

Varme

Revideret 11/01 2016

Bygningsreglementet

Energistyrelsen har udarbejdet et Bygningsreglement med teknisk konstruktive krav til byggeriet. Normalt revideres Bygningsreglementet hver 5. år, men da Byggelovgivningen, er at betragte som et "levende dokument", udsendes der løbende reviderede tillæg til reglementerne i gyldighedsperioden. Der er den 30. juni 2010 udsendt det seneste Bygningsreglement og det bliver løbende ajourført. De nyeste ændringer kan ses på Energi styrelsens hjemmeside under Bygningsreglement <http://www.bygningsreglementet.dk/>

Selvom bygningsreglementet indeholder teknisk konstruktive krav til byggeriet, vil det ikke i alle tilfælde være muligt at udføre alle de til et byggeri forudsatte funktioner og krav efter reglementet, såsom udførelse af VVS-installationer eller bedømmelse af lovligheden af materialer og materiel, der indgår i installationen.

Til støtte for bygningsreglementet teknisk konstruktive krav, kan der i enkelte afsnit være henvisning til anden lovgivning, herunder normer, publikationer, regulativer, standarder og anvisninger.

I det efterfølgende skal der redegøres for den følgelovgivning, der henvises til i Bygningsreglementet.

Installationstekniske forskrifter

Dansk Standard har tradition for at udarbejde tekniske normer til forskellige formål. Dette er ingen undtagelse på vand-, varme- og afløbsinstallationer.

I Bygningsreglementet er der henvisning til at vand-, varme- og afløbsinstallationer skal udføres i overensstemmelse med henholdsvis: norm for vandinstallationer (DS 439), norm for varme- og køleanlæg i bygninger (DS 469) og norm for afløbsinstallationer (DS 432).

Endvidere er der for varme og varmtvandsanlæg henvisning til Arbejdstilsynets forskrifter for indretning og anvendelse af fyrede varmtvandsanlæg også kendt som At-vejledning.

For elinstallationer henvises til Stærkstrømbekendtgørelse, samt til fællesregulativet for tilslutning af elektriske installationer og brugsgenstande.

Skulle der gives en kort definition på begrebet

norm, som der henvises til når vand-, varme- og afløbsinstallationer skal udføres, vil det være en samling af bestemmelser, der tilsigter en teknisk forsvarlig indretning og udførelse af installationerne.

Da der ved udarbejdelse af normer tilstræbes en vis frihed for brugeren ved projektering og udførelse, kan de uomgængelige krav, der henvises til i de enkelte afsnit i normerne, være såvel funktionelt formuleret, som detaljeret specificeret.

Brug af normer forudsætter en teknisk indsigt i normernes opbygning og anvendelse. Dette vil i flere tilfælde kræve, at brugeren har en videregående teknisk og teoretisk uddannelse.

For at gøre en norm mere tilgængelig, og dermed brugervenlig, er normstoffet suppleret med vejledningsstof, eller normen er suppleret med en til formålet udarbejdet anvisning.

Såvel vejledningsstoffet som anvisninger må ikke opfattes som lovstof, men skal betragtes som et hjælpeværktøj, der på en anerkendt og acceptabel måde leder til opfyldelsen af de uomgængelige normkrav.

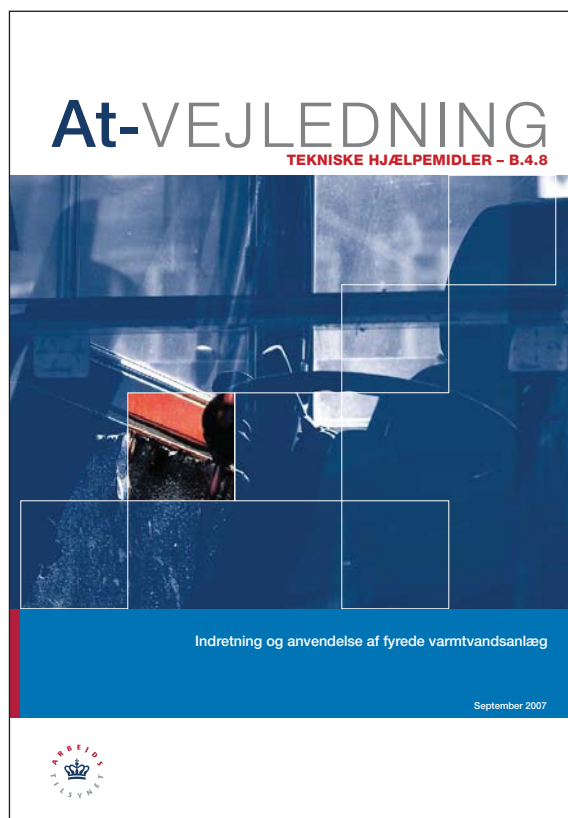
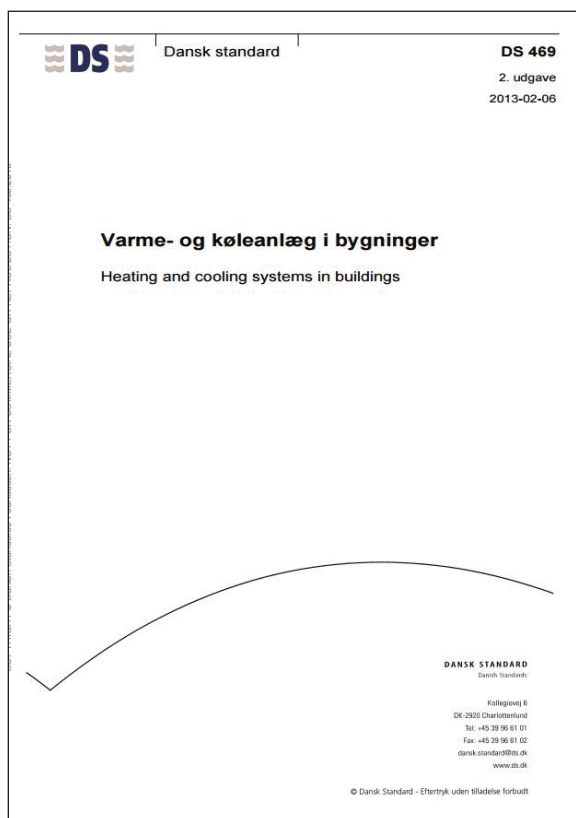
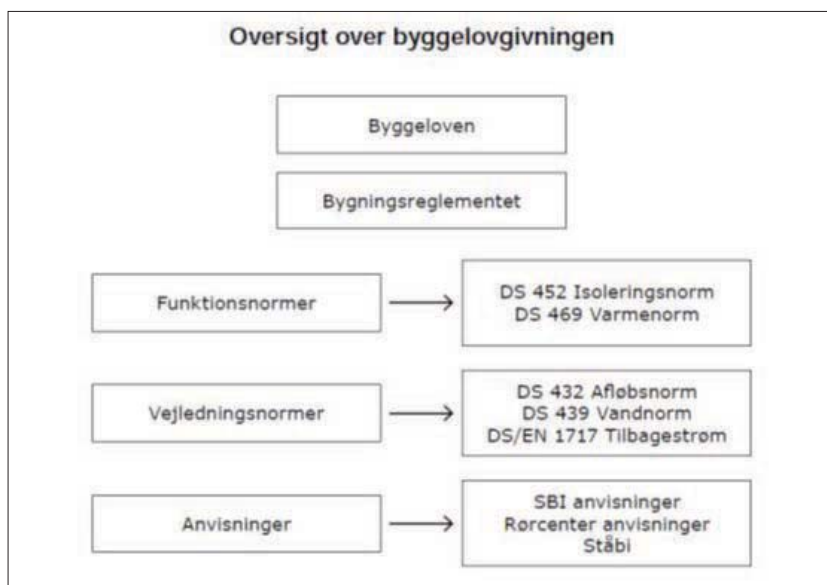
Udarbejdelse af anvisninger til mange formål ligger traditionelt i Statens Byggeforskningsinstitut (SBI) regi.

Eksempler på anvisninger er:

- SBI anvisning nr 255+256+257 for afløbsinstallationer
- SBI anvisning nr 175 for varmeinstallationer
- SBI anvisning nr 234 + 235 + 236 for vandinstallationer
- SBI anvisning nr 227 Korrosion i VVS installationer

Der alle er udarbejdet som hjælpeværktøj til de respektive normer.

Brugeren af installationstekniske forskrifter vil i mange tilfælde også blive præsenteret for henvisninger til såvel danske som udenlandske standarder, ikke mindst nu hvor EU's indre marked er en realitet.





Radiatoranlægget

Dansk Standard 469 er en norm der omfatter overordnede, funktionelle krav til varme- og køleanlæg og til de komponenter og materialer, der indgår i anlæggene.

Normen skal i muligt omfang tage hensyn til krav om blandt andet rimelig komfort og rimelig ressourceforbrug. Der skal i normen tages hensyn til igangværende internationalt og nordisk arbejde.

Gyldighedsområde:

Normen omfatter varmeanlæg:

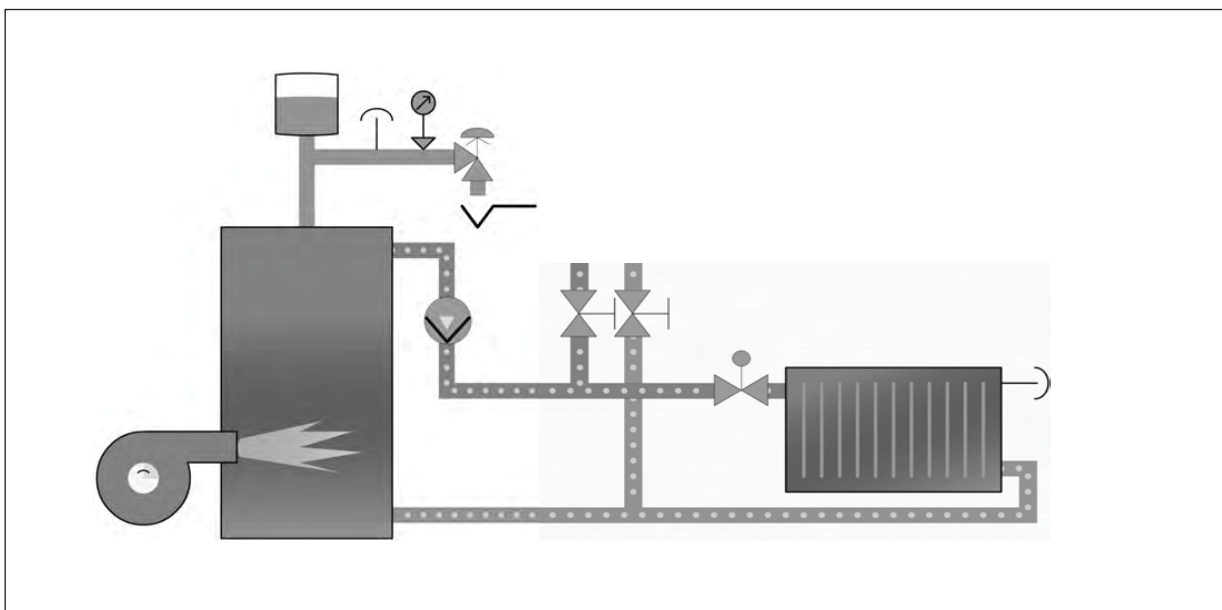
- der har vand som varmebærende medium.
- der har til formål at tilføre rum og bygninger samt tilknyttede systemer varme.
- hvor vandets temperatur forudsættes at være max. 110 °C.

Kedelanlægget

Arbejdstilsynet At-vejledning B.4.8 (tidligere, Publikation 42- 1980), omfatter overordnede krav vedrørende anlæg med fyrede kedler, hvori der fremstilles varmtvand til cirkulation uden for kedlen i et sluttet kredsløb.

Herunder:

- mindre åbne og lukkede anlæg
- større åbne og lukkede anlæg.

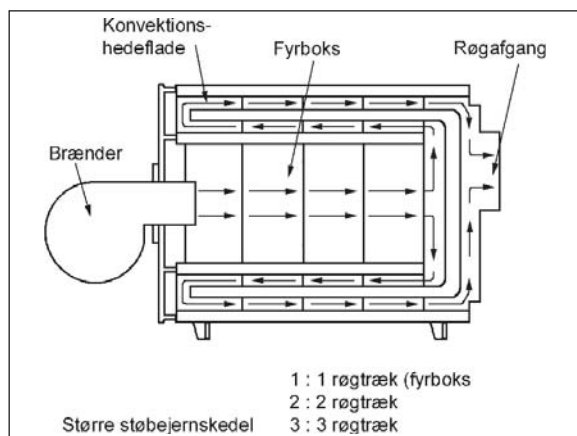




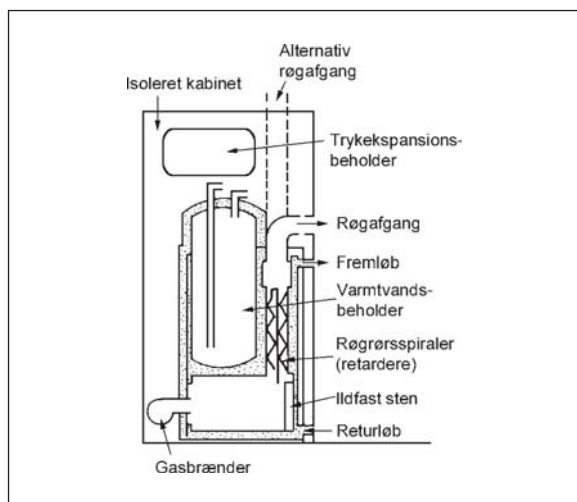
Varmebehov/varmelære

I det efterfølgende skal vi se nærmere på hvordan energien bliver omdannet fra olie eller gas til varme i kedlerne.

Disse to kedeltyper er nogle af dem vi anvender meget og kan bruges til både gas- og oliefyring. Kedlerne har normalt et stort vandvolumen, hvilket er med til at sikre brænderen rimelig drifttider. Kedlen styres ofte blot af en drifttermostat, evt. suppleret med en 3-vejs zoneventil til brugsvandsprioritering.



3 træks støbejernskedel.



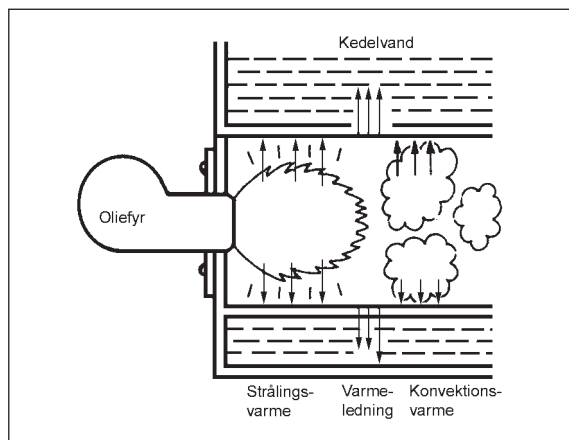
Pladejernskedel med indbygget VVB.

Varmetransmission

Ved forbrænding udvikles varme, som i kedlen i størst mulig omfang skal overføres til kedelvandet.

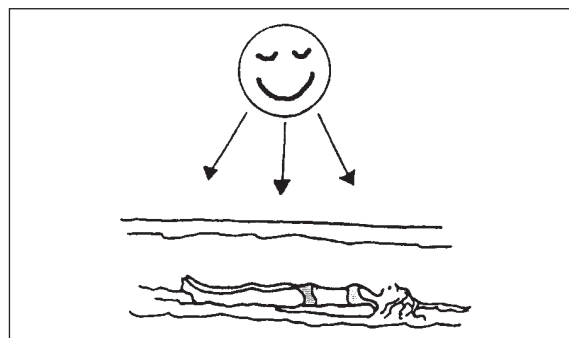
Varmeoverførslen sker ved:

- Stråling
- Konvektion
- Varmedledning



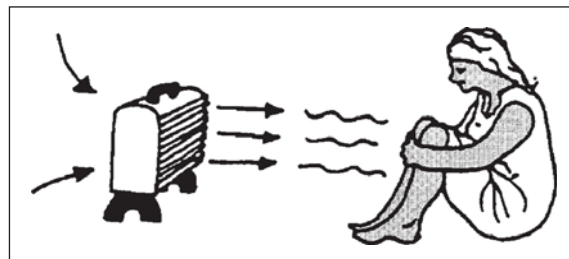
Stråling

Ca. 40 % af den udviklede varme ved forbrænding i en oliekedel overføres til hede-fladerne ved stråling fra flammen. For gaskedler repræsenterer denne varmeoverførsel ca. 15%. Energien udstråles som elektromagnetiske bølger, der opsuges af de koldere hede-flader.



Konvektion

De resterende ca. 60 % af den udviklede varme ved forbrænding i en oliekedel (ved gas ca. 85 %) overføres til hede-fladerne ved konvektion.



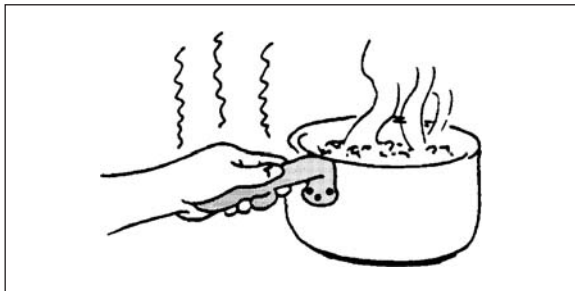
Den varmeoverførsel, der foregår ved at de varme røggasser berører kedlens hede-flader, er afhængig af dels røggassens hastighed og dels dens strømningsskarakter.

En jævn og samtidig turbulent strømning giver den bedste varmeoverførsel.



Varmeledning

Varmeoverførslen til kedelvandet foregår endelig ved varmeledning gennem selve hedepladematerialet, og er som sådan afhængig af stålmateriallets beskaffenhed. Eksempelvis ville en kedel af guld være det absolut bedste materiale rent varmeledningsmæssigt, men det er jo for det første for dyrt og hvad med smeltepunktet for guld?

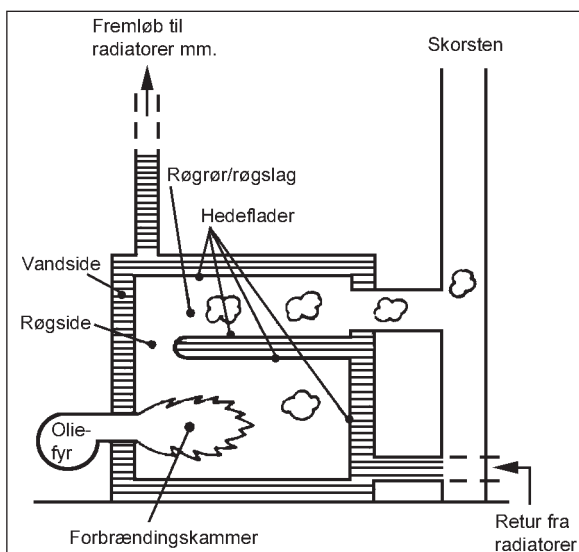


Kedlens opbygning

Varmeren produceres i den del af kedlen, som kaldes røgsiden, dvs. forbrændingskammer, røgrør/røgslag. Røgsiden kaldes også for kedlens hedeplade.

Størstedelen af den producerede varme forplanter sig gennem kedlens hedeplader (støbejern eller stålplade) over i det cirkulerende centralvarmevand. Herefter sørger cirkulationspumpen for videre transport ud til forbrugsstederne, radiatorerne og varmtvandsbeholderne.

Husk, det er vigtigt at kedel og centralvarmeanlægget passer sammen. Dette er især vigtigt når der skal vælges »lette« gaskedler i modsætning til kedler med et stort vandindhold.



Anlægsopbygning

Det følgende afsnit vil omhandle lidt om anlægsopbygning samt placering, og beregning af åbne og lukkede ekspansionsbeholdere.

Alle varmeanlæg er opdelt i 3 »kategorier«:

1. Den varmeproducerende del:

Kedlen/varmepumpen/etc.

2. Den varmefordelende del:

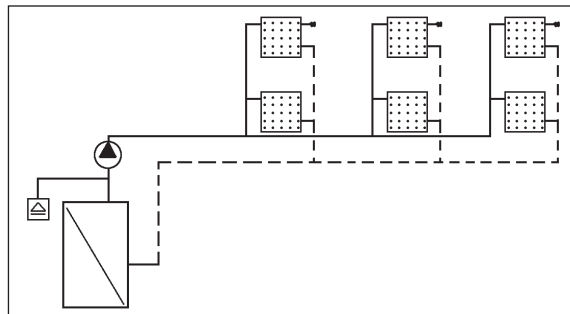
Rørsystemet/kanalsystemet.

3. Den varmeafgivende del:

Radiatorerne/gulvvarme/indblæsningsventilerne.

Principopbygning af et varmeanlæg

Her er det et 2-strengs anlæg med fordeling forneden, (der findes et utal af forskellige systemer, disse kommer vi ind på senere i uddannelsesforløbet).



Systemet er meget anvendt i villaer og i bygninger, hvor der ikke er plads til rørinstallationer på loftet.

Fordelingen sker derfor med fordelingsledninger under gulv eller kælderloft. Er der flere etager, forsynes øverste radiator med luftskruer.



Ekspansion

Hvis et materiale i fast, flydende eller luftformig tilstand udsættes for temperatursvingninger, vil det ændre størrelse - rumfang.

Dette fænomen forekommer altså også i et varmeanlæg, hvor vandet i radiatorsystemet opvarmes af en energikilde og derved udvider sig.

Da vand er usammentrykkeligt, vil der fremkomme en trykstigning i en lukket vandbeholder, som opvarmes - og jo højere temperaturstigningen er, desto højere bliver trykket.

For at beskytte varmeanlægget foreskriver Arbejdstilsynet, at der på ethvert varmeanlæg skal foretages foranstaltninger til beskyttelse af anlægget mod sprængning som følge af denne vand udvidelse.

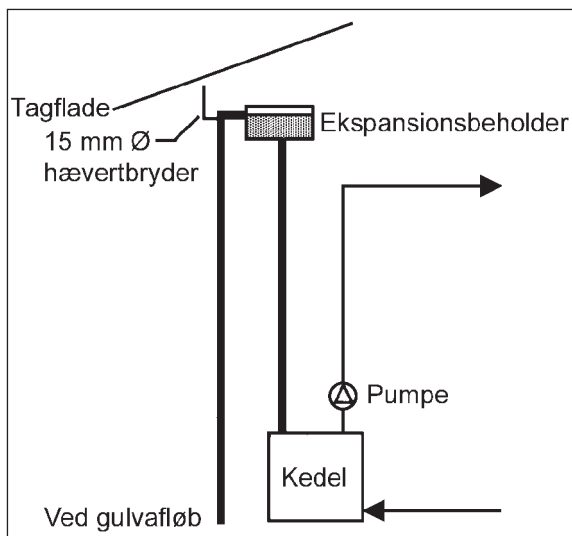
Ekspansionsbeholdere

Ekspansionsbeholdere til optagelse af anlægsvandets udvidelse forekommer i to udgaver, enten som en åben beholder med direkte adgang til atmosfæren eller som en lukket trykbeholder med luftpude, hvor forbindelsen til atmosfæren sker gennem én eller flere sikkerhedsventiler.

Sikkerhedsbestemmelser for mindre, åbne anlæg

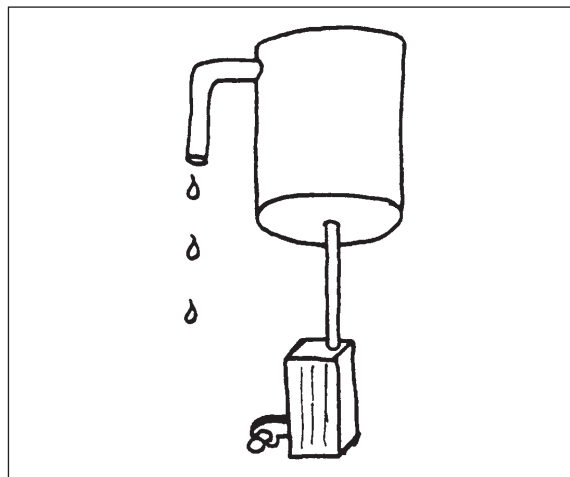
For at et åbent anlæg kan fungere farefrit og driftssikkert, skal Arbejdstilsynets bestemmelser i At-vejledning nøje følges.

- Enhver kedel skal være monteret et vandsøjlemål.
- Sikkerhedsledningens samlede længde ikke overstiger 200 m.
- Sikkerhedsledningens nominelle diameter for stålrør: 20 mm.
- Varmeydelsen ikke overstiger 60 kW.
- Kedler og radiatorer er trykprøvet efter normen DS 469.



Åbne ekspansionsbeholdere

Placering af en åben ekspansionsbeholder skal altid være over anlæggets højeste punkt for at sikre mod luft i øverste radiator.





Den åbne ekspansionsbeholders størrelse til et givet anlæg er relativt let at beregne, da der kun skal tages hensyn til anlæggets totale vandmængde og middeltemperaturen for anlægget.

Det skal dog retfærdigvis nævnes, at den totale vandmængde for et anlæg kan være svær at bestemme, specielt hvis der ikke findes fyldestgørende anlægstegninger.

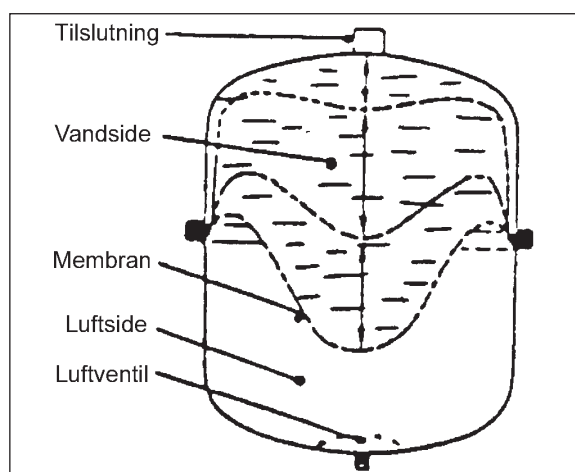
I sådanne tilfælde kan efterfølgende tabel med rimelig nøjagtighed anvendes, idet der bestemmes vandmængde ud fra den installerede kedeleffekt i kW.

Anlægstype	Liter pr. kW
Anlæg med små rørdiameter	7
Anlæg med panelradiatorer	10
Anlæg med pumpecirkulation og søjleradiatorer	12
Anlæg med selv-cirkulation	16

Omtrentlig vandmængde pr. installeret effekt.

Mindre, lukkede anlæg

I modsætning til åbne anlæg er sikkerhedsledningen ved lukkede anlæg forsynet med en sikkerhedsventil, anbragt i kedeltoppen. Endvidere er ekspansionsbeholderen en trykexpansionsbeholder, hvis indre er delt i to halvdele af en gummimembran.



Den ene halvdel er beregnet til at optage vandets udvidelse ved opvarmning. Den anden halvdel er fyldt med kvælstof under et forudbestemt tryk.

Ved koldt anlæg (ca. 10 °C) holder luftpuden membranen presset mod vandtilgangen (ekspansionsledningen). Først når anlægget opvarmes og vandet udvider sig, trænger det ind i beholderen. Derved presses membranen

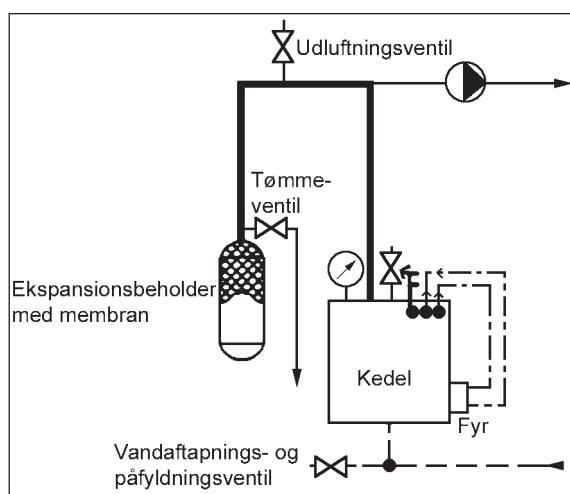
mod luftpuden, hvis tryk derfor stiger. Trykket forplanter sig til hele anlægget, og hvis trykket af en eller anden grund stiger ud over det tilladelige, åbner sikkerhedsventilen.

Sikkerhedsbestemmelser for mindre, lukkede anlæg

For at et lukket anlæg kan fungere farefrit og driftssikkert, skal Arbejdstilsynets bestemmelser i At-vejledning nøje følges.

Anlægget må kun omfatte en kedel, der:

- Enhver kedel skal være monteret en trykmåler.
- Sikkerhedsledningens samlede længde ikke overstiger 200 m.
- Sikkerhedsledningens nominelle diameter for stålrør: 20 mm.
- Varmeydelsen ikke overstiger 60 kW.
- Kedler og radiatorer er trykprøvet efter normen DS 469
- Trykket i kedlen må ikke kunne overstige 2,5 bar





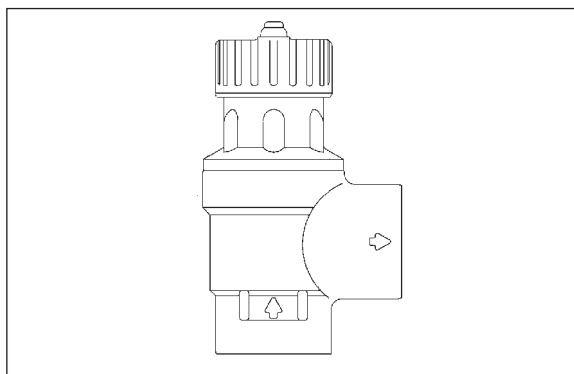
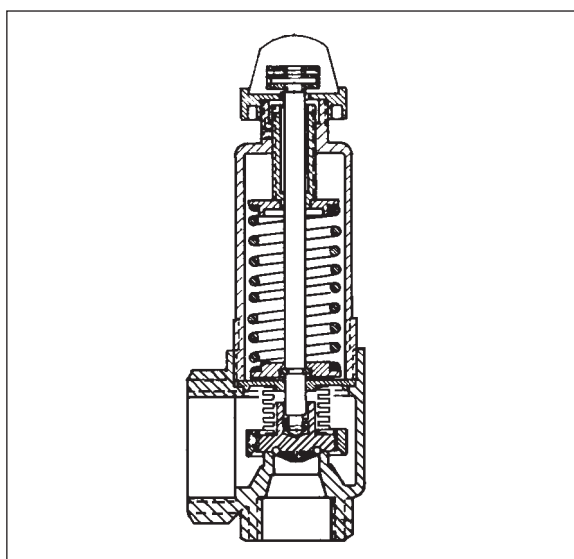
Sikkerhedsventilen

Kedlen skal have mindst én sikkerhedsventil.

Mærkning

Sikkerhedsventilen skal være mærket, således at følgende kan aflæses:

- Fabrikant.
- Type.
- Mindste lysningsdiameter.
- Åbningstryk.
- Den varmeydelse, som ventilen er godkendt til.



Typegodkendelse

Der må kun anvendes sikkerhedsventiler, der er typegodkendt af Direktoratet for Arbejdstilsynet.

Mindste lysning

Skal være 15 mm.

Åbningstryk

Dette må ikke overstige 2,5 bar (Pa) og må ikke uden indgreb med værktøj kunne ændres.

Sikkerhedsventilen skal ved højst 3 bar (Pa) kunne afblæse hele varmeydelsen i form af damp. Hvis der anvendes flere sikkerhedsventiler, skal de tilsammen kunne afblæse kedlens varmeydelse.

Tilslutninger

Sikkerhedsventilen skal være tilsluttet kedlens top. Tilgangsrøret for sikkerhedsventilen må ikke have mindre lysning end denne.

Der må i tilgangsrøret ikke findes afspærringsmidler, pumper, armatur eller indsnævring. Tilgangsrøret skal udføres således at aflejring af rust, snavs mm. undgås.

Afblæsningsrøret for sikkerhedsventilen skal have mindst samme lysning som tilgangsrøret og skal udmunde synligt og farefrit ved gulv. Udmundingen skal være skråt afskåret.

Trykekspansionsbeholder med membran

Anlægget skal have en ekspansionsbeholder af membrantype med luftpude til optagelse af vandets varmeudvidelse.

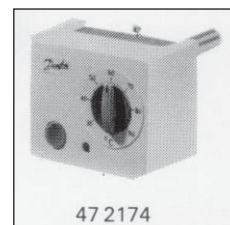
Vandrummet skal kunne udluftes. Der skal være ventiler for tømning af vand og udluftning fra vandrummet, mens der kun må være sådanne anordninger på luftrummet, som forudsætter justering ved sagkyndig.

Ekspansionsledning

Mellem kedlen og ekspansionsbeholderen skal der være en ekspansionsledning med en lysning, der ikke bør være mindre end 20 mm i diameter.

Drifttermostat med indbygget overkogssikring (DTO)

Denne termostat anvendes til at indstille temperaturen på centralvarmevandet i kedlen. Dens arbejdsområde går fra 25 til 95 °C (93 °C). Differensstemperaturen er ca. 6 °C



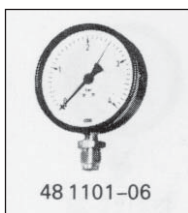
Overkogssikringen har et brydepunkt på max 110 °C men er normalt sat til at bryde ved ca. 93 °C fra fabrikken.

Fås med enpolet og med trepolet overkogssikring 230 volt, 3/4" rørgvind.



Manometer

Manometeret anvendes til at vise trykket i et centralvarmeanlæg, max. 2,5 bar (25 m) ved mindre lukkede anlæg.

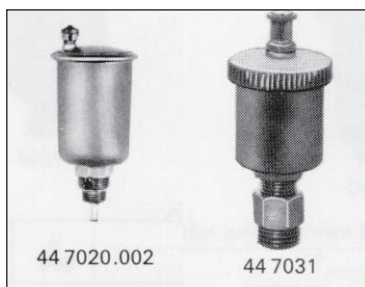


Manometeret fås i forskellige indelinger, normalt anvendes fra 0 til 4 bar.

Diameter fra 63 til 160 mm med 1/4", 3/8" samt 1/2" rørgvind.

Automatisk luftudlader

Luftudladeren sørger for at eventuelle luftbobler i et centralvarmeanlæg bliver fjernet, således at det ikke larmer i rørene og at varmecirkulationen ikke stopper.



Max arbejdstryk 6 bar, max. temperatur 115 °C. med 1/4" og 3/8" rørgvind.

Almindelige bestemmelser

Frostsikring

Hvis anlægget er ude af drift om vinteren, skal det tømmes, medmindre det på anden måde er sikret mod isdannelse, f.eks. ved, at vandet er tilsat en tilstrækkelig mængde effektiv frostvæske.

Anmeldelse

Kedlen skal ikke anmeldes til Arbejdstilsynet. Ekspansionsbeholderen skal anmeldes, hvis dens rumindhold overstiger 200 liter.

Idriftsætning

Opstilleren skal prøve anlæggets funktion ved idriftsætninger.

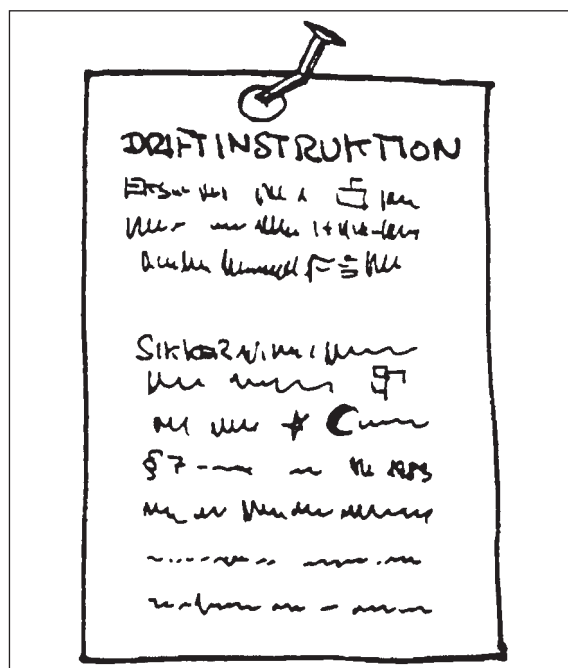
Driftinstruktion

Et holdbart opslag med fyldestgørende oplysninger på dansk om anlæggets pasning, herunder kontrol og afprøvning af sikkerhedsindretninger, skal medleveres af opstilleren og ophænges på et passende sted i kedelrummet.

Beholderens rumfang og luftpudens tryk skal afpasses, således at anlæggets vandudvidelse ved opvarmning fra 10° C til den tilstand i anlægget, hvor overkogssikringen afbryder fyringen, kan optages i beholderen, uden at sikkerhedsventilens åbningstryk overskrides.

Hvis der konstateres uregelmæssigheder ved anlæggets sikkerhedsventil, ekspansionsbeholder eller automatik, skal ejeren/brugeren straks lade det pågældende udstyr efterse og udbedre af en sagkyndig.

Ejeren eller brugeren skal sørge for, at sikkerhedsventilen ikke er fastgroet med kedelsten eller lignende.





Varmeregulering i enfamiliehuse

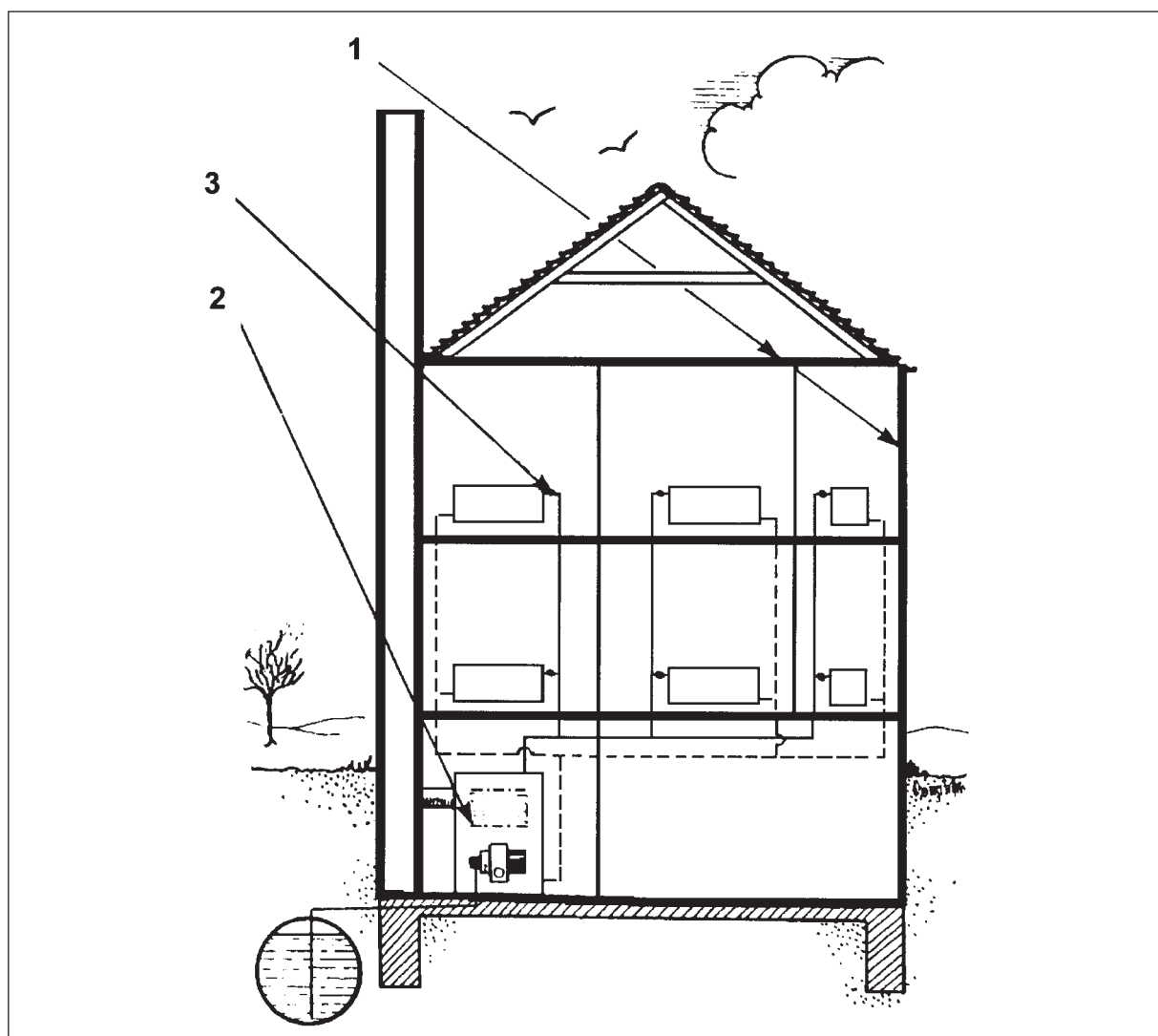
At nedsætte varmeregningen uden at forringe husets varmekomfort er enhver husejers ønske. Og det kan faktisk lade sig gøre at hente væsentlige besparelser gennem varmeregulerende udstyr.

Men inden vi begynder at beskæftige os med selve varmereguleringen, skal vi have forskellige ting »sat på plads«.

Vi kan nemlig ikke tale om energibesparelser ved varmeregulering uden at se på bygningsisolering og uden at se på hvor stor en del af energien, der bliver nyttiggjort ved selve varmefremstillingen.

Teknikken ved opvarmning af parcelhuse kan derfor opdeles i tre områder:

1. Husets evne til at holde på varmen, også kaldet det varmebevarende system (isolering, tæthed, vinduer mm.).
2. Selve varmefremstillingen, også kaldet det varmeproducerende (kedel, fyr, varmtvandsbeholder mm.).
3. Varmeanlæggets reguleringsmetode, også kaldet det varmeregulerende temperatur (vandtemperaturen shunt, automatik mm.).





Isolering

Alle parcelhusejere ved, at husets isolering og tæthed har stor betydning for olieforbruget, og i langt de fleste huse kan der da også spares betydelige brændselsmængder ved en forbedring af varmeisoleringen.

Men husejeren vil naturligvis gerne vide nogenlunde nøjagtigt, hvor meget han kan spare pr. år til opvarmning, inden han enten selv giver sig i kast med isoleringsarbejdet eller betaler andre for at udføre det.

Der gives derfor i de følgende tre oversigter et skøn over, hvor meget det kan betale sig at isolere.

Ydervæg	u	liter olie/m ² år
Trævæg uisol.	2,0	20
do - 50 mm isol.	0,5	5
do 100 mm isol.	0,4	4
do 150 mm isol.	0,25	2,5
do - 200 mm isol.	0,2	2
30 cm hulmur	1,7	17
do - isol.	0,7	7
20 cm letbetonmur	1,0	10
do - 50 mm isol.	0,5	5
1/2 stens teglmur	3,2	32
do - 100 mm isol.	0,4	4

Tage, lofter	0	50	100	150	200	400
liter olie/m ² år	17	6	4	2,5	2	1
u-værdi	1,7	0,6	0,4	0,25	0,2	0,1
Isolering						

Gulve	u	liter olie/m ² år
Terrændæk uisol.	0,79	7,9
do - 50 mm isol.	0,45	4,5
do - 75 mm isol.	0,35	3,5
Krybekælderdek	1,15	11,5
do - 100 mm isol.	0,40	4
do - 150 mm isol.	0,25	2,5



Varmefremstillingen

Selve kedelanlæggets tilstand betyder en hel del på oliebudgettet.

Forskellen i olieforbruget ved gammel kedel med gammelt oliefyr i forhold til en moderne kedelunit er ofte 30 - 35 %.

Alle kedler og units, som er installeret efter den 1. august 1978, skal i øvrigt overholde den regel som siger, at højst 1½ % af kedlens maksimale ydelse må tabes som varme til fyrrum mm.

Denne regel kan i øvrigt resultere i, at man efter en kedeludskiftning får for lidt varme i fyrrum og kælder og derfor må montere en radiator ved siden af den nye kedelunit.

Det skal dog understreges, at denne løsning altid vil være den mest økonomiske fremfor at fjerne noget af kedlens isolering.



Husets største radiator - tændt 365 dage om året.

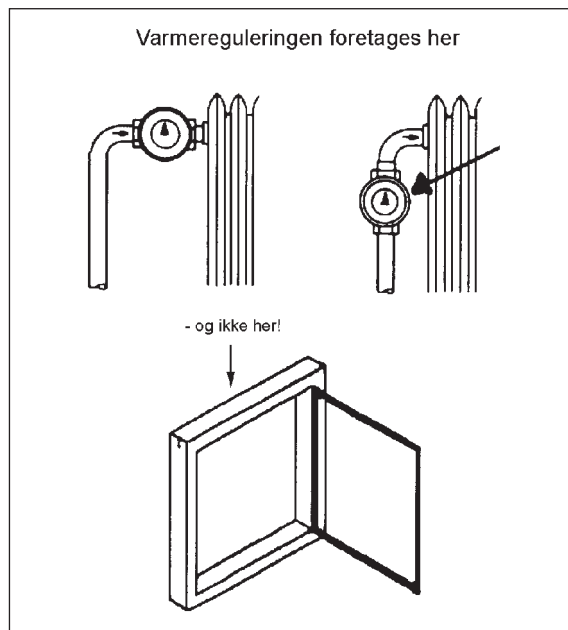
Hvis man har en ældre støbejernskedel med separat varmtvandsbeholder, hvor tingene ellers er i god stand, kan der opnås en pæn oliebesparelse på 10 - 30 % ved en efterisolering af kedel, rør og varmtvandsbeholder samt evt. udskifte selve oliefyret, hvis det ikke kan leve op til de forbrændingskrav, der stilles i dag.

Husk: Isoleringen må ikke afsluttes med et materiale, som kan brænde (f.eks. pap og lærred).

Varmereguleringen

Mange mennesker har fra dengang olien var billig vænnet sig til en rumtemperatur på 22 - 24 °C - og hvis der en gang imellem blev for varmt, kunne man jo altid åbne et vindue.

Denne høje rumtemperatur må i dag betragtes som en olieforbrugende luksus, og rumtemperaturen bør være på 20 °C. Herved opnås en oliebesparelse på ca. 6 % pr. grad man nedsætter rumtemperaturen.



Olieforbruget vil kunne nedbringes yderligere, hvis man sænker temperaturen i de rum, der ikke benyttes, f.eks. om natten.

Der gøres opmærksom på at man ved at få monteret spareautomatik på sit anlæg, ofte opnår en besparelse der er større end den besparelse selve automatikken giver, fordi man herved i mange tilfælde bliver mere »energibevidst«.

Husets varmebehov varierer hele tiden og er f.eks. afhængig af:

- Vejret: Udetemperaturen, vind og sol.
- Basisvarmen: »Gratisvarmen« tilført fra sol, personer, belysning, brændeovn, mm.
- Brugstiden: Rumtemperaturen på 20 °C er kun nødvendig, når huset/rummene benyttes.
- Selve husets konstruktion og beliggenhed.

Man bør derfor tilstræbe - manuelt eller automatisk - at tilpasse varmeanlæggets ydelse efter nævnte behov og tænker man på at forsyne sit varmeanlæg med en form for automatisk styring, skal der her gennemgås nogle metoder, der kan anvendes til mindre varmeanlæg.



Traditionelt varmeanlæg

Denne type varmeanlæg må siges at være meget traditionel - det vil sige en kedel monteret med gas eller oliefyr, ekspansionsbeholder, separat varmtvandsbeholder på 90 - 120 liter hvor varmtvandstemperaturen styres ved hjælp af en temperaturventil. Alle radiatorer er forsynet med termostatventiler..

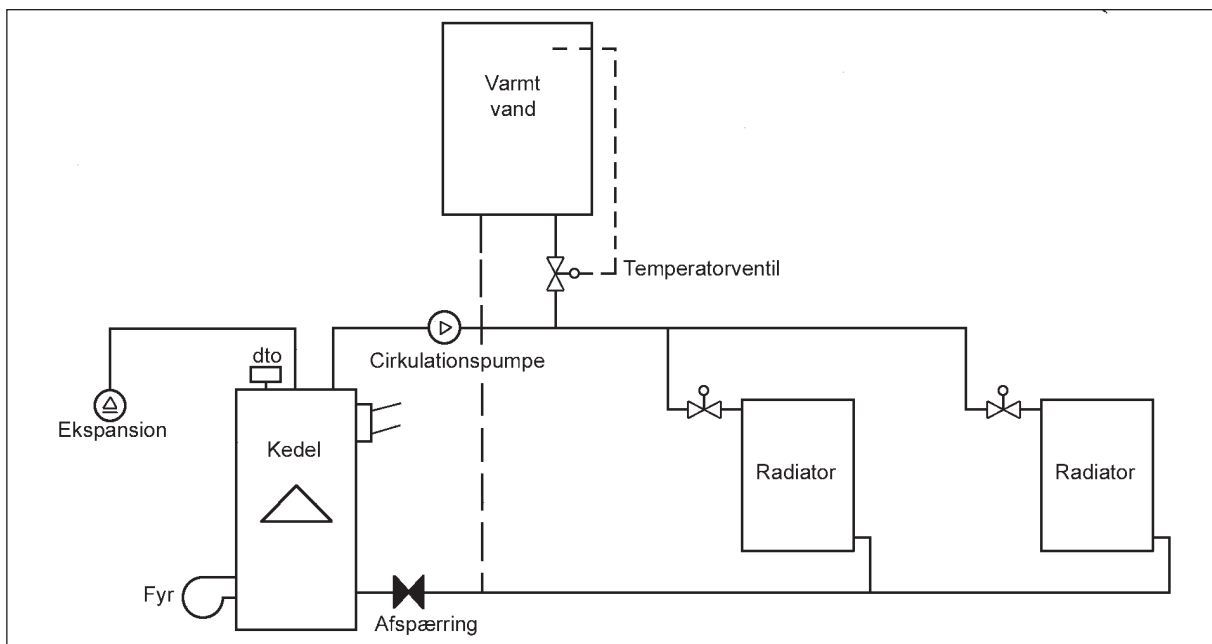
Hvis man her ikke ønsker at ofre noget automatik, men anlægget i øvrigt skal køre mest økonomisk, er det vigtigt, at kedlens termostat ikke stilles højere end nødvendigt og det vil i praksis sige ca. 60 °C.

Dette giver en tilpas behagelig varmtvandstemperatur og er desuden varmt nok til radiatorerne det meste af varmesæsonen.

Kun når det bliver rigtigt koldt udenfor, er det nødvendigt, at skrue kedeltermostaten 5 - 10 °C op - og husk i øvrigt, at stille den ned igen, når vejret bliver bedre.

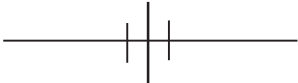
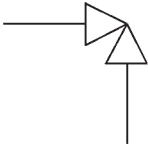
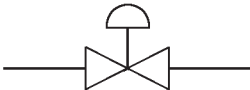
Det skal kraftigt understreges, at på grund af risiko for tæring af kedlen må den lave termostatindstilling kun foretages på støbejernskedler (spørg din VVS-montør).

Yderligere gas/oliebesparelse opnås ved at afbryde cirkulationen til radiatorerne om sommeren (cirkulationspumper bør startes jævnlige, for ikke at sætte sig fast).

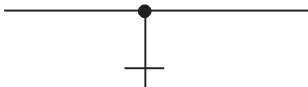
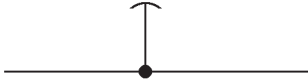




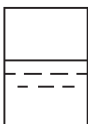
Symboler/standarder

Symbol	Beskrivelse
	Varme fremløb
	Varme returløb samt skjulte linier
	Krydsende ledninger uden forbindelse
	Afgrening
	Union
	Ventil, generelt: Anvendes også om afspærrings-, regulerings- eller styringsventiler. To-vejs
	Tilsvarende i vinkeludførelse. To-vejs
	Ventil, generelt: Anvendes også om afspærrings-, regulerings- eller styringsventiler. Tre-vejs
	Sikkerhedsventil



Symbol	Beskrivelse
	Kontraventil. Strømrretning mod højre i figuren
	Tapsted, generelt
	Luftudlader/luftskrue
	Trykmåler/manometer
	Temperaturmåler/termometer
	Flowmåler/vandmåler
	Kedel for fast brændsel
	Kedel med oliefyr
	Kedel med gasfyr
	Elektrisk opvarmet beholder



Symbol	Beskrivelse
	Varmtvandsbeholder med veksler
	Pumpe
	Filter, generelt
	Radiator
	Åben ekspansionsbeholder
	Lukket ekspansionsbeholder
	Varmeslange med stor overflade for opvarmning (gulv eller loft)
	<i>Kombineret med ventilsymboler</i> Motorventil
	<i>Kombineret med ventilsymboler</i> Temperatorventil



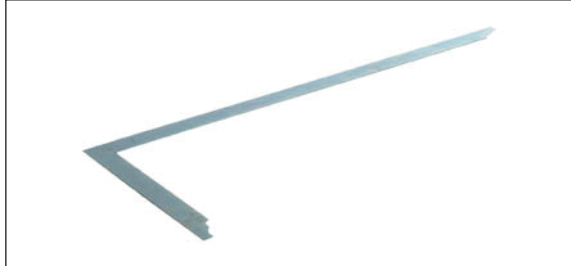
Værktøjer og maskiner



Vaterpas



Universaltang



Vinkel



Stjerneskruetrækker



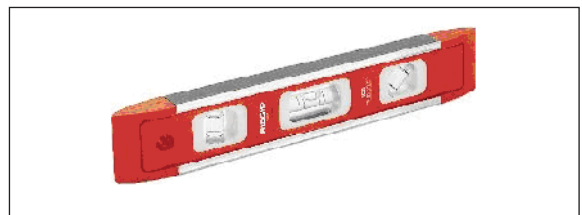
Nedstryger



Skruetrækker med lige kær



Rørtang



Magnetisk vaterpas



Polygribtang



Justerbar nøgle



Kobberrørsskærer



Kobberrørsbukker



Unbraconøgle



Skæremaskine



Måle- og afsætningsværktøjer

Tommestokke



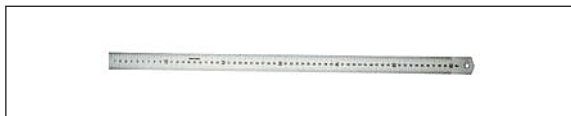
Tommestokke er det mest almindelige måle-redskab indenfor VVS-branchen.

Talmeter



Talmeteret er et mere præcist måleværktøj end en tommestok.

Stållineal



Stållinealen anvendes især til værkstedsarbejde indenfor pladebearbejdning.

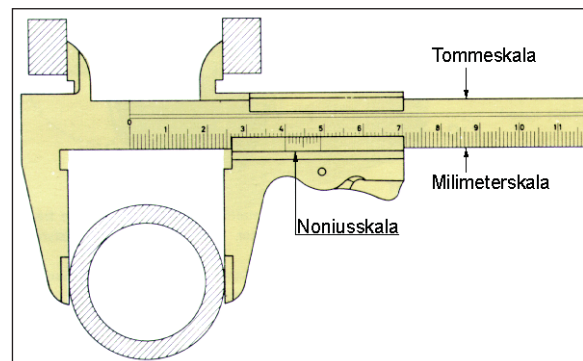
Skydelærer



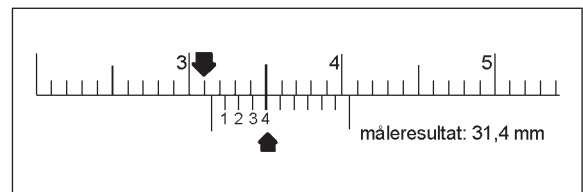
En skydelærer kan normalt aflæses med 1/10 mm nøjagtighed. Der findes skydelærere, der kan aflæse mere nøjagtigt samt digitale skydelærere.

Skydelæreren aflæses på millimeterskalaen for hele millimetre, mens tiendedele millimetre aflæses på den såkaldte noniusskala.

Nonius skalaen er 9 mm lang og inddelt i 10 dele således at hver inddeling er 0,1 mm mindre end 1 mm.

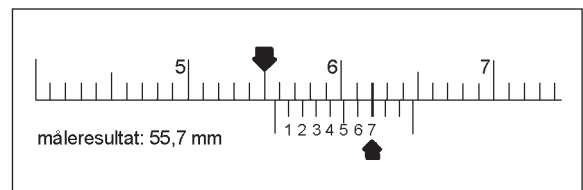


Herunder er vist to aflæsningseksempler.



Det hele antal millimeter, der er foran noniusskalaen aflæses til 31 millimeter.

Tiendedele millimeter aflæses, hvor en af noniusskalaens delestreger falder sammen med en af inddelingerne på millimeterskalaen, her 4. Altså 31,4 mm.



Det hele antal millimeter, der er foran noniusskalaen aflæses til 55 millimeter.

Tiendedele millimeter aflæses, hvor en af noniusskalaens delestreger falder sammen med en af inddelingerne på millimeterskalaen, her 7. Altså 55,7 og 31,4 mm.



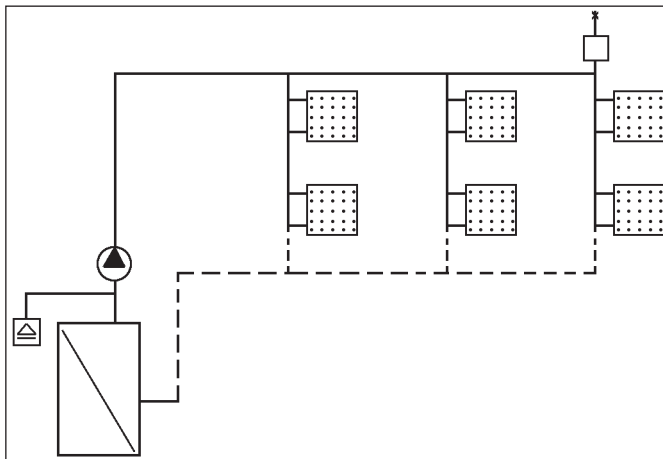
Planlægning af centralvarme

1-strengsanlæg, lodrette strenge

Vandet fordeles foroven fra den vandrette ledning, hvor en luftpote giver en enkelt udluftning.

Da der kun føres 1 streng til radiatorerne, får anlægget et tiltalende udseende, hvilket foretrækkes ved anlæg, hvor rørene ligger synligt.

Da vandet bliver koldere, jo længere det når ned i strengen, skal alle radiatorer for samme varmeydelse være større, regnet nedad i strengen.

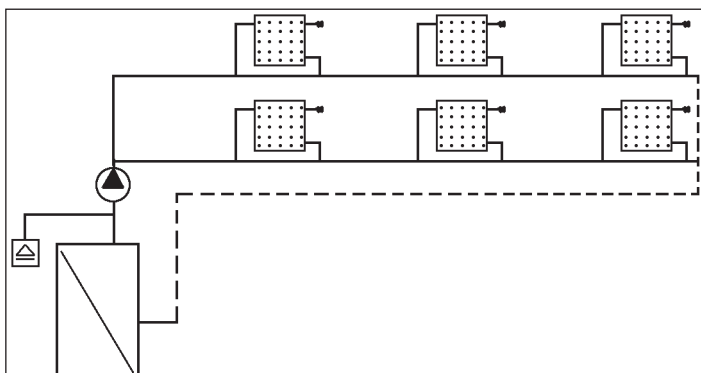


1-strengsanlæg, vandret fordeling

Foretrækkes ved anlæg, hvor man ikke ønsker lodrette strenge op gennem lokalerne. Anlægget er sværere at udlufte, idet alle radiatorerne skal være udstyret med luftskruer.

Radiatorerne skal også her være forholdsvis større i hovedledningens retning, idet vandtemperaturen bliver lavere for den enkelte radiator.

Anlægget kan være vanskeligt at dimensionere korrekt.

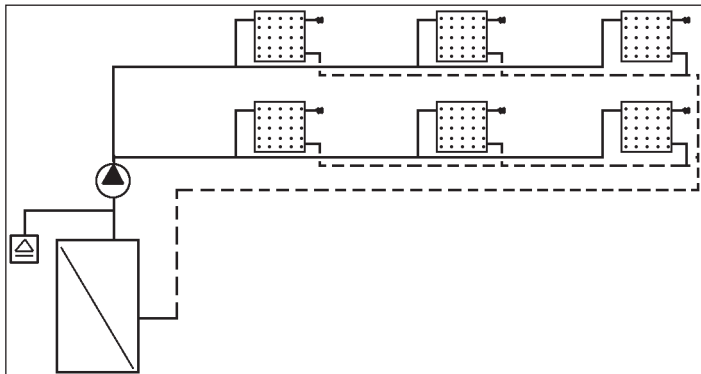




2-strengsanlæg, vendt retur

Ved 2-strengsanlæg med vendt retur har hver radiator på samme etage samme rørlængde, regnet fra pumpen igennem radiator og tilbage til pumpen.

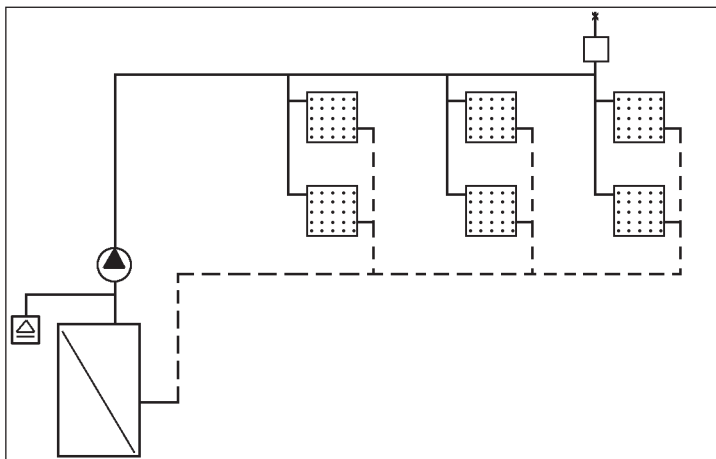
Dette giver en god vandfordeling i anlægget.



2-strengsanlæg, fordeling foroven

Fordelingsledningen placeres oppe på loftet og forsynes med udluftningspotte, hvorigennem udluftningen lettes.

Typen er ret udbredt i lidt større ejendomme, da den er relativ lettere at få i balance og indreguleret, ligesom den er lettere at udbygge.

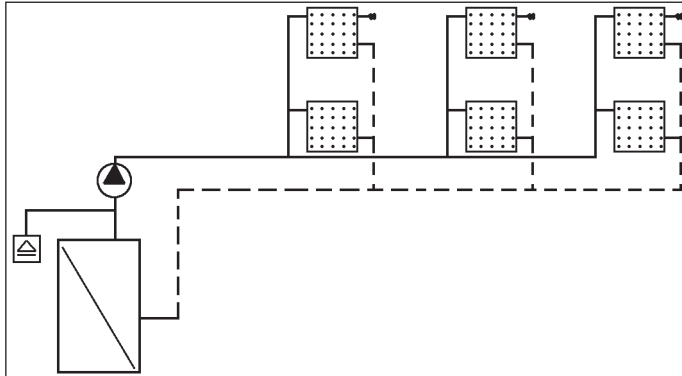




2-strengsanlæg, fordeling for nedden

Systemet er meget anvendt i villaer, lidt større ejendomme og i bygninger, hvor der ikke er plads til rørinstallationer på loftet.

Fordelingen sker derfor med fordelingsledninger under gulv eller kælderloft. Er der flere etager, forsynes øverste radiator med luftskruer.





Radiatoranlæg

1- og 2-strengede anlægs varme-forhold

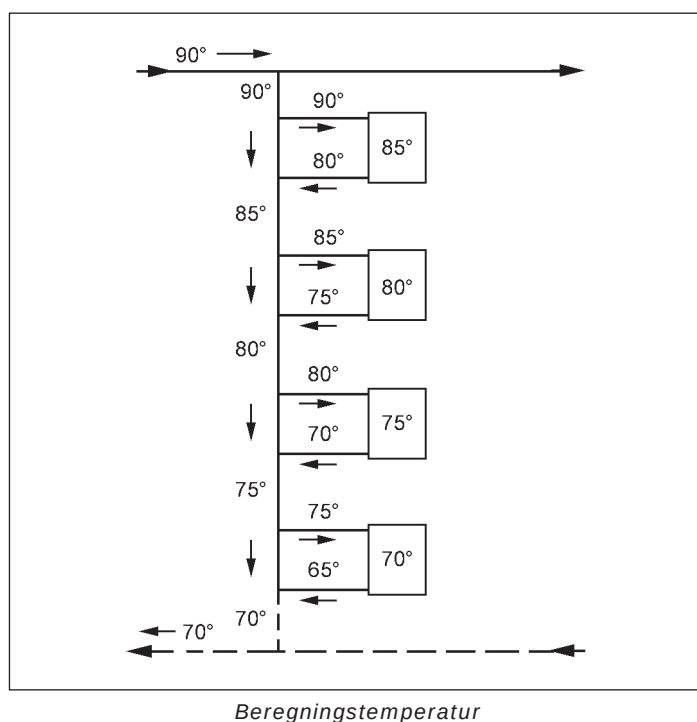
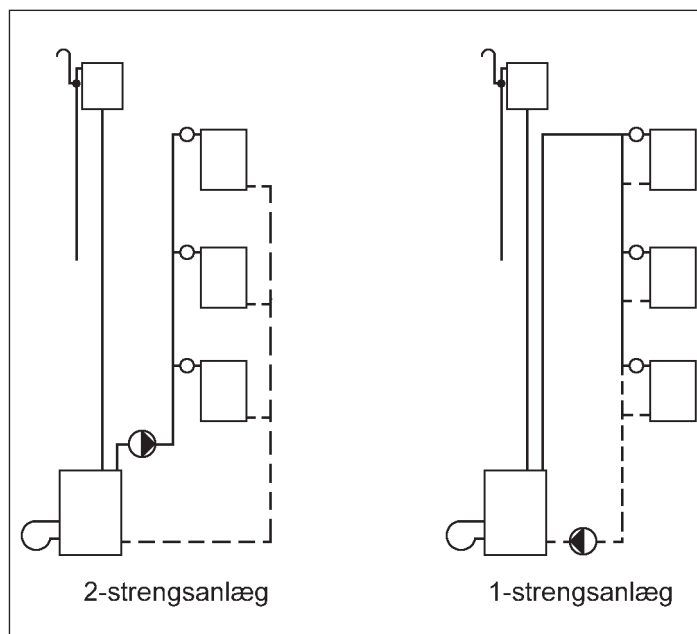
1- og 2-strengede anlæg reagerer ikke ens over for temperaturændringer. Mens alle radiatorer i et 2-strengt anlæg modtager vand af samme temperatur, vil det ikke være tilfældet ved 1-strengede anlæg.

Hvis strengen og fordelingsstikkene i et 1-strengsanlæg er dimensionerede, således at vandet fordeles sig, så halvdelen går gennem radiatorerne og den anden halvdel gennem mellemstikket, vil temperaturfordelingen f.eks. være som tegningens, hvor der er 20°C afkøling gennem de enkelte radiatorer og 20°C afkøling over strengen.

Ved det 1-strengede anlæg bliver der altså en middeltemperatur på radiatoren, i gennemsnit på 77,5 °C, mens den ved et 2-strengt anlæg med samme frem og returtemperatur ville være 80 °C.

Ved det 1-strengede anlæg bliver radiatorerne i dette tilfælde gennemsnitlig 4 % større ved en rum temperatur på 20 °C.

Den principielle forskel i anlæggenes opbygning medfører, at de varmer forskelligt ved variation i fremløbstemperaturen.





Det naturlige drivtryks betydning

Hvad enten der er pumpe på anlægget eller ej, vil der optræde naturligt drivtryk, som varierer med fremløbstemperaturen og temperaturfaldet. Det disponible drivtryk vil derfor ikke være konstant.

Når drivtrykket varierer, vil også den cirkulerende vandmængde variere.

Dette vil for anlæg med vandrette strenge i flere etager forrykke balancen mellem strengene, men ikke balancen mellem radiatorerne inden for de enkelte strenge; dette gælder både for 1- og 2-strengede anlæg.

Ved anlæg med lodrette strenge vil derimod vandmængdens fordeling mellem strengene ikke forrykkes.

Det naturlige drivtryk gør sig imidlertid i disse tilfælde gældende inden for den enkelte streng og ved et 2-strengt anlæg vil det søge at trykke mere vand gennem den øverste radiator på de nederstes bekostning, varierende med afkølingen, altså stærkere i den strenge vintertid end i overgangsperioderne.

Navnlig ved høje huse er denne variation stor. For at imødegå dette må der indskydes en stor modstand ved radiatoren i 2-strengede anlæg, f.eks. i radiatorventilen.

1-strengede anlæg er langt mere stabile, idet det naturlige drivtryk inden for strengen kun påvirker vandføringen mellem de enkelte radiatorer og deres mellemstik. Her er drivhøjden meget lille, og navnlig er virkningen omtrent den samme for alle radiatorer.

Det 2-strengede anlæg kan altså principielt kun indreguleres ved en bestemt udetemperatur, mens det 1-strengede altid er i balance.



Tryk og balance i varmeanlæg

Måling af tryk

Kræfter f.eks. tyngdekraften kan måles i kilopond (kp). Det er den kraft, hvormed jorden tiltrækker 1 liter. Kraften kan fornemmes, hvis man fylder 1 Liter vand i en plastpose og holder den i hånden

Ved tryk forstår man kraften pr. arealenhed og tryk kan tilsvarende måles i kilopond pr. kvadratcentimeter (kp/cm^2).

En kraft på 1 kilopond kan med tilstrækkelig nøjagtighed sættes til 1 kilogram, når det drejer sig om praktiske formål altså:

$$1 \text{ kp}/\text{cm}^2 = 1 \text{ kg}/\text{cm}^2.$$

Som mål for tryk benyttes den afledte SI-enhed Pascal (Pa).

Til sammenligning med ovenstående er:

$$100 \text{ kPa} = 1 \text{ bar} = 10 \text{ mVS} = 1 \text{ kp}/\text{cm}^2.$$

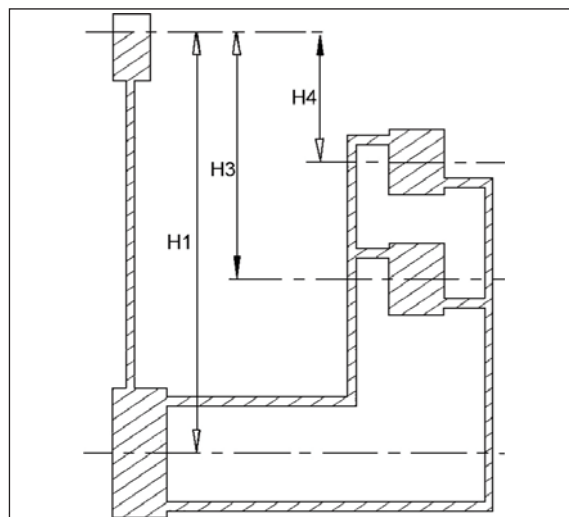
Det tryk almindelige trykmålere viser, er overtryk, dvs. det tryk der ligger over det fysiske atmosfæretryk og det benævnes inden for SI-enhederne P_o .

Tryk angivet i bar er også overtryk. $1 P_o = 1 \text{ bar} = 10 \text{ mVS} = 1 \text{ kp}/\text{cm}^2$.

Ovenstående trykangivelser er almindeligt benyttet inden for VVS-teknikken.

Tryk i varmeanlæg

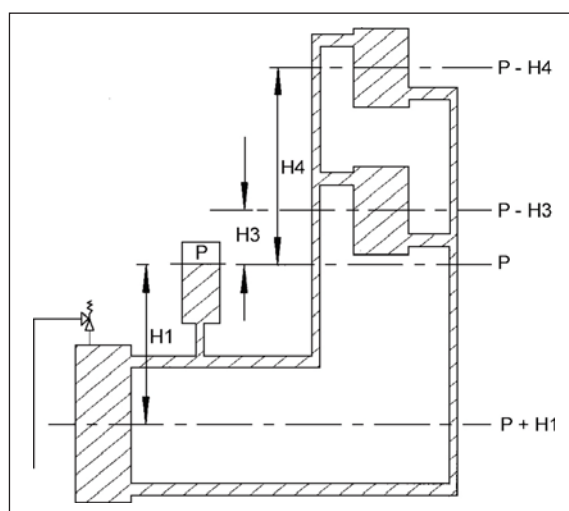
Anlæg med åben ekspansion



$H_1 = 10 \text{ m}$, er der et tryk midt i kedlen og højden $H_4 = 3 \text{ m}$, er der et tryk midt i øverste radiator.

Trykket er ens i samme vandrette lag og lig med højden til ekspansionsbeholderens vand-spejl.

Anlæg med lukket ekspansionsbeholder



Hvilende tryk i lukket anlæg med sikkerheds-ventil og trykekspressionsbeholder.

Luftpudeftrykket P er her afhængig af anlægs-vandets temperatur.

De hvilende tryk forskellige steder er angivet i højre side af tegningen.



Tryktab i rørsystemer

Ved beregning af tryktab, benyttes tabelværdier, der angiver tryktabet i bar. Tryktabet i en rørledning afhænger af ledningens længde, dens diameter, rørvæggens ruhed og den gennemstrømmedes vandmængde.

Der findes også tryktab i ventiler, fittings mm.

I disse opstår tryktabende pludseligt (fremtræder som en lodret linie og de benævnes som enkeltmodstande).

Trykdefinitioner i varmeanlæg

Da det er nødvendigt, at forsyne anlægget med en pumpe, vil trykforholdene ændre sig når pumpen kører, men hvordan, er afhængig af om ekspansionsledningen tilsluttes pumpens trykside eller sugeside.

Cirkulationstryk (dynamisk tryk)

Ved cirkulationstryk forstås:

- A. når ekspansionsledningen er tilsluttet pumpens Suge side.
- B. når ekspansionsledningen er tilsluttet pumpens trykstuds.

En cirkulationspumpe bør ikke arbejde som sugepumpe.

Hvilende tryk (statisk tryk)

Ved hvilende tryk forstås:

- Den lodrette afstand fra anlæggets højeste vandspejl til det pågældende sted i anlægget.
- Trykket i ekspansionsbeholderen plus eller minus den lodrette afstand fra ekspansionsbeholderens vandspejl til det pågældende sted i anlægget.

Resulterende tryk (total tryk)

Ved resulterende tryk forstås: det hvilende tryk plus eller minus cirkulationstrykket afhængig af ekspansionsledningens tilslutningssted.

Differenstryk

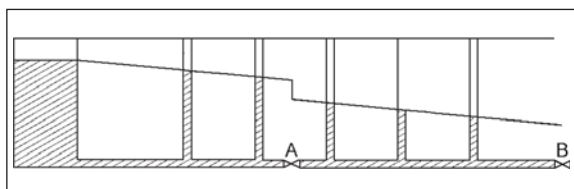
Ved differenstryk forstås en trykforskel mellem et indgangstryk og et udgangstryk f.eks. i forbindelse med en ventil eller mellem fremløb og retur i et anlæg.



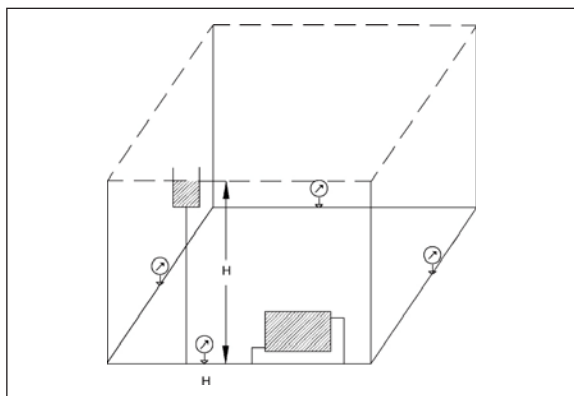
Eksempel på tryktab i en rørledning

Når ventil B er åben og vandet strømmer fra beholderen gennem rørledningen, viser den faldende linie og vandsøjlerne i de tænkte glastrør tryktabet.

A er en reguleringsventil, hvor tryktabet er forholdsvis stort, vist ved lodret streg.



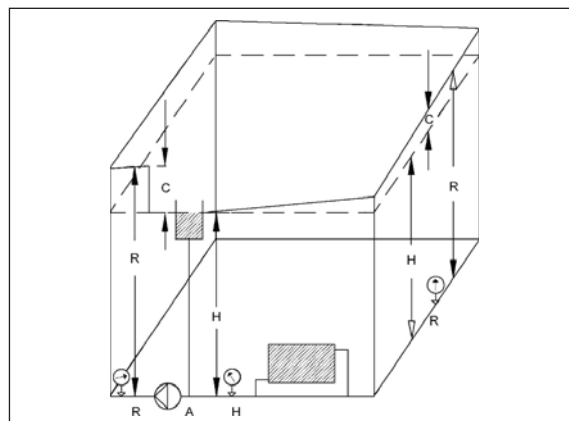
Tegningen herunder viser det hvilende tryk i et enstrengt anlæg. Overalt i de vandrette hovedledninger er trykket H.



Eksempel på hvilende tryk (H), cirkulationstryk (C) og resulterende tryk (R) i et trykanlæg.

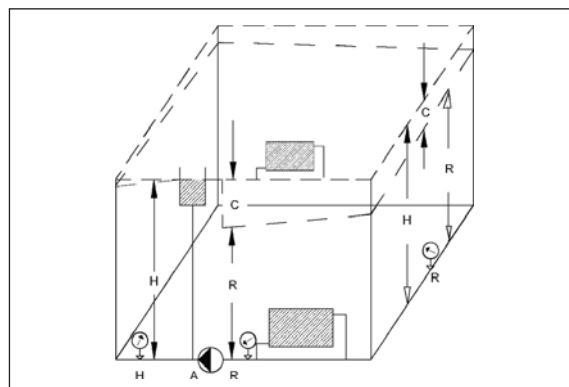
Pumpen trykker vandet rundt. I ekspansionsbeholderens tilslutningspunkt A er trykket altid lig H uanset om pumpen kører eller ej.

I dette tilfælde er A placeret ved pumpens sugestuds og cirkulationstrykket forøger da det hvilende tryk overalt i anlægget, undtagen i punktet A.



Eksempel på hvilende tryk (H), cirkulationstryk (C) og resulterende tryk (R) i et sugeanlæg.

Pumpen suger vandet rundt. I dette tilfælde er A placeret foran pumpens trykstuds og cirkulationstrykket formindsker derved det hvilende tryk overalt i anlægget undtagen i tilslutningspunktet A, hvor trykket altid er lig H uanset om pumpen kører eller ej.





Hvilken indflydelse har lukning af alle radiatorer?

1- og 2-strengede anlæg reagerer også forskelligt, når radiatorerne lukkes. Hvis der lukkes for alle radiatorer på 1-streng, vil strengen fortsat være varm. Hvis anlægget er 2-strengt kan der være risiko for frostskafer såvel i radiator som i streng.

Dette kan modvirkes ved at etablere »kortslutning« yderst i strengen eller ved den yderste radiator ved vandrette strenger.

Kortslutningen kan udføres som et omløb, f.eks. af dimensionen 10 mm. Ved et 1-strengt anlæg vil strengen altid forblive varm og mellemstikket vil afgive så meget varme ved radiatoren, at det skal gå meget hårdt til, før den fryser.

Hvilken indflydelse har lukning af enkelte radiatorer?

Åbning og lukning af enkelte radiatorer vil også virke forskelligt på de to anlægstyper.

I et 2-strengt anlæg vil strengen få lidt mindre vand, hvis der lukkes for en enkelt radiator, men vandmængden gennem de andre radiatorer på strengen vil øges og de vil afgive en smule mere varme - dog næppe så meget, at det har praktisk betydning.

Lukkes der i et 1-strengt anlæg for en enkelt radiator, skal hele vandmængden til de andre radiatorer på strengen passere gennem den lukkede radiators mellemstik. Modstanden i strengen vokser og vandmængden aftager.

For alle de åbne radiatorer er vandfordelingen mellem radiator og mellemstik den samme som før og når der strømmer mindre vand gennem strengen, vil der altså strømme mindre vand gennem hver af radiatorerne.

Hvis det er den øverste radiator, der lukkes, stiger fremløbstemperaturen til de underliggende og dette opvejer den mindre vandmængde.

Er det derimod den nederste radiator, der lukkes, vil der ikke komme nogen temperaturstigning, tværtimod vil den mindre vandmængde medføre en forøget afkøling i de enkelte radiatorer og radiatorernes gennemsnitstemperatur vil blive lavere.

På dette punkt er forholdene i det 1-strengede anlæg altså mindre gunstige end i det 2-strengede.

I praksis har det dog vist sig, at det ikke medfører nogen gener, hvad der formentlig i væsentlig grad skyldes, at der ved 1-strengede anlæg sædvanligvis regnes med mindre afkøling end ved 2-strengede, f.eks. 10 - 15°C afkøling mod 15 - 20 °C.



Dimensionering af ekspansionsbeholder

Åbne ekspansionsbeholdere

Den åbne ekspansionsbeholders størrelse til et givet anlæg er relativt let at beregne, da der kun skal tages hensyn til anlæggets kedelydelse.

Beregning af størrelse:

Rumfang = Kedelydelse i kW x 1,4

Eks. (kedelydelse på 25 kW.)

25 x 1,4 = 35 liter

Ved mindre beholdere bør der altid rundes rigeligt op efter til nærmeste handelsdimension.

Det giver større sikkerhed mod vandpåfyldning i utide, og af samme grund bør de helt små beholdere (20 - 25 liter) undgås.

Beregning af lukkede ekspansionsbeholderes størrelse

Ekspansionsbeholderens rumindhold VE kan beregnes efter følgende formel:

$$V_E = \frac{(0,07 \times t - 2,5)(P + 1)}{100(P - p)} \times V$$

t = Temperaturen når overkogetermostaten afbryder,

0,07 = En konstant

P = Sikkerhedsventilens åbningstryk,

p = Ekspansionsbeholderens fortryk,

V = Anlæggets totale vandindhold i liter

Beregning af anlæggets vandindhold

Vandindholdet er ofte meget vanskeligt at fastslå nøjagtigt. Hvis vandindholdet er ukendt, kan det for almindelige centralvarmeanlæg med rimelig sikkerhed beregnes ud fra en vurdering af anlægstype og kedelydelse.

Flere leverandører har tabeller eller diagrammer, hvor man kan beregne beholderens størrelse, udelukkende ud fra kedelydelsen, og der er i de fleste tilfælde taget højde for en rigelig vandmængde i anlægget.

Der vil ikke opstå problemer, hvis man får valgt en for stor beholder, men derimod hvis man får valgt en beholder, der er for lille.

Dette kan let ske især på ældre anlæg, når man udelukkende beregner beholderstørrelse efter kedelydelsen. idet der ofte monteres en mindre kedel end den oprindeligt installerede.

Vandindholdet SKAL beregnes efter den oprindelige kedelydelse.

Man kan med rimelig nøjagtighed regne med følgende vandindhold:

Anlægstype	Liter pr. kW
Nye anlæg med små rørdiagramme	7
Nyere anlæg med panelradiatorer	10
Anlæg med pumpecirkulation og søjleradiatorer	12
Gamle anlæg med naturlig cirkulation	16

Omtrentlig vandmængde pr. installeret kW effekt



Cirkulation og pumper

Varmen flyttes fra veksleren eller blandesystemet ud til forbrugsstederne ved hjælp af centralvarmevandet.

Til flytning af en vis varmemængde kræves en vis vandmængde flyttet fra veksler eller kedel til forbrugssted. Hvis den flyttede vandmængde er for ringe, dvs. at cirkulationen ikke er tilstrækkelig, opstår varmemangel.

Naturlig cirkulation

Naturlig cirkulation forekommer centralvarmeanlæggene pga. vægtfyldforskellen mellem det varme vand i fremløbsledningen og det afkølede, koldere vand i returledningen.

Vægtforskellen giver cirkulationskraften og den betegnes drivtrykket.

Der eksisterer i dag ikke mange fjernvarmesystemer, der kører med naturlig cirkulation.

Fordele ved naturlig cirkulation:

- varmeanlægget virker uden elektricitet.
- der opstår ingen støjgener, da vandhastigheden er lille.
- anlæggene er som regel lette at indregulere.

Ulemper ved naturlig cirkulation

- anlæggene kræver forholdsvis store rør dimensioner.
- rørene skal lægges omhyggeligt for at undgå, at cirkulationen går i stå pga. luftansamlinger.
- der kræves en vis højdeforskel mellem varmevekslere og radiatorer for at opnå rimelig drivtryk.
- det er vanskeligt at opnå en god varme-regulering

Pumpecirkulation

Som nævnt under den naturlige cirkulation, er det nødvendigt at vælge tilstrækkeligt store dimensioner på rør, ventiler, fittings mm. for at sikre, at modstanden i rørsystemet er tilstrækkelig lav til, at drivtrykket kan cirkulere tilstrækkelig vand rundt i systemet.

Ved en passende cirkulationspumpe i rørsystemet opnår man en langt større frihed med hensyn til såvel rør dimensioner som til selve rør strækningen, idet pumpens tryk bruges til at overvinde modstanden i anlægget.

Forudsætningen for tilfredsstillende driftsforhold er naturligvis, at pumpens kapacitet og tryk er tilpasset anlæggets behov samt at pumpen placeres det mest hensigtsmæssige sted i anlægget.

Hvis pumpens kapacitet og tryk er for ringe, vil der ikke kunne transporteres tilstrækkeligt med varme ud til forbrugsstederne. Dette problem prøver man ofte at klare ved at hæve entralvarmevandets temperatur. Det vil som regel blot medføre varmespild samt at de rum, som er nærmest varmeveksleranlægget, får det alt for varmt.

Hvis pumpens kapacitet og tryk er større end nødvendigt, medfører det også spild af elektricitet samt støjgener i rørsystemet.

Placeres en ikke korrekt dimensioneret pumpen i returløbet, vil man kunne risikere, at der opstår vakuum i rørsystemet, da pumpens tryk vil være begrænset til vandstandshøjden i anlægget.

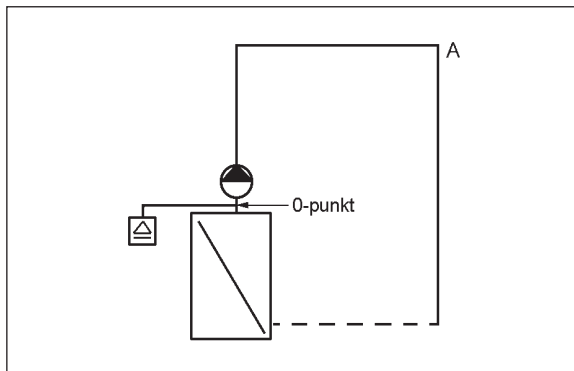
I det følgende vises tre eksempler på forskellig placering af ekspansionsledning og cirkulationspumpe.



Trykanlæg - rigtigt

Pumpen er anbragt i fremløbet, ekspansionsledningen tilsluttet pumpens suge side.

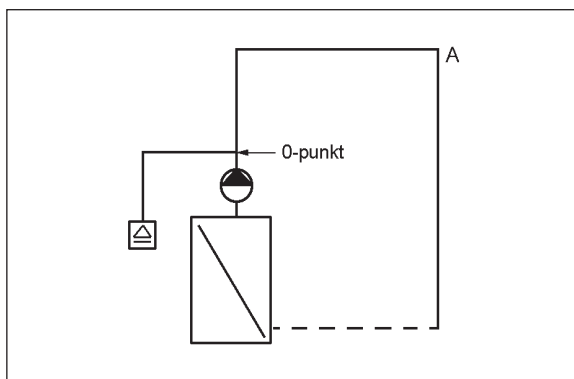
Dette bevirker, at alle andre steder end i 0-punktet, er det resulterende tryk hvilende tryk + pumpetryk - strømningsmodstandene. Denne anbringelse er den rigtige og bør altid udføres.



Suge anlæg - forkert og ulovligt

Pumpen er anbragt i fremløbet og ekspansionsledningen er tilsluttet pumpens trykside.

Dette bevirker, at alle andre steder end i 0-punktet, er det resulterende tryk mindre, nemlig: hvilende tryk - pumpetryk - strømningsmodstandene.



Denne anbringelse må aldrig anvendes, alene af den grund at pumpen er anbragt i sikkerhedsledningen.

Et sugeanlæg giver trykforhold, der rummer store muligheder for undertryk, insugning af luft, cirkulationssvigt, ødelæggelse af pumpen mv.

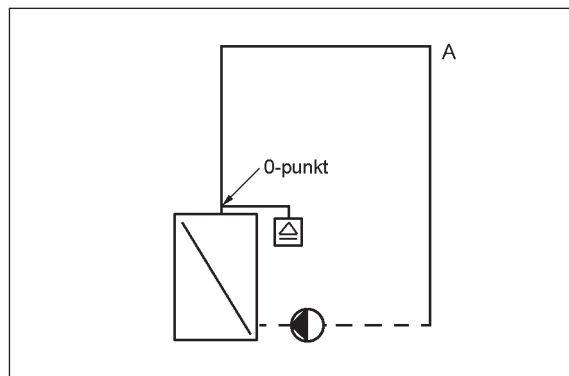
Bemærk:

At gennem gevindsamlinger, unioner, ventiler mm., der ellers er tæt for det hvilende tryk, kan der suges luft ind, hvis der opstår undertryk.

Stadig tilførsel af luft til vandet medfører ødelæggende tæringsskader.

Tryk- og suge anlæg

Pumpen er anbragt i returledningen og ekspansionsledningen tilsluttet ude på anlægget.



Af denne anlægstype findes der mange og er anlægget beregnet rigtigt, opstår der ingen vanskeligheder. I modsat fald kan der fremkomme alvorlige driftsforstyrrelser.

På pumpen til ekspansionsledningens tilslutning (0-punktet) forøger pumpetrykket det hvilende tryk, men fra 0-punktet og tilbage til pumpen arbejder denne med sugning - totaltrykket bliver derved meget lille i punkt A.

Formindsket tryk i rørsystemet - eller dele deraf - kan give anledning til udluftningsvanskeligheder.

I punktet A kan der eventuelt udskilles luft fra vandet pga. undertrykket, således at den straks holder op med at varme.

Et forsøg på at udlufte her vil kun forværre forholdene ved at suge luft ind.

Man kan standse pumpen og udlufte, men fejlen opstår igen under driften.

Af ovenstående fremgår, at jo mere udstrakt bygningen er - jo højere pumpetryk, der arbejdes med og jo mindre plads, der er i højden til ekspansionsbeholderen, desto vanskeligere er forholdene.

Er der mulighed for at flytte ekspansionsledningens tilslutningssted i retning af A, kan fejlen afhjælpes derved.

