



Cirkulationspumper

Revideret 15/12 - 2015

TEKNIQ
INSTALLATØRERNES ORGANISATION

 **BLIK&RØR**
ARBEJDERFORBUNDET

Cirkulationspumpe

Cirkulation og pumper

Varmen flyttes fra kedel, varmeveksler eller blandesystem ud til forbrugsstederne ved hjælp af centralvarmevandet.

Til flytning af en vis varmemængde kræves en vis vandmængde flyttet fra kedel eller veksler til forbrugssted. Hvis den flyttede vandmængde er for ringe - det vil sige 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

Når der monteres cirkulationspumpe på et varmeanlæg i dag, skal vi være særligt opmærksomme på om den monterede Pumpe opfylder kravene til bygningens energibehov. I Bygningsreglement afsnit 8.2 Stk. 8 "Cirkulationspumper i varme-, varmtvands-, jordvarme- og køleanlæg skal være A-mærkede eller opfylde tilsvarende energimæssige krav hertil", hvilket vil sige vi ikke kan montere en hvilket som helst Pumpe, men skal sikre os den er A-mærket.

Forudsætningen for tilfredsstillede driftsforhold er naturligvis, at cirkulationspumpens kapacitet og tryk er tilpasset anlæggets energibehov og at pumpen placeres det mest hensigtsmæssige sted i anlægget.

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

I meget få tilfælde kan cirkulationspumpens kapacitet og tryk være for ringe, og cirkulationspumpen vil ikke kunne transporteres tilstrækkeligt med energi ud til forbrugsstederne. Dette problem prøver man ofte at klare ved at hæve fremløbstemperatur. Det vil som regel blot medføre varmespild samt at de rum, som er nærmest varmeveksleranlægget, får det alt for varmt.

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.

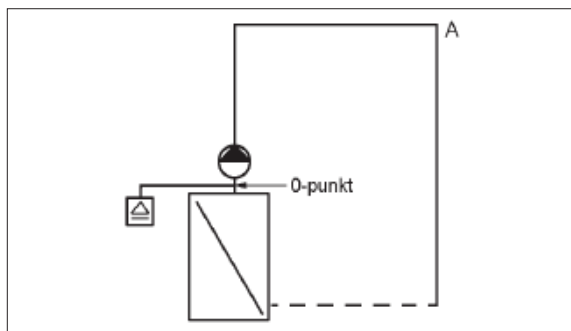
I det følgende vises tre eksempler på forskellig placering af ekspansionsledning og cirkulationspumpe.



Trykanlæg - rigtigt

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

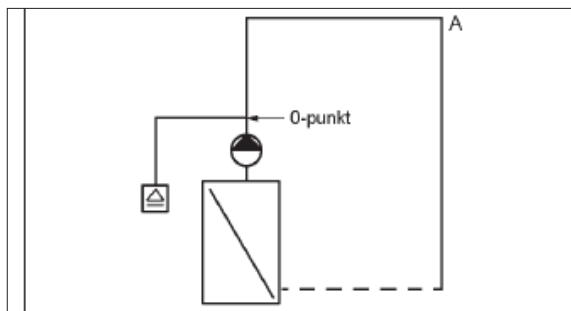
Dette bevirker, at alle andre steder end i 0-punktet, er det resulterende tryk hvilende tryk + pumpetryk - strømingsmodstandene. Denne anbringelse er den rigtige og bør altid udføres.



Sugeanlæg - 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 - strømingsmodstandene.



Pumpen må aldrig anbringes så den bliver en del af sikkerhedsledningen.

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

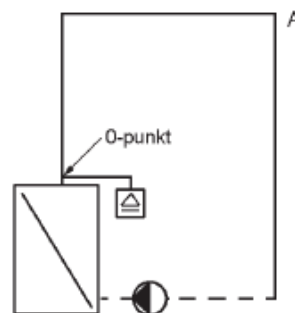
Bemærk:

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 sugeanlæg

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.



Cirkulationspumpens funktion

Pumpens funktion er kort forklaret den, at vandet strømmer ind i pumpehjulet nær dets akse. Pumpehjulets rotation overfører bevægelsesenergi til vandet.

Når vandet forlader pumpehjulet, opsamles det i spiralhuset, hvor en del af vandets bevægelsesenergi omdannes til trykenergi.

Resultatet er, at vandet ved at passere pumpen har fået en trykforøgelse.

I praksis angives en pumpes trykforøgelse gerne ved begrebet løftehøjde (pumpetryk).

Ved løftehøjde forstås, hvor højt en given pumpe kan løfte vandet fra et niveau til et andet.

Løftehøjde

En pumpes "løftehøjde" anvendes ofte i forbindelse med pumper i varmeanlæg, men det er lidt misvisende, det er ikke højden på varmeanlægget (bygningshøjde), der bestemmer pumpens løftehøjde. Det er mere rigtigt at anvende begrebet "differenstryk". I varmeanlæg er der behov for et differenstryk for at overvinde modstanden i:

- Kedel/veksler
- Rør og fittings
- Ventiler og radiatorer

Modstanden skal kunne overvindes, for at der kan pumpes varmt vand gennem rørene. Den hydrauliske modstand udgøres af rørenes modstand og individuelle områder med modstand. Ligningen

$$\Delta p = 1,3 \times \Sigma[R \times L] + \Sigma Z$$

anvendes til at beregne tryktabet Δp i anlægget, hvorimod en forøgelse på 30 % for støbte dele og fiksturer allerede er medregnet. Forholdet:

$$\frac{\Delta p}{\rho \times g} = H$$

giver os pumpens løftehøjde, H.

Eller forenklet:

$$\frac{1,3 \times \Sigma[R \times L] + \Sigma Z}{10000} = H$$

R = R værdi af røret i Pa/m

L = længden på det mindst fordelagtige udsnit (flow og retur) i m

Z = individuelle modstande i Pa

Værdierne for individuel modstand kan læses i producentens specifikationer for det anvendte produkt. Hvis der ikke findes sådanne oplysninger, kan følgende værdier anvendes som løse skøn:

Kedel: 1.000 til 2.000 Pa

Mixer: 2.000 til 4.000 Pa

Pa termostatventil: 5.000 til 10.000 Pa

Varmemængdemåler: 1.000 til 15.000 Pa

Komponent	Tryktab
Kedel	1-5 kPa
Kedel, kompakt	5-15 kPa
Varmeveksler	10-20 kPa
Varmemåler	15-20 kPa
Vandvarmer	2-10 kPa
Varmepumpe	10-20 kPa
Radiator	0.5 kPa
Konvektor	2-20 kPa
Radiatorventil	10 kPa
Reguleringsventil	10-20 kPa
Kontraventil	5-10 kPa
Filter (rent)	15-20 kPa

Alle værdier er gennemsnitsværdier.



Rørdimension	Flow i m ³ /h Tryktab [Pa/m]										Vand [l/m]	Indvendig dia. [mm]
	0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0			
Stålrør	3/8 "	79	1459	-	-	-	-	-	-	-	0,12	12,5
	1/2 "	24	445	1563	-	-	-	-	-	-	0,20	16,0
	3/4 "	6	105	369	769	1269	-	-	-	-	0,37	21,6
	1 "	2	35	122	254	427	892	1502	-	-	0,58	27,2
	1 1/4 "	0	9	32	67	112	234	395	592	824	1,01	35,9
	1 1/2 "	0	4	15	32	54	113	190	285	396	1,37	41,8
Kobberrør	CU 10 x 1	602	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	8,0
	CU 12 x 1	209	3499	-	-	-	-	-	-	-	0,08	10,0
	CU 15 x 1	60	1006	-	-	-	-	-	-	-	0,13	13,0
	CU 18 x 1	22	375	1263	-	-	-	-	-	-	0,20	16,0
	CU 22 x 1	8	130	437	890	1473	-	-	-	-	0,31	20,0
	CU 28 x 1.5	3	45	151	308	510	1038	-	-	-	0,49	25,0

Denne tabel anvendes til at bestemme det anslåede tryktab i et rørsystem i Pa/m ved en vandtemperatur på 60 °C. Det anbefalede maksimumtryktab er 105 Pa/m.

$$\frac{7 \times 0,86}{(60 - 40)} = 0,407 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Pumpen skal kunne yde en vandmængde på 0,407 m³/h. Hvilken størrelse pumpe skal der vælges?

Bestemmelse af pumpestørrelse

På grundlag af en varmetabsberegning kan man finde frem til den vandmængde, der skal cirkulere i anlægget, og samtidig beregnes, hvor store tryktabet bliver.

Pumpetrykket er bestemt af modstanden af samlede størrelser i varmeanlægget og i ovenstående eksempel er det beregnet til 15 kPa.

En varmetabsberegning viser, at anlægsydelsen skal være 7 kW for at dække varmetabene i de forskellige rum. Der vælges en afkøling over radiatorerne på 20 °C, hvorefter den cirkulerende vandmængde bliver:

Følgende formel skal anvendes:

$$\frac{\Phi \times 0,86}{(T_F - T_R)} = Q$$

Φ = Varmebehov i kW

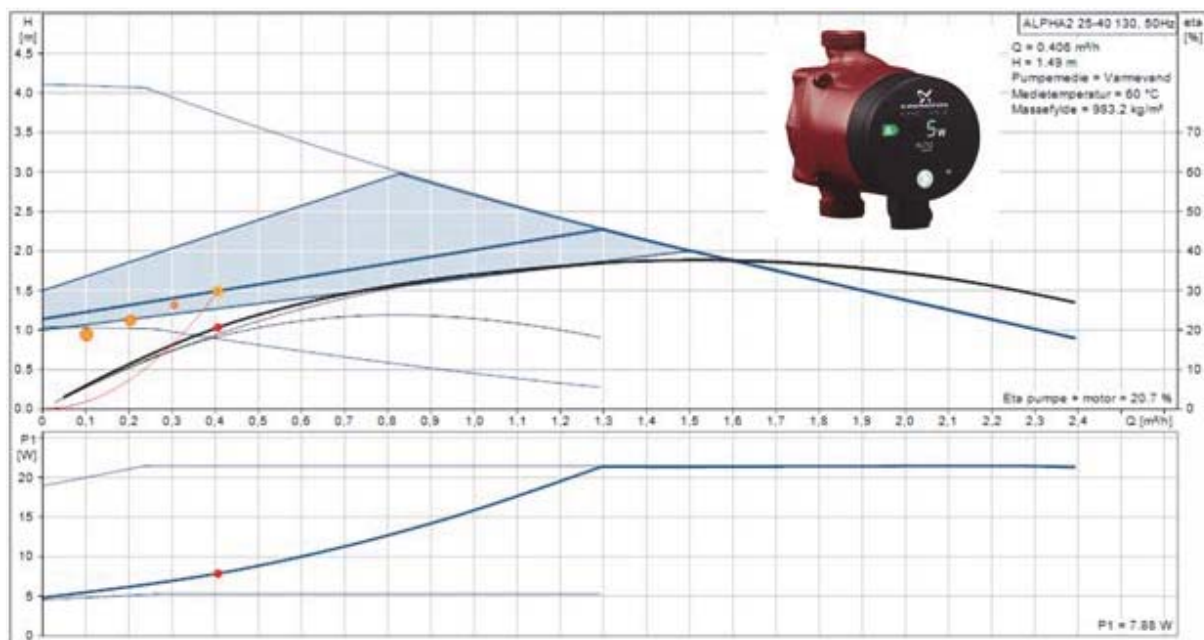
Omregningsfaktoren 0,86

T_F = Dimensionerende fremløbstemperatur i °C

T_R = Dimensionerende returløbstemperatur i °C

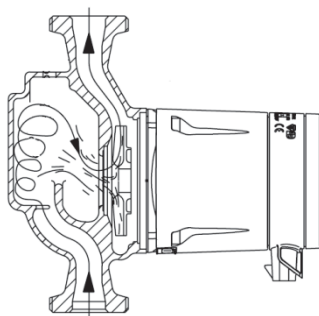
Q = Volumenflow i m³/h

Cirkulationspumper



Cirkulationspumpens funktion

Pumpens funktion er kort forklaret den, at vandet strømmer ind i pumpehjulet nær dets akse. Pumpehjulets rotation overfører bevægelsesenergi til vandet. Når vandet forlader pumpehjulet, opsamles det i spiralhuset, hvor en del af vandets bevægelsesenergi omdannes til trykenergi. Resultatet er, at vandet ved at passere pumpen har fået en trykførøgelse. I praksis angives en pumpes trykførøgelse gerne ved begrebet løftehøjde (pumpetryk).





Pumpers effektforbrug

I dag fokuseres der meget på at nedbringe energiforbruget til bygningsopvarmning, men man må ikke glemme, at el. forbrugende apparater, såsom cirkulationspumper til varmeanlæg og cirkulation til det varme brugsvand kan koste mange penge at have kørende hele året, og det vil da også ofte kunne betale sig at slukke for pumperne uden for bygningens brugs tid. Mange ældre cirkulationspumper har et stort effektforbrug og ofte vil der være økonomi i blot at udskifte pumperne til nogle mere moderne og mindre energikrævende.

Pumpe udskiftning

I forbindelse med udskiftning af en pumpe er det en god ide at vurdere, om huset eller varmeanlægget allerede er blevet renoveret, f.eks.:

- lavenergiruder
- huset er blevet efterisoleret
- nye termostatventiler
- nyt varmesystem (gulvvarme)

De fleste ældre pumper er for store og kan udskiftes med en mindre A-mærket pumpe som f.eks. Grundfos ALPHA2. En A-mærket pumpe tilpasser sig de nye forhold, minimerer støjniveauet og er samtidig energibesparende.

Opstart af pumpen

For at undgå støjgener fra luft i pumpen er det vigtigt, at anlægget udluftes på korrekt vis:

Påfyld anlægget så der er et passende overtryk i forhold til anlæggets højst placerede radiatorer.

- Udluft anlægget.
- Start kedlen.
- Start pumpen, og åbn radiatorventilerne for at sikre, at der er flow i anlægget.
- Lad pumpen køre i et par minutter.
- Stop pumpen, og udluft anlægget igen.

- Kontrollér anlægstrykket, og påfyld anlægget igen, hvis dette er for lavt.
- Start pumpen igen, og juster om nødvendigt indstillingen.

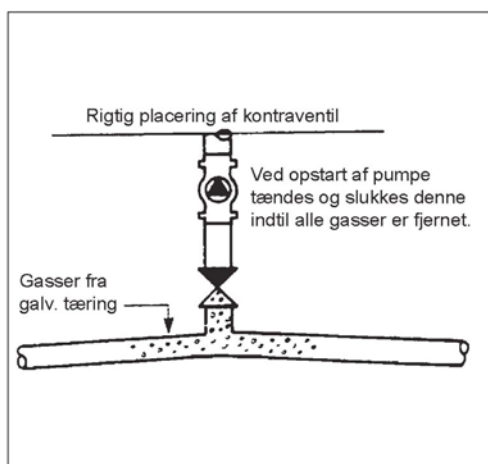
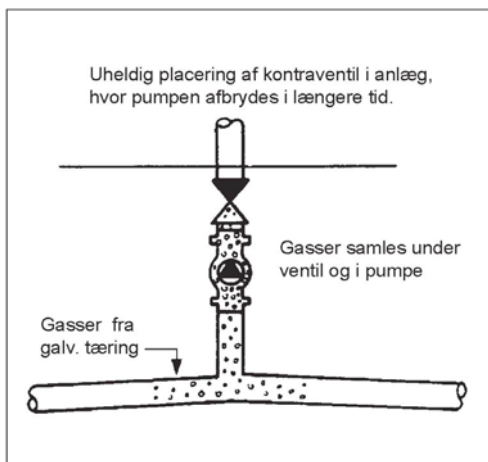
Pumpeplaceringer

1. Pumper bør aldrig monteres på en vandret ledning, der dykker efter pumpen, hvis denne ikke er udluftet ved dykpunktet. En sådan installation kan give tørkøringsproblemer på grund af luftansamling og dermed være ødelæggende for pumpen.

2. Pumper bør installeres med automatiske luftudladere på pumpens trykside, idet en luftudlader, anbragt på sugesiden på grund af ejektorvirkning ved høj vandhastighed, kan suge luft ind. Luftudladere kan dog altid monteres på pumpens sugeside, hvis vandhastigheden er lav (max. 0,5 m/s eller i kedlen).

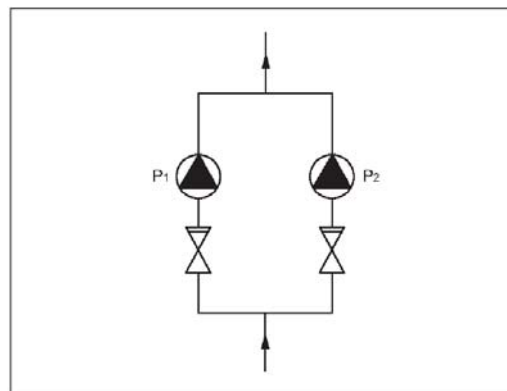
3. Pumper bør normalt ikke monteres med lodret aksel. Luft kan da ansamles i rotorhuset og forårsage tør-køring, hvis den cirkulerede vandmængde er meget lille. En placering med vandret aksel vil mindske risikoen for tørkøring.

4. Anbring aldrig en tætlukkende kontraventil umiddelbart over pumpen i brugsvandsanlæg. I anlæg, hvor der forekommer galvanisk tæring, vil der i stilstandsperioder samles gasser under kontraventilen. Dette kan dræne pumpen for vand med tør-køring til følge. Anbringes kontraventilen derimod under pumpen, vil der altid være vand i pumpen. 5. Anbring altid klemkassen i position kl. 9, 12 eller 15, aldrig i position 6.

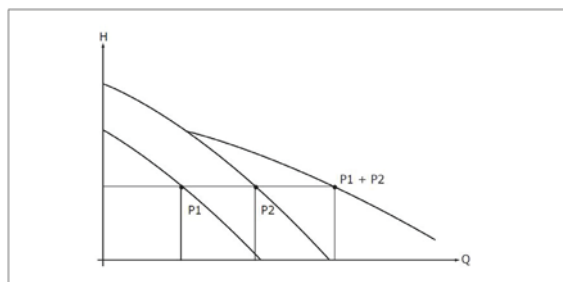


Pumper i parallelkobling

Når to parallelmonterede pumper med samme løftehøjde (mVS) er i drift samtidig, vil den samlede, cirkulerende vandmængde (l/min) være de to pumpe vandmængde tilsammen.



Herunder ses et pumpediagram med to ens, parallelkoblede pumper, hvor en henholdsvis to pumper er i drift.

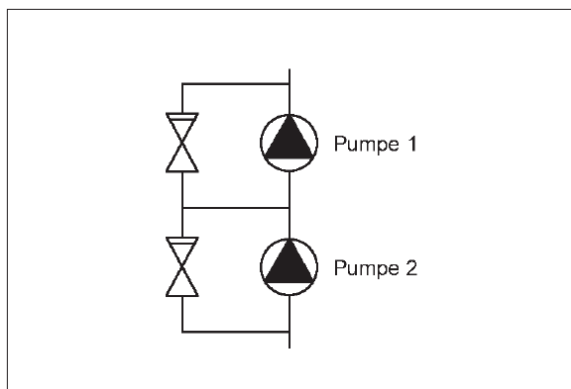


Det må kraftigt understreges, at dette er "teori"; i praksis stiger anlæggets rørmodstand, når man forsøger at pumpe mere vand gennem de eksisterende rør, så vandmængden vil ikke fordobles, når to pumper kører i stedet for en.



Pumper i seriekobling

Når to pumper monteres i serie, skal de have samme vandmængde (l/min), da samme mængde vand skal gennem begge pumper.



Seriekobling af pumper anvendes altså ikke til at øge vandmængden, men løftehøjden (mVS).

Kavitation

Kavitere kommer af det latinske ord Cavus, som betyder hulrum (kavitation), eller dampdannelse om man vil, opstår som følge af en lokal underskridelse af damptrykket (kogepunktet), hvorved der opstår dampblomber på det sted inde i pumpen, hvor der er det laveste tryk. Disse dampblomber fortsætter gennem pumpens løber og kollapser, når trykket når op over damptrykket. Denne implosion vil kunne medføre støjgener, og i værste fald beskadigelse af pumpens pumpehjul.

Bliver vandhastigheden tilstrækkelig høj, kan det statiske tryk blive så lavt, at vandet begynder at koge. Almindeligvis koger vand jo ved 100°, forudsætningen er det atmosfæriske tryk 10 mvs. Ændres trykket ændres kogepunktet også, som eksempel koger vand ved 60° hvis trykket er 2 mvs.

De dampbobler som dannes som følge af en underskridelse af damptrykket i pumpehulets indløb, følger vandet igennem pumpens løber.

Når arealet efter pumpens løber øges vil det statiske tryk også øges, herefter er betingelserne for damptryk ikke længere være tilstede. Overgangen sker meget pludseligt og kaldes implosion, som er det modsatte af eksplosion. Ved implosionen opstår en meget karakteristisk knaldende lyd. Påvirkningen fra

implosionen kan forårsage svære skader på pumpehjul og ventiler. Sådanne skader kaldes kavitationserosion. Ca. 5% af alle defekte pumper, som leveres tilbage til producenter er ødelagte af kavitation.

For at undgå kavitation er det vigtigt at tilfødsstrykket er højt nok.

Eksempel

Væsketemperatur	Mindste tilfødstryk
75 °C	0,5 m
90 °C	2,8 m
110 °C	11,0 m