



Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 6373/88

(51) Int.Cl.5

E 03 F 7/10

(22) Indleveringsdag: 15 nov 1988

(24) Løbedag: 16 mar 1988

(41) Alm. tilgængelig: 12 jan 1989

(44) Fremlagt: 18 maj 1992

(86) International ansøgning nr.: PCT/SE88/00133

(86) International indleveringsdag: 16 mar 1988

(85) Videreførelsesdag: 15 nov 1988

(30) Prioritet: 17 mar 1987 SE 8701098-9

(71) Ansøger: Anders *Westerberg; Gnejsstigen 20; 951 64 Luleå, SE

(72) Opfinder: SAMME

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Fremgangsmåde til forhindring af frysning i vandrør og et rørsystem til udøvelse af fremgangsmåden

(56) Fremdragne publikationer

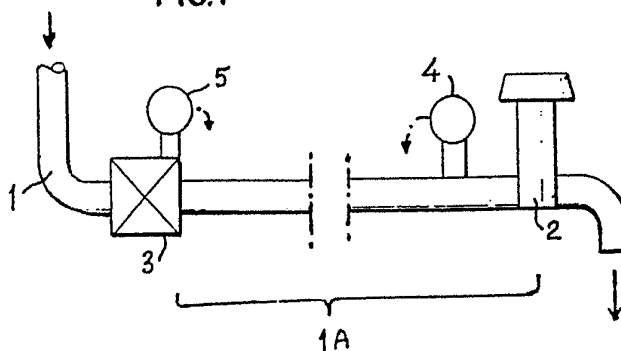
6373-88

(57) Sammen drag:

Ved fremgangsmåden anbringes en kontraventil (3) opstrøms for en del (1A) af rørledningen (1), som skal beskyttes, og en sikkerhedsventil (4) nedstrøms for denne del. Sikkerhedsventilen åbner og tillader vand at strømme ud og forhindrer frysning ved en trykstigning i vand indesperret nedstrøms for kontraventilen, hvilken trykstigning finder sted når temperaturen falder fra 4°C mod frysepunktet. Opfindelsen angår også et rørsystem til udøvelse af fremgangsmåden.

6373-88

FIG.1



Den foreliggende opfindelse angår en fremgangs-
måde til forhindring af frysning i vandrør. Opfindelsen
angår også et rørsystem til udøvelse af fremgangsmåden
af den i indledningen til krav 2 angivne art.

5 Frysning i vandrør er et meget stort problem i
alle lande med koldt vinterklima. Bortset fra det øje-
blikkelige problem at være uden vand koster rørskader
og efterfølgende vandskade ved tøbrud enorme summer
hvert år. Siden det forrige århundrede er mange tanker
10 og anstrengelser sat ind på at finde en pålidelig og
praktisk anvendelig løsning på dette problem.

De løsningsforslag, som er fremkommet i årenes
løb, kan opdeles i to forskellige hovedkategorier

1. forsøg på at holde vandtemperaturen i røret
15 over frysepunktet,
2. at holde vandet i bevægelse.

Forsøg ifølge den første kategori har omfattet
forskellige måder at isolere rørene. Alle disse har
øget materiale- og installationsomkostningerne. Det har
20 heller ikke altid været muligt at isolere hele rørsy-
stemet på grund af væggennemføringer, koblinger, an-
bringelse under jorden o.s.v. Isolation har således ik-
ke givet tilfredsstillende resultater af grunde som vil
blive klargjort nedenfor.

25 En anden mulighed, som er forsøgt for at holde
temperaturen af vandet i rørsystemet over frysepunktet,
har været varmekabler eller varmetape monteret indven-
digt eller udvendigt på rørene og forbundet med elek-
tricitetsforsyningen. Disse er meget vanskelige at in-
30 stallere i eksisterende rørsystemer og må forbindes med
elektricitetsforsyningen og holder således op at virke,
hvis der er fejl i elektricitetsforsyningen. Der er
også en risiko for overhedning af vandet, hvilket fører
til forringet drikkevandskvalitet. Ved styret opvarm-
35 ning må temperaturmåling og styring ske langs hele ud-
strækningen af rørsystemet.

Forsøg ifølge den anden kategori, d.v.s. at holde vandet i bevægelse kontinuerligt eller periodisk har også været talrige gennem årene. En gammel velprøvet fremgangsmåde er at holde en vandhane åben vinteren igennem. Dette har den ulempe, at øge vandforbruget betragteligt. Det er vanskeligt at indstille hanen tilstrækkeligt åben til at sikre, at vandet ikke fryser. Der kan også være problemer med frysning i afløbet med uafbrudt minimum udskylning. Det har også været forsøgt at forbinde et ur til hanen, eksempelvis for at åbne den hveranden time døgnet rundt. Den programmerede åbning og lukning af hanen afhænger af elektrisk strøm og må justeres under hensyn til frysningsrisikoen ved hver bygning. Problemerne med vandforbruget og isdannelse i afløbet består, omend i en mindre grad. Der har også været anvendt lagertanke som en slags vandur til periodisk skylning. Disse har de ovennævnte ulemper, men virker under elektricitetssvigt, selvom de yderligere har en voluminøs vandtank, som er vanskelig at justere.

Der er også undersøgt forskellige forslag til tvungen cirkulation uden aftapning, eksempelvis systemer til blokke eller bygninger krævende en fælles cirkulationspumpe og tilbageføring af stikledningerne med dublering af rørene til og fra hver bygning og i bygningen hvis disse rør også skal beskyttes. Denne løsning er imidlertid kostbar og kompliceret og ikke praktisk i et eksisterende vandrørssystem.

Udstrakte forsøg med temperaturreguleret aftapning har givet dårlige resultater, idet temperaturen i rørsystemet kan variere stærkt på forskellige steder. Placering af temperaturindikatorer og valg af følsomhed vil således være meget vanskelig. De er også afhængige af fungerende elektronik.

Gennem årene er også udført forskellige forsøg på at udforme en ventil til vandrør som beskytter mod frostskafer. Eksempelvis kendes fra SE patentskrift nr.

210 736 en afløbsventil med et øvre kammer fyldt med vand som formodes at fryse før vandet i rørene fryser. Ekspansionen ved dannelse af is i det øvre kammer påvirker en afløbsventil og får den til at åbne og tillade vandet i rørene at strømme ud. Der er flere usikkerhedsfaktorer i denne struktur, eksempelvis antagelsen at frysning først vil ske i det øvre kammer, og at det udstrømmende vand fra den åbne ventil vil smelte isen i det øvre kammer og tillade ventilen at vende tilbage til sin lukkeposition. Denne ventil har ikke været brugt i nogen stor udstrækning.

US patentskrift nr. 641 308 beskriver en hane med et temperaturfølsomt element i hanen, som åbner hanen ved lav temperatur. Denne løsning har den store ulempe, at temperaturen kun måles i hanen. Det samme princip med et temperaturfølsomt element anvendes i US patentskrift nr. 4 117 856. Ifølge SE patentskrift nr. 103 613 anvendes en justerbar, kontinuerligt ledning og en gummiflig, som åbner ved et undertryk på grund af isdannelse i røret. Ventilen forhindrer således ikke isdannelse i røret og yderligere kræver den en kontinuerligt løbende vandstråle.

Den foreliggende opfindelse har til formål at tilvejebringe en fremgangsmåde til forhindring af frysning i rør og et rørsystem til udøvelse af fremgangsmåden som undgår de ovennævnte ulemper. Dette er opnået ved en fremgangsmåde af den art, som er beskrevet i indledningen, og som har de ejendommelige træk, som angives i krav 1 og ved et rørsystem af den art, som er beskrevet i indledningen, og som har de ejendommelige træk som angives i krav 2. Løsningen til problemet er opnået ved anvendelse af få, enkle og pålidelige komponenter, som også fungerer i tilfælde af et elektrisk strømsvigt.

Løsningen ifølge opfindelsen er delvis baseret på en opdagelse, som er fuldstændig uforenelig med den

hidtil accepterede viden om, hvorledes brud på rør opstår under frysning, på hvilken alle tidligere forsøg på tilvejebringelse af en tilfredsstillende løsning har været baseret. Forsøg udført af opfinderen under styrede betingelser i et forskningslaboratorium har nemlig vist at brud på rør under frysning ikke optræder ved den dannede isprop, men i en del af røret, hvor vandet endnu ikke er frosset. En voksende isprop kan således give anledning til et rørbrud på et sted 100 m fra sig. Dette forklarer hvorfor temperaturstyrede frostforebyggelsesaggregater ikke har været i stand til at løse problemet. Det er ikke muligt at måle temperaturen overalt i vandrørsystemet. Denne situation har undgået opdagelse på grund af en næppe bemærket egenskab ved vand, nemlig at når trykket stiger i ufrosset vand, forskydes frysepunktet til under 0°C . Dette er vist i form af et diagram i fig. 2. Når eksempelvis to ispropper i en afstand fra hinanden vokser mod hinanden, vokser trykket indtil røret går itu, hvorved trykket pludselig falder og frysepunktet atter hæves. Resultatet kan da blive, at en isprop på flere hundrede meter kan dannes meget hurtigt. Det er dette som bringer en til at tro at røret er dårligt isoleret der hvor revnen optræder, medens revnen rent faktisk optræder hvor røret er bedst isoleret.

Opfindelsen er også baseret på en kendt egenskab ved vand, som ikke er udnyttet indtil videre i denne forbindelse, nemlig at volumnet af en given mængde vand falder med faldende temperatur ned til 4°C for derefter at øges, når temperaturen fortsætter at falde fra 4°C til frysepunktet. Denne situation er illustreret i diagrammet i fig. 3 og vil blive forklaret mere detaljeret nedenfor i forbindelse med beskrivelse af et udførelseseksempel og med henvisning til tegningens figurer, af hvilke

fig. 1 skematisk viser en rørledning i et ledningssystem til udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen,

fig. 2 et diagram som viser hvorledes frysepunktet af vand sænkes med stigende tryk,

fig. 3 et diagram, som viser hvorledes trykket i en indesluttet mængde vand teoretisk varierer med temperaturen,

fig. 4 et snit gennem en kontraventil i forbindelse med en anden sikkerhedsventil,

fig. 5 et snit gennem en første sikkerhedsventil nær hanen, og

fig. 6 en enkelt sikkerhedsventil som åbner når en brudstift brækkes på grund af overtryk.

Det rørsystem, som er vist i fig. 1 omfatter ganske enkelt et rør 1, som fører vand under tryk fra et reservoir, vandtårn, pumpe etc. til en hane 2. En kontraventil 3 er indsat i linien og tillader vandet at strømme i normal strømningsretning fra vandtårnet, men på ingen måde i den modsatte retning hvis trykket skulle stige i rørdelen 1a mellem kontraventilen 3 og hanen 2. En sikkerhedsventil 4 er monteret tæt ved hanen 2, og på denne enkle måde er der opnået en effektiv beskyttelse mod frysning i rørdelen 1a af rørene mellem kontraventilen 3 og hanen 2.

Opfindelsen udnytter en egenskab ved vand, som har været næsten ubemærket i denne forbindelse, nemlig at en given mængde vand antager sit mindste volumen ved en temperatur på 4°C. Ved atmosfærisk tryk har et kilogram vand et volumen på 1,000028 l ved 4°C og 1,000101 l ved 1°C. Idet vand har ekstremt lille kompressibilitet giver et temperaturfald fra 4°C til 1°C anledning til en betragtelig trykstigning i et tæt lukket rum såsom rørlængden 1A, som er fri for luft. Fig. 3 viser hvorledes trykket varierer i en indelukket mængde vand med varierende temperatur. Ændringen i tryk i forhold til temperatur kan udtrykkes ved følgende formel:

$$\frac{dp}{dt} V = \frac{\alpha}{k}$$

5 hvor V er et konstant volumen, $k = 48,8 \times 10^{-11}$, $\alpha = 0$ ved 4°C og $\alpha = 0,6 \times 10^{-4}$ ved 0°C (α varierer lineært derimellem).

Ved faldende temperatur ned til 4°C vil trykket i rørdelen 1A således også falde. Men ved fortsat sænkning af temperaturen af vandet fra 4°C og nedad mod frysepunktet for det luftfrie vand tæt indesluttet i
 10 rørdelen 1A vil trykket stige på grund af vandets ekspansion. Kontraventilen 3 forhindrer al tilbagestrømning for at sikre den ønskede trykstigning. Kontraventilen 3 kan eksempelvis være anbragt nær vandmåleren i et hus et sted, hvor det ønskes at forhindre
 15 dannelsen af is i rørene. Kontraventilen 3 kan imidlertid monteres på ethvert sted forudsat at der skabes en tilstrækkelig trykstigning i rørdelen 1A mellem kontraventilen 3 og sikkerhedsventilen 4, når vandet er i nærheden af sit frysepunkt. Kontraventilen kan væ-
 20 re justeret til ikke at åbne for gennemløb i den normale strømningsretning før trykket på dens opstrøms side overskrider trykket på dens nedstrøms side med mindst 1 kPa. Praktiske forsøg med et halvtomme kobberrør lukket i begge ender viser at trykket i dette rør kan fal-
 25 de fra 500 kPa ved 20°C til 300 kPa ved 4°C efterfulgt af en stigning til 600 kPa når temperaturen nærmer sig 0°C . Der vil derefter være en trykstigning op til titusinder kPa før vandet ændres til is.

Ifølge ovennævnte udførelsesform er sikkerheds-
 30 ventilen 4 indrettet til at åbne ved et tryk på mindst ca. 100 kPa over det normale tryk i røret 1 for at reducere trykket og samtidig udlade vand i 10 til 15 sekunder før sikkerhedsventilen 4 lukker igen. Dette tillader vand at strømme gennem kontraventilen 3
 35 ind i og gennem rørdelen 1A. Denne procedure vil derefter blive gentaget automatisk hvis vandet igen udsættes for risiko for frysning.

yderligere har kobber en høj udvidelseskoefficient og forstærker således trykforøgelsen ved temperaturer under 4°C ved sin indre volumenmindskelse. Der sker også en ekspansion af det vandvolumen som er indespærret i kobberrøret ved en temperatur stigende fra 4°C og opad. Sådan en temperaturforøgelse resulterer således i en mindre trykstigning end det ville være tilfældet (som illustreret i fig. 3) med et absolut konstant rørvolumen.

10 Dette muliggør ifølge opfindelsen udformning af sikkerhedsventilen 4 ved hanen 2 i form af en enkelt brudstift, som går i stykker ved det høje tryk, som optræder når vandet nærmer sig frysepunktet, for at tillade en mindre vandstråle at strømme indtil stiftens 15 er blevet erstattet. På grund af rørets udvidelse vil trykstigningen ved stigende temperatur ikke være tilstrækkeligt til at bryde stiftens (i sådan et tilfælde ganske unødvendigt).

Praktiske forsøg med et rørsystem ifølge opfindelsen fremstillet af halvtomme kobberrør har vist at 20 for vand, der ved 4°C har et tryk på 300 kPa stiger trykket til 600 kPa ved 0°C. Trykket stiger derefter meget hurtigt til høje tryk på mere end 5000 kPa men stadig med vand i flydende form. En sikkerhedsventil 25 skulle åbne ved det normerede tryk for røret, i dette tilfælde 1000 kPa for almindelige halvtomme kobberrør. Der finder ingen isdannelse sted når sikkerhedsventilen åbner, for trykket til at falde og leder vand ud.

Sikkerhedsventilen 4 tæt ved hanen 2 bør 30 fortrinsvis have forsinket genlukning således at den tillader vandet at strømme i ca. 10 til 15 sekunder før den lukker. Dette tillader vandet at cirkulere og bringe nyt, varmere vand ind i røret eller rørene, som skal beskyttes. Selv ved meget lave temperaturer omkring rørene er der stadig en lille mængde vand som strømmer 35 ud til spildevand hver dag, og hvis der ikke er umiddelbar

risiko for frysning vil slet intet vand gå til spilde. Sikkerhedsventilen 4 fungerer som en føler, som overvåger hele rørsystemet nedstrøms for kontraventilen 3.

Hvis der trods alt skulle dannes en isklump i
5 røret mellem kontraventilen 3 og hanen 2 kan brud på kontraventilen 3 eller røret forhindres ved at forbinde en anden sikkerhedsventil med kontraventilen 3.

Fig. 4 viser en kendt kontraventil 3 fremstillet af Valstop, Sverige med typenr. H151 i forbindelse
10 med en kendt sikkerhedsventil Spirax Sarco 851 T, Sverige. Kontraventilen omfatter et fjederbelastet ventillegeme 6, som åbner når trykket opstrøms for ventillegemet overskrider trykket nedstrøms for ventille-
15 gemet med en forudbestemt værdi.

Sikkerhedsventilen 5 omfatter et fjederbelastet ventillegeme 7, som åbner ved et forudbestemt tryk på det sted, hvor sikkerhedsventilen er forbundet med rørdelen 1A.

Fig. 5 viser en kendt sikkerhedsventil 4 af typen Aqua, Sverige, som er lidt modificeret ved tilvejebringelse af en vandkanal 8, som fører vand fra rørdelen 1A gennem et kammer 9 til et trykkammer 10 for at presse en membran 11 ned, når trykket i rørdelen 1A
25 overskrider en forudbestemt værdi for at åbne sikkerhedsventilen i et forudbestemt tidsrum og lade vand strømme ud gennem udgangen 12 eller udgangen 13, som er vist ved stiplede linier for at indikere at denne udgang kan erstatte den almindelige udgang 12 når
30 rørdelen 1A er udstrakt som vist ved stiplede linier og slutter med hanen 2 som vist i fig. 1.

I standardversionen trykkes en knop 14 ned for at presse membranen ned. Denne nedtrykning erstattes af trykket af vandet som føres gennem kanalen 8 til
35 trykkammeret 10.

Når ventillegernerne 15 og 16 er lukket modvirkes vandtrykket i kammeret 9 af trykket af vandet i

modtrykkammeret 17 og fjederen 18 holder ventille-
gemet 16 lukket; medens ventillegemet 15 holdes af
en fleksibel gummimuffe 19.

Når det forudbestemte tryk er nået i rørdelen
5 1A ved dens forbindelse med sikkerhedsventilen 4, og
dette tryk også har nået trykkammeret 10, åbner ven-
tillegemet 16 for at tillade vand at forlade kammeret
17, hvilket igen resulterer i, at vandet i kammeret 9
flytter et ventillegeme 20 og åbner ventillegemet 15
10 for at tillade vand fra rørdelen 1A at strømme gennem
kammeret 9 og ud gennem udløbet 12 eller 13. Samti-
dig trænger vand ind i en lille tværkanal 21 og
strømmer gennem en kanal 22 og fylder rummet 17,
hvilket efter en forudbestemt tid, når trykket i rørde-
15 len 1A er reduceret på grund af strømmingen af en vis
mængde vand gennem henholdsvis udløbet 12 eller 13,
vil resultere i at membranen 11 frit kan bevæge sig
tilbage til udgangspositionen. Fjederen 18 bevæger
ventillegemet 16 til dens lukkeposition for at mulig-
20 gøre en trykopbygning i kammeret 17, som vil sætte
gummimuffen 19 i stand til at føre ventillegemet 15
til dets lukkeposition. Den tid ventilen 4 holdes
åben efter påvirkning af membranen 11 kan justeres på
en kendt måde.

25 Fig. 6 viser en sikkerhedsventil 4A med en
brudstift 4B som er vist brudt ved stiplet linie.

Opfindelsen kan anvendes i ethvert vandrørsystem
som underkastes temperaturer under vands frysepunkt.
Eksempelvis kan sprinklersystemer og vandrør i flyve-
30 maskiner med fordel forsynes med sikkerhedsindretningen
ifølge opfindelsen. Ved parkering af flyvemaskiner om
vinteren underkastes vandinstallationen somme tider
temperaturer så lave som -30°C , men risikoen for frys-
ning i rørene elimineres på en simpel måde ved hjælp af
35 opfindelsen. Vandforsyningsrør 1 udgående fra en varm
vandbeholder i flyet, vil da fremføre varmt vand når
sikkerhedsventilen eller ventilerne 4 åbner.

Som det forstås af ovenstående er opfindelsen enkelt at anvende på enhver vandledningsdel 1A som måtte udsættes for frysning. Opstrøms for denne del 1A i et område hvor vandforsyningsrøret 1 er isoleret eller anbragt i et ikke-frysende rum, monteres kontra-ventilen 3 fortrinsvis sammen med sin sikkerhedsventil 5, som blot vil fungere som nødventil under ekstreme forhold. Nedstrøms for rørdelen 1A er sikkerhedsventilen 4 monteret. Længden af rørdelen 1A kan være nogle meter eller op til 100 meter. Normalt er sikkerhedsventilen 4 monteret tæt ved hanen 2, men rørlængden mellem rørdelen 1A og hanen 2 kan have en betragtelig længde, når den ikke er udsat for risiko for frysning. Sikkerhedsventilen kan monteres for enden af rørdelen 1A eller hvor som helst mellem denne rørdel og hanen 2. I de fleste tilfælde er sikkerhedsventilen 4 imidlertid af praktiske årsager anbragt tæt ved hanen 2.

Ifølge opfindelsen stiger trykket i rørdelen 1A når temperaturen passerer 4°C ned til ca. 0 uden dannelse af is af ovennævnte årsager. Ved et forudbestemt, relativt højt tryk i rørdelen 1A åbner sikkerhedsventilen 4 i et forudbestemt tidsrum. Vandet i rørdelen 1A begynder at strømme ud, trykket falder til det tryk, som tillader kontraventilen 3 at åbne og relativt varmt vand at strømme gennem kontraventilen, rørdelen 1A og gennem den åbne sikkerhedsventil 4, indtil denne automatisk lukker ved slutningen af det forudbestemte tidsrum som beskrevet i forbindelse med sikkerhedsventilen 4 i fig. 5. Følgelig vil der være en gentagende åbning af sikkerhedsventilen 4 og udledning af relativt små mængder vand til forhindring af frysning i rørdelen 1A.

Opfindelsen er forklaret med henvisning til et ekstremt enkelt rørsystem for at gøre opfindelsens princip klarere. Det er imidlertid klart at opfindelsen

kan anvendes indenfor rammerne af det efterfølgende hovedkrav på komplicerede rørsystemer med mange forgreninger.

5

P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåde til forhindring af frysning i et vandrør (1, 1A), k e n d e t e g n e t ved monter-
ring af en kontraventil (3) opstrøms for en rørdel
10 (1A), som skal beskyttes mod frysning, og en sikker-
hedsventil (4) nedstrøms for nævnte rørdel, hvilken
sikkerhedsventil (4) åbner ved et tryk, som med en fo-
rudbestemt værdi overskrider det normalt fremherskende
tryk i rørdelen.

15 2. Vandrørsystem omfattende mindst ét rør eller
et antal rørgrene med vilkårlige længder, k e n d e -
t e g n e t ved, at der er anbragt en kontraventil (3)
opstrøms for en del (1A) af hvert rør, hvilken del skal
beskyttes mod frysning, og at der nedstrøms for nævnte
20 del (1A) er anbragt en sikkerhedsventil (4), som åbner
ved et tryk, som med en forudbestemt værdi overskrider
det normalt fremherskende tryk i rørdelen (1A).

3. Vandrørsystem ifølge krav 2, k e n d e -
t e g n e t ved en anden sikkerhedsventil (5), som er
25 anbragt nedstrøms for kontraventilen (3), men opstrøms
for rørdelen (1A).

4. Vandrørsystem ifølge krav 2 eller 3, k e n -
d e t e g n e t ved, at kontraventilen (3) er indret-
tet til at åbne i den normale strømningsretning i rør-
30 delen (1A), men ikke før trykket på dens opstrømsside
overstiger trykket på dens nedstrømsside med mindst 1
kPa.

5. Vandrørsystem ifølge krav 2, 3 eller 4,
k e n d e t e g n e t ved, at sikkerhedsventilen (4)
35 anbragt nedstrøms for rørdelen (1A) har forsinket, au-
tomatisk genlukning, efter at den er blevet aktiveret

til åbning, til lukning efter et forudbestemt tidsrum, hvorved trykket i rørdelen (1A) tillades at falde til normalt niveau under gennemstrømning af vand gennem kontraventilen (3), rørdelen (1A) og sikkerhedsventilen (4) før sikkerhedsventilen (4) lukker automatisk.

6. Vandrørsystem ifølge et eller flere af kravene 2-5, k e n d e t e g n e t ved, at sikkerhedsventilen (4) anbragt nedstrøms for rørdelen (1A) er indrettet til at åbne ved et tryk, som er mindst 100 kPa over det normale tryk i rørdelen (1A).

7. Vandrørsystem ifølge krav 2, 3 eller 4, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte sikkerhedsventil (4) anbragt nedstrøms for rørdelen (1A) omfatter en brudstift eller lignende element, som brækker ved et forudbestemt tryk for at tillade gennemstrømning af vand ved en relativ lav hastighed.

8. Vandrørsystem ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t ved, at den anden sikkerhedsventil (5) er indrettet til at åbne før trykket når det maksimum, som rørdelen (1A) er godkendt til.

FIG.1

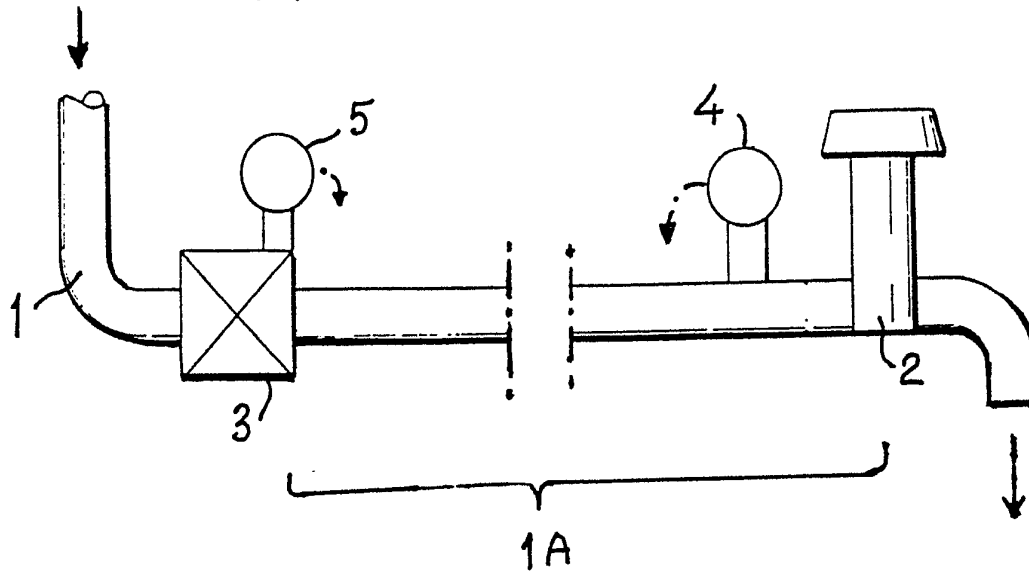
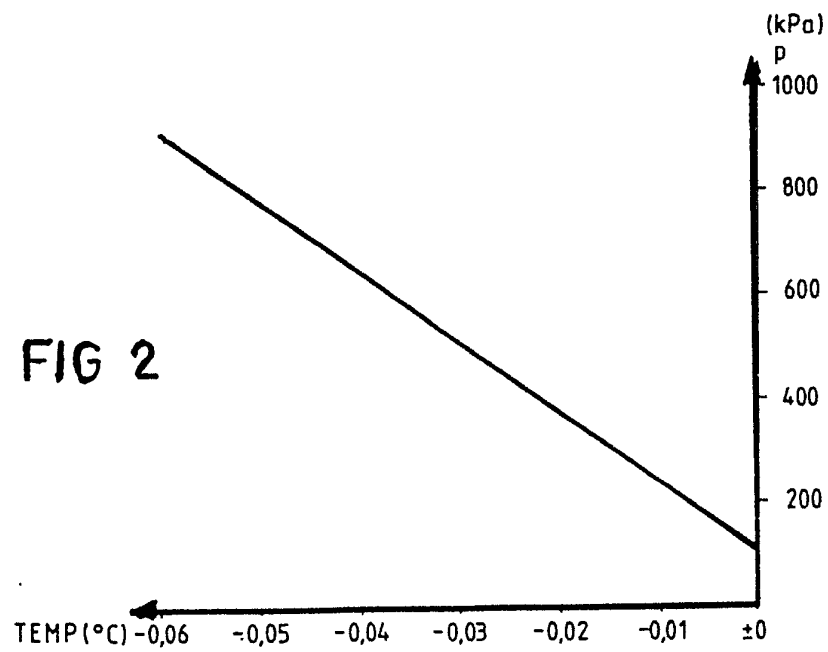


FIG 2



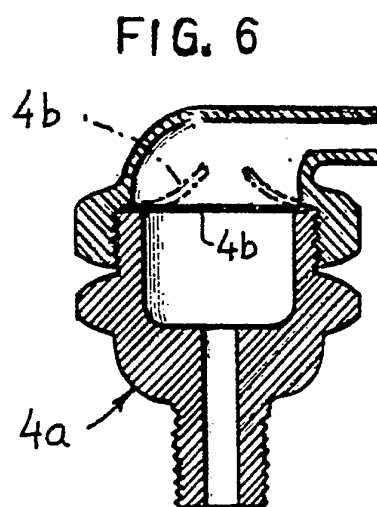
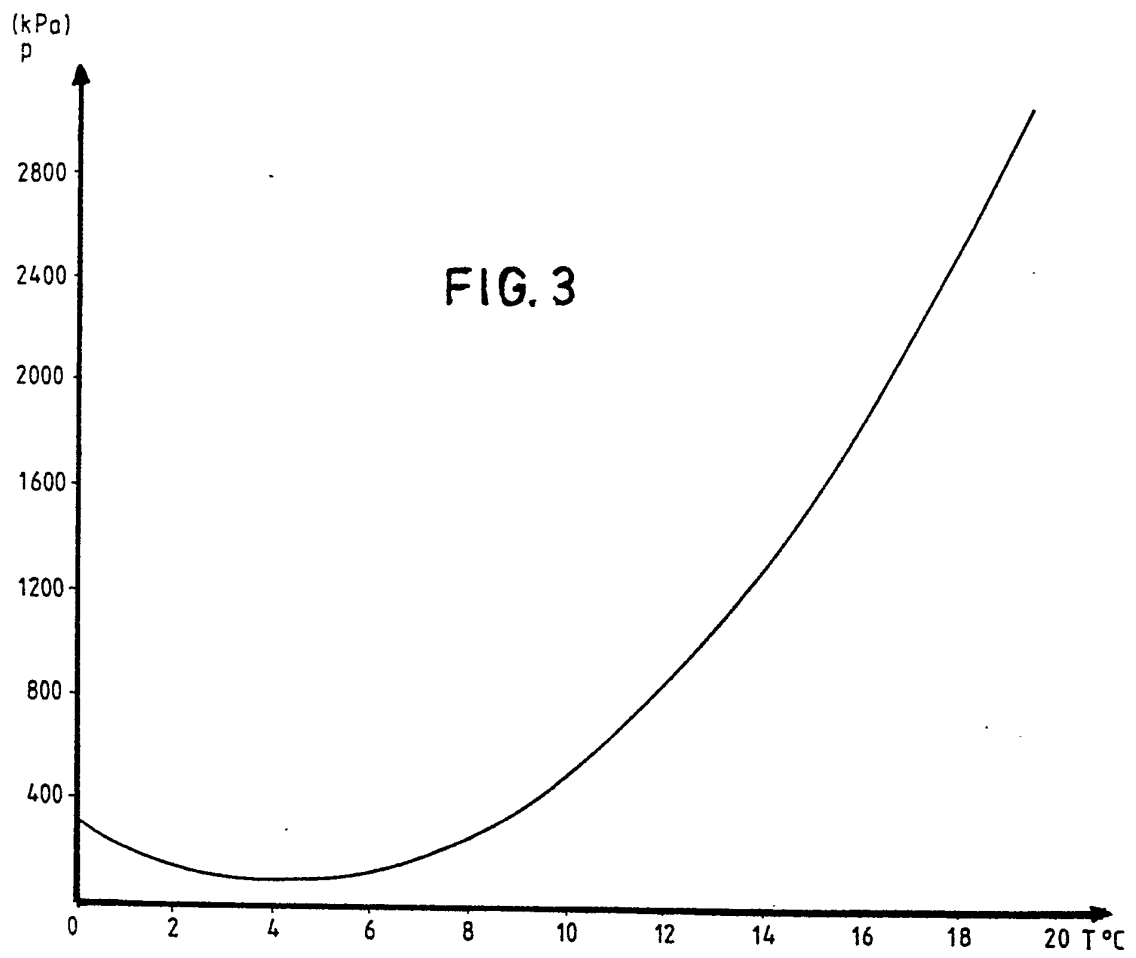


FIG. 4

