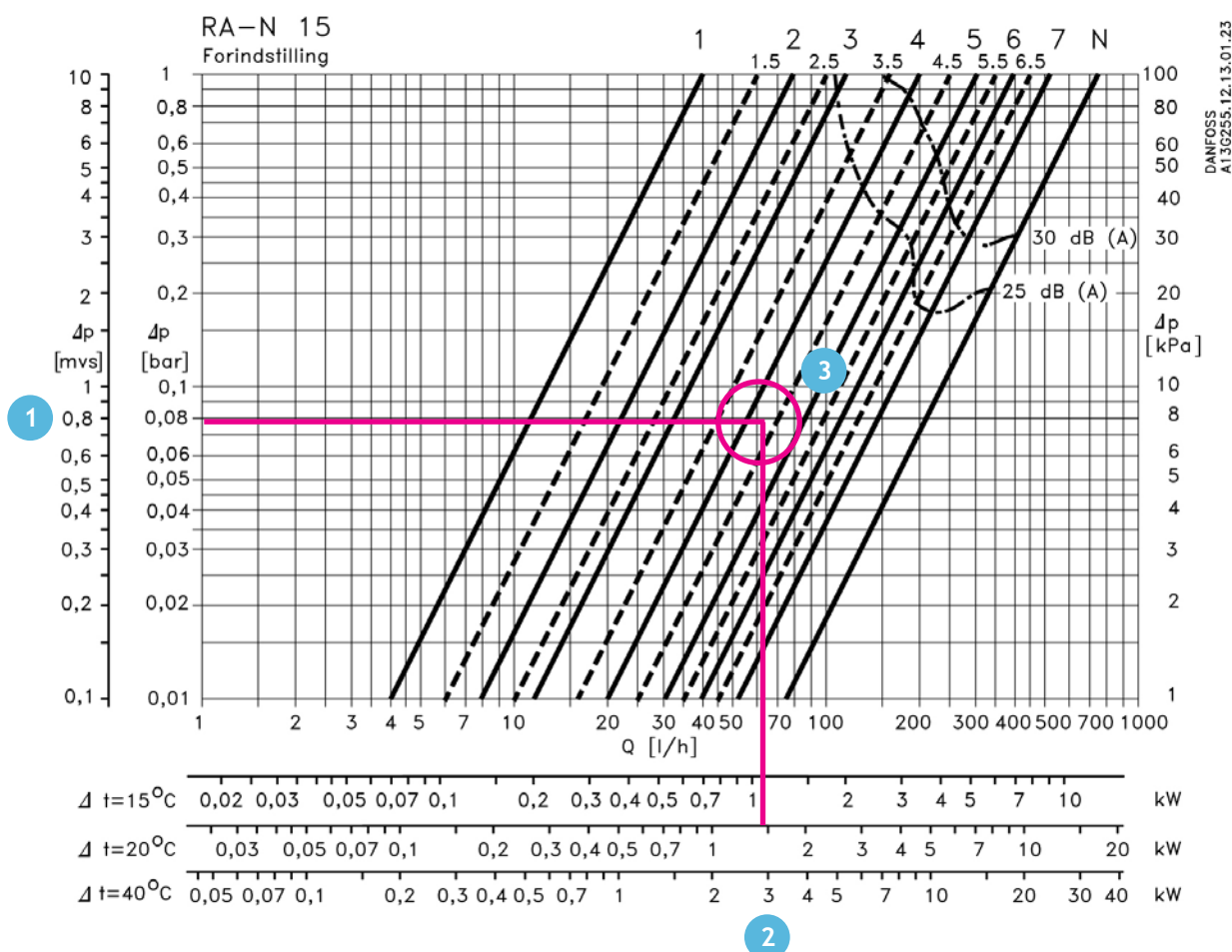
Der anvendes normalt et tryk på 5-10 kPa som udgangspunkt.

Drejer det sig om en stigstreng i en ejendom med nedre fordeling, beregnes den øverste radiatorventil først. Herefter lægges rørmotstanden ned til næste etage til. Herved fås trykket for næste ventil. Det er meget almindeligt, at man kan se bort fra tryktabet i stigstrengene.

Eksempel

I nedenstående figur ses et eksempel på en kurve til bestemmelse af forindstillingen af en radiatortermostatventil. Forindstillingen findes ved at gå ind på x-aksen med varmebehovet og y-aksen med differensstrykket. Skæring mellem de to viser forindstillingsværdien.

I figuren er skæringen mellem varmebehovet (1,5 kW ved en temperaturdifferens på 20 °C (2)) og differensstrykket over ventilen (0,075 bar (1)) indtegnet. Skæringspunktet svarer til en forindstilling på 4,5 (3).



PUMPER

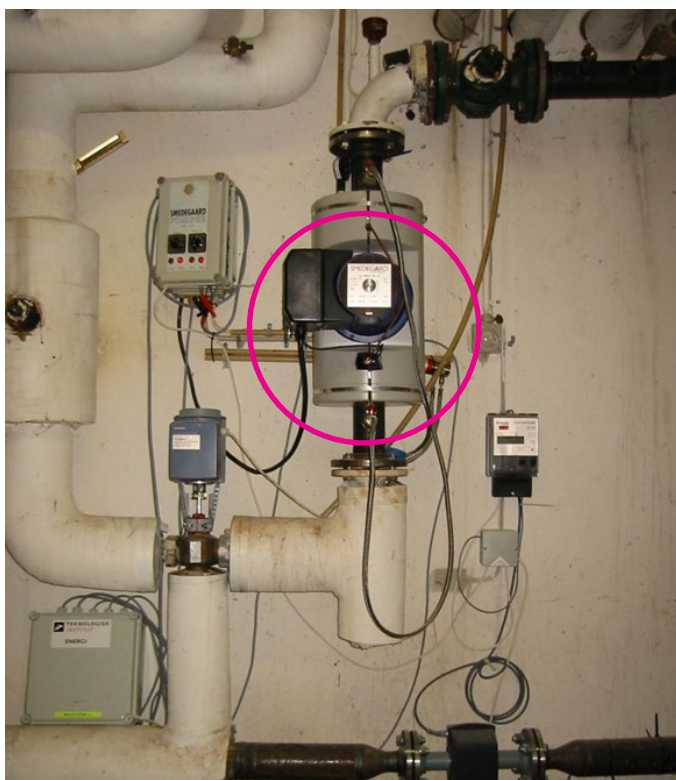
Centralvarme

I centralvarmeanlæg skal pumper være dimensioneret til at kunne levere en nødvendig vandmængde fra en kedel eller en veksler til et radiatoranlæg ved en udetemperatur på -12 °C. Ved denne udetemperatur skal pumperne kunne levere en vandmængde til radiatoranlægget, der sikrer, at varmeafgivelsen fra anlægget sammen med gratisvarmen bliver lige så stort som bygningens varmetab. Herved kan der opretholdes en dimensionerende rumtemperatur på 20 °C.

Mange ældre cirkulationspumper kan reguleres i trin, så det er muligt at tilpasse pumpens ydelse efter behov. Men lige som for vejrkompenseringsanlægget indstilles pumperne ofte på det højeste trin for at undgå risikoen for manglende varme på en kold vinterdag. Der kan tit være god økonomi i at få udskiftet pumperne med nye moderne cirkulationspumper, som selv regulerer pumpens ydelse efter behovet.

På baggrund af det årlige varmeforbrug i ejendommen kan man beregne det dimensionerende flow, Q_{max} , og det dimensionerende differenstryk, H_{max} , på følgende måde:

$Q_{max} = \frac{3,6 \times (1 - GUF) \times \text{varmeforbrug}}{2,6 \times 4,2 \times \Delta T_{dim}} \left[\frac{m^3}{h} \right]$ $H_{max} = \frac{0,0082 \times (1 - GUF) \times \text{varmeforbrug}}{2,6} + 2,0 \text{ [mVs]}$	
<i>GUF</i>	Andelen af varmeforbruget, der er grad-dageuafhængigt [-]. For etageboliger kan andelen sættes til 28 % eller 0,28. Varmeforbrug er det årlige varmeforbrug til rumvarme og varmt brugsvand [MWh].
ΔT_{dim}	Forskellen mellem fremløbs- og returtemperaturen ved en udetemperatur på -12 °C [°C].



Eksempel

I en etageejendom er det årlige varmeforbrug 2.000 MWh. Den dimensionerende temperatur-differens ΔT_{dim} er 25 °C. GUF er opgjort til 28 %.

På baggrund af disse data beregnes de dimensionerende forhold Q_{max} og H_{max} således:

$$Q_{max} = \frac{3,6 \times (1 - 0,28) \times 2.000}{2,6 \times 4,2 \times 25} = 19 \frac{m^3}{h}$$

$$H_{max} = \frac{0,0082 \times (1 - 0,28) \times 2.000}{2,6} + 2,0 = 6,6 \text{ mVs}$$

Når Q_{max} og H_{max} er beregnet, kan der foretages en beregning af elbesparelsen ved udskiftning af cirkulationspumpen. I Videncentrets energiløsning om udskiftning af større cirkulationspumper er dette beskrevet nærmere.

Pumpen skal være dimensioneret efter varmetabet i cirkulationsledningen. I en etageboligbebyggelse skal pumpens flow være dimensioneret, så temperaturfaldet på brugsvandet, der opstår på grund af varmetabet i cirkulationsledningen, maksimalt er 3-5 °C - fra varmtvandsbeholderen til den yderste bruger af det varme vand.

Trykforøgning

I etageboliger er pumpens opgave at sikre et tilstrækkeligt væskeledningstryk i de øverste dele af bygningen. Med et trykforøgersystem bliver det muligt, at et utilstrækkeligt tryk på en eksisterende væskeledning kan hæves til et tilstrækkeligt niveau.

En trykforøgerpumpe skal ved dimensionerende forhold kunne levere en maksimal vandmængde og en nødvendig løftehøjde. Den nødvendige løftehøjde afhænger af modstanden i rør og ventiler ved den maksimale vandmængde. Endvidere afhænger løftehøjden af differensen mellem vandværkstrykket og det ønskede afgangstryk.

Ved dimensionering af trykforøgerpumper er det vigtigt at fastlægge det lavest tænkelige tilgangstryk til anlægget, da det har betydning for, om pumpen kan levere det ønskede afgangstryk.

Brugsvand

I brugsvandsanlæg er pumpens opgave at cirkulere varmt brugsvand mellem en varmtvandsbeholder eller veksler og forbrugsstederne.



VARMTVANDSPRODUKTION

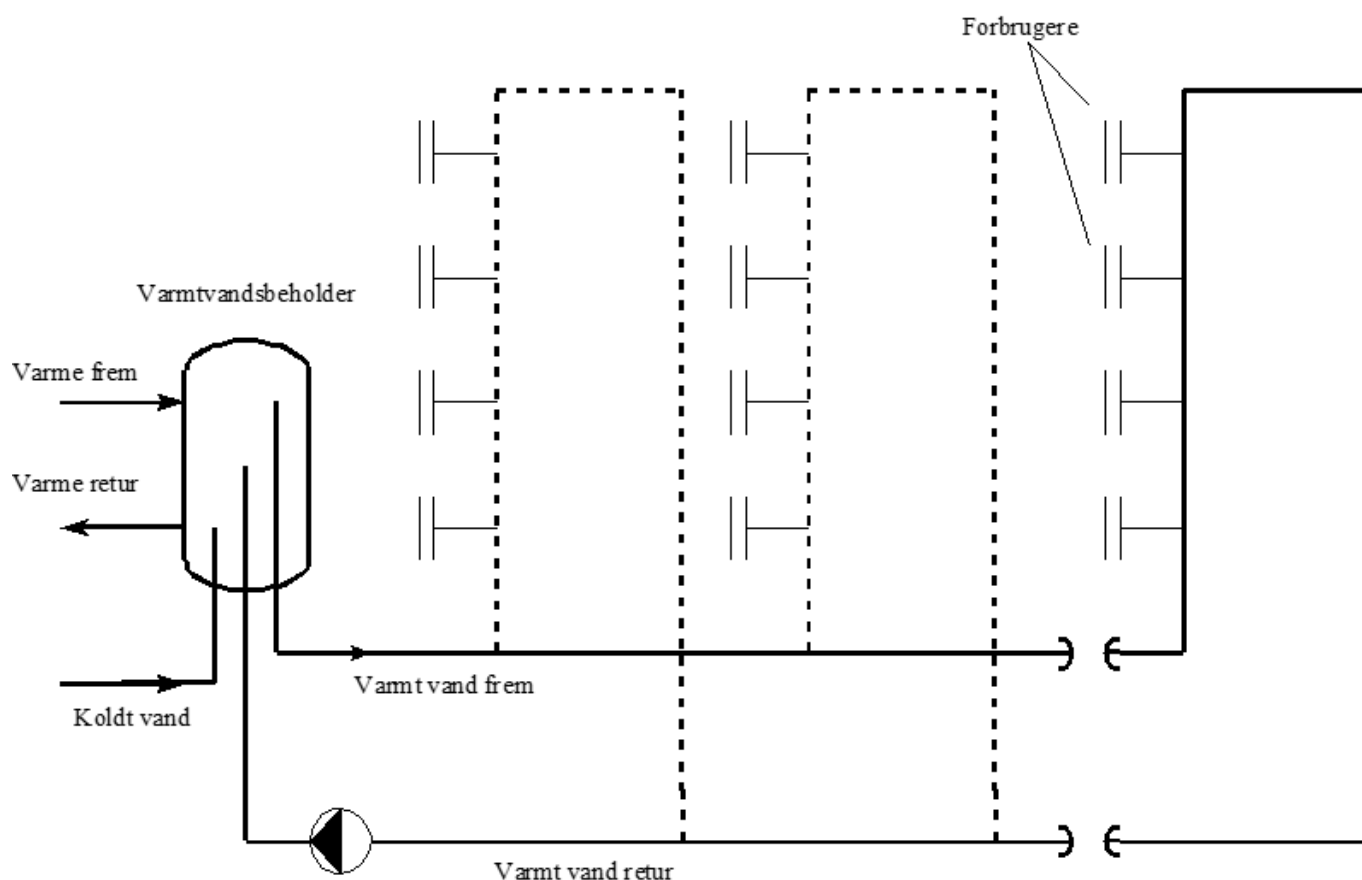
Anlæg til produktion af varmt brugsvand dimensioneres efter DS 439, Norm for vandinstallationer.

Anlæg til produktion af varmt brugsvand skal - under hensyntagen til varmtvandsstedernes antal og brug - kunne yde en tilstrækkelig vandmængde og vandstrøm med en temperatur, der passer til formålet.

Anlæg til produktion af varmt vand skal dimensioneres til en maksimal fremløbstemperatur på 60 °C og en maksimal returtemperatur på 30 °C. Ved disse temperaturer skal vandet kunne varmes op fra 10 °C til 55 °C.

Ud over det viste system med beholder nedenfor findes følgende:

- Systemer med ladekreds. Det vil sige en beholder med separat veksler, typisk en fembenet veksler, som også tilgås af cirkulationsledningen, og en beholder uden indbygget varmeplade. Beholderen kan gøres mindre, og der kan opnås bedre afkøling af fjernvarmevand eller kedelvand. Der findes en del anlæg i etageboliger af denne type, men de er erfaringsmæssigt vanskelige både at designe og styre i praksis
- Systemer med veksler/gennemstrømningsvand-varme



Solvarme

Der kan både være energimæssige og økonomiske fordele ved solvarmeanlæg til etageejendomme. Først og fremmest er det interessant i ejendomme med stort varmtvandsforbrug om sommeren, høje energipriser og gode muligheder for placering af solfangere og varmelager. De økonomiske fordele ved solvarmeanlæg kan være særligt attraktive, hvis installationen af solvarmeanlæg finder sted i forbindelse med nybyggeri eller renovering af tag og af bygningens energianlæg.

Solvarmeanlægget kan enten benyttes til at opvarme brugsvand og til at dække en del af cirkulationsledningens varmetab eller til kombineret brugsvands- og rumopvarmning.

For yderligere anvisninger om solvarmeanlæg henvises til Videncentrets energiløsning om [Solvarmeanlæg til store bygninger](#).

Varmtvandsbeholdere

Mange ejendomme har eksisterende varmtvandsbeholdere, der er overdimensionerede i forhold til det aktuelle forbrug. De har ofte en volumen, der svarer til mellem et halvt og et helt døgn forbrug. Dette vurderes ikke hensigtsmæssigt i relation til bakterier.

For dimensionering af varmtvandsbeholdere henvises der til Videncentrets energiløsning [Udskiftning af varmtvandsbeholdere, etageejendomme](#).



Varmtvandsveksler/gennemstrømningsvandvarmer

I Videncentrets energiløsning om [Renovering af varmecentral med fjernvarme](#) er der oplysninger til beregning af vekslerløsning.

Fordele ved vekslerløsning:

- Meget kompakte anlæg
- Vekslerne løber aldrig "tør"
- Mindre risiko for legionella
- Der kan principielt opnås en bedre afkøling

Ulemper ved vekslerløsning:

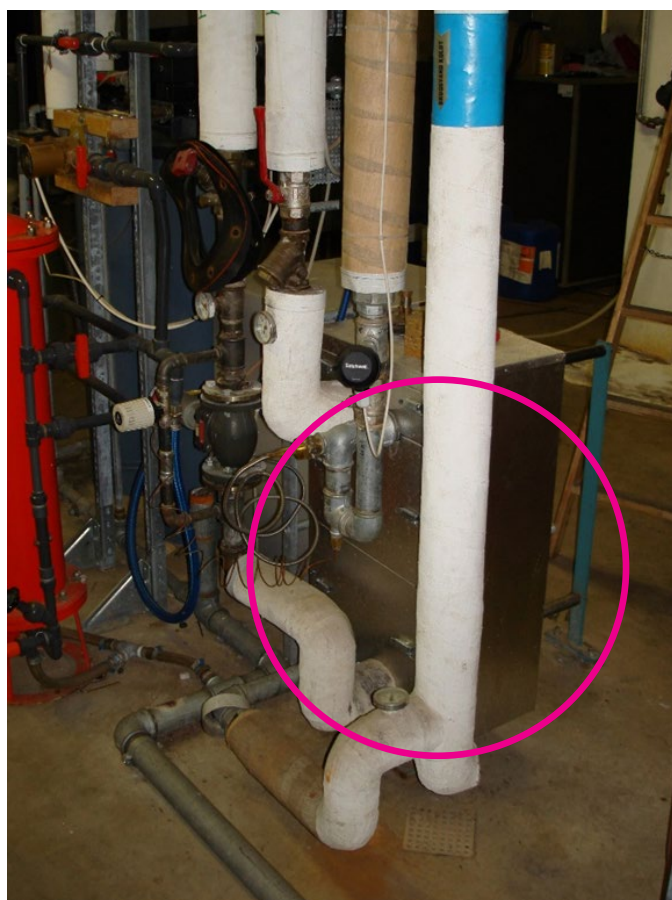
- Der skal påregnes vedligeholdelse på grund af tilstening. Dette afhænger af forsyningstemperaturen
- Der skal i reglen bruges et højere forsyningstryk

El-tracing

El-tracing er opretholdelse af temperaturen i distributionssystemet ved hjælp af varmekabler. Det gør det muligt at undgå, at cirkulationsvandet skal føres tilbage til produktionsstedet (veksler/beholder). Det betyder, at returledningen til beholderen eller veksleren gøres overflødig, hvilket reducerer varmetabet til cirkulation af varmt brugsvand.

I rapporten [Varmt Brugsvand. Måling af forbrug og varmetab fra cirkulationsledninger](#) fra SBi ses dog, at el-tracing ikke giver mindre tab end et traditionelt cirkulationssystem.

Ved nybyggeri reduceres anlægsudgiften imidlertid, når returledning og cirkulationspumpe overflødiggøres.



TEKNISK ISOLERING

Installationer skal udføres, så unødvendigt energiforbrug undgås. De skal isoleres mod varmetab og kondens i overensstemmelse med DS 452, Norm for termisk isolering af tekniske installationer. I henhold til DS 452

kan normale bygningsinstallationer og dele af dem klassificeres efter nedenstående tabeller. Det er anlæggets funktion, der bestemmer, hvilken isoleringsklasse der skal dimensioneres efter. Se nedenstående tabeller for opvarmningsanlæg samt anlæg til varmt brugsvand.

Opvarmningsanlæg

Anlægstype	Omgivende temperatur T_a	
Opvarmningsanlæg	$\leq 5\text{ °C}$	$\geq 5\text{ °C}$
Koblingsledninger i samme rum som varmegiver		KL. 0
Koblingsledninger i andre rum end varmegiver, samt alle koblingsledninger nedlagt eller indstøbt i gulve, vægge eller lofter	KL. 6	KL. 2
Fordelingsledninger, varmevekslere, varmebeholdere og installationsdele		
• Kun varme i opvarmningssæsonen med $T_m < 45\text{ °C}$	KL. 6	KL. 3
• Kun varme i opvarmningssæsonen med regulering af fremløbstemperatur	KL. 6	KL. 3
• Andre tilfælde, herunder fjernvarme inden for bygningen og fordelingsledninger mellem bygninger	KL. 6	KL. 4

Tabel 7

Varmt brugsvand

Anlægstype	Omgivende temperatur T_a	
Varmt brugsvand	$\leq 5\text{ °C}$	$\geq 5\text{ °C}$
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

Tabel 8

Isoleringstykkelser for forskellige rørdiameter og isoleringsklasser				
Forudsætninger: Driftstemperatur = 50 °C				
Udvendig rørdiameter [mm]	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4
35	17 mm	22 mm	29 mm	40 mm
48	21 mm	26 mm	34 mm	48 mm
60	21 mm	29 mm	38 mm	53 mm
89	27 mm	34 mm	45 mm	61 mm
140	30 mm	38 mm	51 mm	69 mm

Tabel 9. Da klasse 5 og 6 gælder for installationer med temperaturer fra henholdsvis 60 °C og 120 °C , findes der ikke isoleringstykkelser for disse klasser i tabellen. Ved isolering i praksis rundes tykkelsen op til nærmeste værdi større end tabelværdien.

Varmetab

I nedenstående tabel ses varmetab fra henholdsvis stålrør og kobberør.

Rørtype/rørdiameter	Tab i W/mK							
Stålrør/isoleringstykkelse	0 mm	10 mm	15 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm
3/8"	0,83	0,25	0,21	0,19	0,16	0,14	0,13	0,12
1/2"	1,01	0,29	0,24	0,21	0,17	0,15	0,14	0,13
3/4"	1,23	0,34	0,28	0,24	0,2	0,17	0,16	0,14
1"	1,49	0,40	0,33	0,28	0,23	0,19	0,17	0,16
1 1/4"	1,82	0,48	0,39	0,33	0,26	0,22	0,20	0,18
1 1/2"	2,04	0,54	0,43	0,36	0,28	0,24	0,21	0,19
2"	2,47	0,64	0,51	0,42	0,33	0,28	0,24	0,22
2 1/2"	3,03	0,79	0,61	0,51	0,39	0,33	0,28	0,25
3"	3,46	0,90	0,70	0,58	0,44	0,36	0,32	0,28
4"	4,31	1,13	0,86	0,71	0,54	0,44	0,38	0,33
5"	5,13	1,35	1,03	0,84	0,63	0,51	0,44	0,39
6"	6,03	1,61	1,22	0,99	0,74	0,59	0,51	0,44
Kobberør/isoleringstykkelse	0 mm	10 mm	15 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm
10-12 mm	0,61	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10
15 mm	0,74	0,23	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
18 mm	0,87	0,26	0,22	0,19	0,16	0,14	0,13	0,12
22 mm	1,03	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13
28 mm	1,27	0,35	0,29	0,25	0,20	0,18	0,16	0,15
35 mm	1,54	0,42	0,34	0,29	0,23	0,20	0,18	0,16
42 mm	1,81	0,48	0,38	0,33	0,26	0,22	0,20	0,18
54 mm	2,25	0,59	0,46	0,39	0,31	0,26	0,23	0,21

Tabel 10

Varmetab for ventiler og andre armaturer

For at beregne varmetabet for ventiler og andre armaturer er det nødvendigt at kende ventilernes og armaturernes ækvivalente rørlængder. Nedenfor ses ækvivalent rørlængde for typiske ventiler og pumper:

- Lille ventil (< 25 mm) 0,2 m
- Middel ventil (≥ 25 mm, < 50 mm) 0,5 m
- Stor ventil (≥ 50 mm) 1,0 m
- Stor ventil med flanger (≥ 50 mm) 1,5 m
- Pumpe 2,0 m

Når ventilernes og armaturernes ækvivalente rørlængder kendes, kan varmetabet findes i tabel 13 på næste side (uisolerede stålrør).

Varmetab fra varmtvandsbeholdere i forskellige størrelser ved forskellige isoleringstykkelser

Volumen, beholder	Tab i W/mK				
			30 mm PUR	50 mm PUR	
	0 mm	30 mm	50 mm	75 mm	100 mm
50 l	6,1	1,2	1	0,9	0,8
100 l	9,7	1,8	1,5	1,3	1,2
150 l	12,4	2,2	1,9	1,6	1,5
200 l	14,8	2,6	2,3	1,9	1,7
300 l	20	3,5	3	2,5	2,2
500 l	27,4	4,7	4	3,3	2,9
750 l	35,3	6	5,1	4,1	3,7
1.000 l	42,1	7,1	6,1	4,9	4,3
1.500 l	54,3	9	7,7	6,2	5,4
2.000 l	65,6	10,8	9,2	7,3	6,4
2.500 l	73,1	12	10,2	8,1	7,1
3.000 l	82,6	13,5	11,5	9,1	7,9
5.000 l	112,6	17,5	14,7	11,4	9,7
10.000 l	181,8	28,7	24,2	18,9	16,2

Tabel 11

Forudsætninger	I forbindelse med gennemgangen af en ældre etageejendom registreres følgende i ejendommens kældere: • 200 m 2" cirkulationsledning (fremløb - hovedledninger) isoleret med 15 mm isoleringsmateriale og med en gennemsnitlig medietemperatur i fyringssæsonen på 55 °C • 150 m 1" cirkulationsledning (fremløb - stikledninger) isoleret med 15 mm isoleringsmateriale og med en gennemsnitlig medietemperatur i fyringssæsonen på 55 °C Rørene efterisoleres med 35 mm isoleringsmateriale. Det omtrentlige antal timer i fyringssæsonen er 5.500 timer. Idet den gennemsnitlige temperatur i kælderen er vurderet til ca. 10 °C, kan varmebesparelsen ved hjælp af tabel 10 for varmetab fra rør (markeret med blå) beregnes til:
Besparelse	$((200 \text{ m} \times (0,51 \text{ W/m}^\circ\text{K} - 0,24 \text{ W/m}^\circ\text{K}) \times (55 - 10)^\circ\text{K}) + (150 \text{ m} \times (0,33 \text{ W/m}^\circ\text{K} - 0,17 \text{ W/m}^\circ\text{K}) \times (55 - 10)^\circ\text{K})) \times 5.500 \text{ timer/år} = 19.300 \text{ kWh/år}$

Se også Videncentrets energiløsning om [Isolering af rørinstallation til centralvarme og varmt brugsvand](#) for yderligere anvisninger om rørisolering.

VEDLIGEHOOLDELSE

Vedligeholdelse

Alle komponenter i en varmecentral skal vedligeholdes efter instruktionsanvisninger. Det dækker bl.a.:

- Ventiler skal motioneres for ikke at sætte sig fast
- Automatik skal tjekkes
- Kontrol af temperaturer på varme og varmt brugsvand
- Elektrolyseanlæg skal tilses og anoder skal skiftes
- Varmtvandsbeholdere skal udslammes 1-2 gange om måneden for at undgå legionella
- Varmtvandsbeholdere skal udsyres for at bevare ydeevnen
- Vekslerer skal renses og udsyres for at undgå tilstopning og bevare ydeevnen

Det er vigtigt, at varmtvandsbeholdere samt varmtvandsvekslere og varmevekslere på denne måde jævnligt bliver rensede, udsyret og vedligeholdt.

Hvis ikke der foretages rensning, bliver forsyningen af varmt vand og radiatorvarmen til beboerne forringet. Desuden bliver afkølingen på anlægget dårlig. En række fjernvarmeverker har strafgebyr på årsafregningen ved dårlig afkøling - hvilket er en unødigt varmeudgift.



Læs mere i energiløsningerne

Videncentret har udgivet detaljerede energiløsninger til renovering af varmecentraler i større bygninger. De giver konkrete og praktiske anvisninger på, hvad man kan forvente at spare, og hvordan arbejdet udføres. Der er syv forskellige energiløsninger om varmecentraler:

Renovering af fjernvarmeforsynet varmecentral

Renovering af naturgasforsynet varmecentral

Konvertering af oliefyret varmecentral til fjernvarme

Automatik i varmecentraler

Isolering af rørinstallation til centralvarme og varmt brugsvand

Udskiftning af varmtvandsbeholder

Udskiftning af større cirkulationspumper

Yderligere information

DS 469 Varme- og køleanlæg i bygninger

DS 439 Norm for vandinstallationer

DS 452 Isolering af tekniske installationer

Varme Ståbi

Varmt Brugsvand. Måling af forbrug og varmetab fra cirkulationsledninger. Statens Byggeforskningsinstitut

Den lille blå om varme. Dansk Energi

Den lille blå om sparepumper. Dansk Energi

Energimærkningshåndbogen. Energistyrelsen

Energistylsens energistatistik

Statistisk Årbog

Kontakt Videncenter for energibesparelser i bygninger. Du kan ringe til os på tlf. 7220 2255, hvis du har spørgsmål

Se også hjemmesiden:

www.ByggeriogEnergi.dk



Videncenter for
energibesparelser i bygninger

Om Videncenter for energibesparelser i bygninger

Videncenter for energibesparelser i bygninger - VEB - samler og formidler viden om konkrete og praktiske muligheder for at reducere energiforbruget i bygninger. Det sker ved, at Videncentret medvirker til, at byggeriets parter opnår flere kvalifikationer og nye værktøjer til at gennemføre energibesparende tiltag i bygninger.

Hermed understøtter Videncentret den samlede energispareindsats i Danmark.

Videncenter for energibesparelser i bygninger er etableret som led i den energipolitiske aftale fra februar 2008 og videreført i aftalen for 2012 og i 2015.

Vores logo - huset i flotte farver - er inspireret af termograferingsbilleder, der er et godt værktøj til at kortlægge energitabet i bygninger.



Videncenter for
energibesparelser i bygninger

www.ByggeriOgEnergi.dk • Tlf.: 7220 2555

