



Patentdirektoratet  
TAASTRUP

- 
- (21) Patentansøgning nr.: 3885/86 (51) Int.Cl.5 G 01 M 3/22  
(22) Indleveringsdag: 15 aug 1986  
(24) Løbedag: 16 dec 1985  
(41) Alm. tilgængelig: 15 aug 1986  
(45) Patentets meddelelse bkg. den: 09 maj 1994  
(86) International ansøgning nr.: PCT/SE85/00526  
(86) International indleveringsdag: 16 dec 1985  
(85) Videreførelsesdag: 15 aug 1986  
(30) Prioritet: 18 dec 1984 SE 8406449
- (73) Patenthaver: \*Geosigma AB; Box 894; S-751 08 Uppsala, SE  
(72) Opfinder: Carl-Erik \*Klockars; SE

(74) Fuldmægtig: Hofman-Bang & Boutard A/S

---

(54) Fremgangsmåde til detektering og kvantificering af lækager i rørledningssystemer

(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag: 3885-86

Lækager i rørledningssystemer, især i vandforsynings- og spildevandssystemer, detekteres ved en fremgangsmåde, ved hvilken man tilfører en vis mængde væske til et af rørene i systemet ved en første position i det område, der ønskes undersøgt, og ved et andet punkt i rørsystemet, beliggende længere fremme set i strømningsretningen, tilfører forskellige lækageindikatorer til hvert af rørene i systemet, enten i et længere tidsrum med konstant koncentration og tilførselshastighed eller portionsvis, og ved en position fra hvert rør udtager prøver til bestemmelse af koncentrationen af lækageindikatorerne, idet vekselvirkningen mellem rørene i systemet bestemmes ved måling af indsvivningen i et rør af et fra et andet rør hidrørende røbestof.

Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til detektering og kvantificering af lækager i rørlednings-systemer, især i vandforsynings- og spildevandssystemer, i det følgende betegnet "rørsystemet".

5

Det er af økonomisk betydning, at et samfunds vandforsynings- og spildevandssystem kontinuerligt genopbygges og vedligeholdes. Ikke blot er omkostningerne til fornyelse af rørsektioner og reparation af ødelagte rørsektioner høje, men der findes også et andet problem, der kan medføre store omkostninger, nemlig fortynding af spildevandet ved indsvivning af vand fra overfladevandrøret i ledningssystemet til spildevandsrøret samt indstrømning af andet irrelevant vand, f.eks. grundvand eller rent vand. På grund af denne fortynding vil der optræde en større kapacitetsbelastning af spildevandsbehandlingsanlægget, idet der fås et forøget volumen af det indkommende vand, som skal renses, hvilket fører til forøgede driftsomkostninger.

20

En anden vigtig faktor set fra et miljømæssigt synspunkt er følgende: hvis det overfladevand, der sædvanligvis føres ud i en recipient uden rensning, opblandes med spildevand, vil der optræde en uønsket belastning af miljøet.

25

For at foretage de nødvendige foranstaltninger til genopbygning og vedligeholdelse af vandforsynings- og spildevandssystemer med henblik på at hindre eller eliminere ovennævnte problemer eller lignende, er det nødvendigt at besidde et godt kendskab til rørsystemets tilstand. En sådan undersøgelse bør gennemføres på flere subniveauer. På det første niveau klassificeres rørsystemet i "dårligt fungerende" og "fungerende" dele. Denne analyse vil tilvejebringe et sammensat billede af aktuelle skader i systemet. De områder, som ønskes underkastet yderligere undersøgelse og analyse, udvælges, således at de dårlige rørsektioner på et andet subniveau kan spores ind blok

35

for blok. Endelig foretager man på et tredje subniveau undersøgelse af områder af størrelsesordenen nogle meter, således at skadens størrelse og omfang bestemmes eksakt.

5 Undersøgelser af denne art er hidtil gennemført ved hjælp af TV-teknik. Man har nedsænket et TV-kamera i rørsystemet til direkte observation af mulige lækager. Ved denne metode kan man imidlertid kun bestemme større lækager, hvor der indstrømmer definerbare vandmængder ved en given  
10 position. Det har ikke været muligt at foretage en eksakt lokalisering af mindre lækager med gennemsvivende vand. En yderligere ulempe ved den kendte teknik består i, at normal drift af rørsystemet ikke er mulig under undersøgelsen. I visse tilfælde må det afprøvede rør f.eks. lukkes  
15 af, eller den gennemstrømmende væske må ledes uden om det undersøgte rørafsnit.

En af de til grund for opfindelsen liggende opgaver går ud på at tilvejebringe en bestemmelse eller vurdering af  
20 størrelsen af irrelevant indstrømning i rørsystemet samt en bestemmelse af vekselvirkningen mellem rørene i rørsystemet, dvs. en lækage fra et rør til et andet. Ved "irrelevant indstrømning" forstås her f.eks. indstrømning af rent vand eller grundvand. Den til grund for opfindelsen liggende opgave går endvidere ud på at muliggøre un-  
25 dersøgelse af rørsystemet uden afbrydelse eller forstyrrelse af den normale drift.

Det er kendt at foretage detektering af lækager i individuelle rør i forskellige systemer, f.eks. i vand- eller  
30 gasrør, ved tilførsel af radioaktive prøvestoffer eller tracere, jfr. DE patentskrift nr. 1 279 382, ved tilførsel af forbindelser, der reagerer med luft ved en lækage under dannelse af et synligt reaktionsprodukt, jfr. SE  
35 patentskrift nr. 381 931, ved tilførsel af forbindelser, der kan detekteres med en infrarød detektor (ibid), eller ved tilførsel af freon, jfr. SE patentskrift nr. 395 768,

der kan detekteres med en lækagedetektor af kendt konstruktion.

5 Grundidéen ved den her omhandlede fremgangsmåde går ud på at tilføre forskellige røbestoffer til hvert af rørene i rørsystemet og bestemme koncentrationerne af disse røbestoffer ved positioner, der ligger længere fremme set i strømningsretningen, således at man kan bestemme indstrømningen af irrelevant vand samt vekselvirkningen mellem rørene, dvs. indstrømningen af vand i det pågældende 10 rør fra andre rør, hidrørende fra en lækage.

Da denne vekselvirkning kan bestemmes, er det i modsætning til den kendte teknik muligt også at bestemme lækagen fra et rør. Herved tilvejebringes en yderligere vurdering af lækagens størrelse, da koncentrationen af røbestofferne er relateret til strømningen gennem lækagen. 15

Den foreliggende opfindelse angår således en fremgangsmåde til detektering og kvantificering af lækager i rørledningssystemer, især i vandforsynings- og spildevandssystemer, omfattende mindst to parallelle rørledninger, der er ejendommelig ved, 20

25 a) at man tilfører en stor konstant mængde væske pr. tidsenhed til et af rørene i systemet ved en første position i det område, der ønskes undersøgt,

30 b) at man tilfører forskellige lækageindikatorer til hvert af rørene i systemet i et længere tidsrum med konstant koncentration og tilførselshastighed,

c) at man lader systemet opnå ligevægtstilstand (steady state),

35 d) at man ved mindst to andre positioner udtager prøver fra hvert rør til bestemmelse af koncentrationen af lækage-

geindikatorerne, og at vekselvirkningen mellem rørene i systemet bestemmes ved måling af indsvivningen i et rør af fra et andet/andre rør hidrørende røbestof(fer).

- 5 Foretrukne udførelsesformer for opfindelsen er angivet i krav 2-5.

10 I det følgende illustreres opfindelsen nærmere ved et ikke begrænsende eksempel i form af en lækagesøgning i et rørsystem. Det er imidlertid åbenbart for en fagmand, at opfindelsen også kan anvendes til andre rørsystemer.

15 Den her omhandlede fremgangsmåde blev gennemført på tre niveauer. Formålet med undersøgelsen på første niveau består i at tilvejebringe en grov oversigt over de områder i systemet, der kræver en nærmere analyse. Perifert i rørsystemet tilføres en vis mængde vand til røret til overfladevand, når dette kræves. Herved simuleres driftsbetingelser med stor opfyldningsgrad i røret til overfladevand, som f.eks. efter regn. Ved passende borepositioner længere fremme set i strømningsretningen forsynes overfladevandrøret og spildevandsrøret med forskellige lækageindikatorer, enten gennem en længere tidsperiode med konstant koncentration og tilførselshastighed eller 20 portionsvis. Denne tilførsel aktiveres med et automatisk og indstilleligt doseringsapparat, fortrinsvis en doseringspumpe.

30 På tale som lækageindikatorer kommer røbestoffer, der skal være "vandægte", dvs. som ikke adsorberes på rørvæggene eller bindes til de materialer eller substanser, der foreligger opløst eller suspenderet i det gennem rørene strømmende vand. De i lækageindikatorerne indgående substanser må naturligvis ikke påvirke rørsystemet ved korrosion. Ved udvalget af lækageindikatorerne bør man også 35 tage hensyn til forskellige miljømæssige forhold, f.eks. indvirkningen på følsomme recipienter, såsom søer, vand-

løb og andre vandveje, samt til det biologiske trin i vandrensningsanlæggene, hvor de aktive mikroorganismer kan inaktiveres med toksiske substanser.

- 5 Efter tilføringen af røbestofferne får systemet lov at indstille sig til ligevægt, således at koncentrationerne af røbestofferne ikke længere ændres med tiden.

10 Når der er opnået ligevægt, udtages prøver ved en boring beliggende længere fremme set i strømningsretningen tæt ved udløbet af et større opsamlingsrør. Disse prøver underkastes en kemisk og/eller fysisk analyse til bestemmelse af koncentrationer af de anvendte røbestoffer. Der udtages prøver ved forskellige positioner svarende til omstændigheder med henholdsvis høj og lav spildevandsproduktion. Prøveudtagningen kan gennemføres under anvendelse af vilkårlige kendte prøveudtagningsorganer eller simpelthen ved nedfiring af en prøveflaske i udboringen, således at flasken fyldes, hvorefter den hejses op igen.

20 På det andet niveau bestemmer man på den ene side vekselvirkningen mellem rørene til spildevand og overfladevand i sektioner mellem på hinanden følgende udboringer - på den anden side indstrømningen af irrelevant vand (rent vand, grundvand) til røret til spildevand mellem på hinanden følgende boringer. Dette gennemføres principielt som på første niveau, dvs. at man, når der er behov derfor, perifert i rørsystemet tilfører overfladevandet en vis mængde vand, som svarer til driftsomstændigheder med stor opfyldningsgrad i røret til overfladevand, som f.eks. efter regn. Lækageindikatorer tilføres til rørene til overfladevand og spildevand ved passende udboringer længere fremme, set i strømningsretningen, i forhold til de udboringer, hvor der blev tilført vand. Denne tilførsel foretages gennem en længere tidsperiode med konstant koncentration og tilførselshastighed. Denne tilførsel foretages automatisk ved hjælp af et indstilleligt dose-

35

ringsapparat, fortrinsvis en doseringspumpe. Som lækage-indikatorer anvendes de samme som oven for beskrevet. Derpå udtages prøver i boringer beliggende længere fremme på samme måde som ved det første niveau til bestemmelse af koncentrationen af røbestofferne.

Ved beregning af strømmingen i rørene anvendes følgende relation:

$$c_0 \times q = c_1 \times Q, \text{ hvor}$$

$c_0$  = koncentrationen af det tilførte røbestof

$q$  = røbestofstrømning

$c_1$  = koncentrationen af et røbestof ved en prøveudtagningsposition

$Q$  = strømning i spildevandsrør.

$c_0$  og  $q$  er kendte størrelser, medens  $c_1$  bestemmes ved analyse, hvorefter  $Q$  kan beregnes.

Ud fra de målte værdier kan man beregne  $Q$  ved forskellige positioner ned gennem rørsystemet, hvorefter man kan foretage en bestemmelse af lækagen og indblandingen med overfladevand i røret til spildevand og vice versa. Samtidigt fås nøjagtige strømningsbestemmelser ved udtagningspositionerne til beregning af indstrømningen af andet irrelevant vand (f.eks. rent vand og grundvand) i spildevandsrøret mellem prøveudtagningspositionerne. Beregningen gennemføres således, at man for hver del af rørsektionen bestemmer forøgelsen af mængden af spildevand i røret mellem to prøveudtagningspositioner ved differensberegning og sætter forøgelsen i relation til antallet af fungerende forgreninger. Den herved beregnede strømningsforøgelse pr. fungerende forgrening sættes i relation til resten af rørsystemet. Derefter foretages en vurdering af sandsynligheden for irrelevant vand i røret til spildevand for det pågældende rørafsnit.

På det tredje niveau foretages en omhyggelig undersøgelse af individuelle, meterlange rørsektioner, hvor man har konstateret lækage under anvendelse af ovennævnte metoder.

5

Denne metode er i princippet den samme som for niveau to, bortset fra en forskel ved prøveudtagningsmetoden. Til nøjagtig bestemmelse af forekomsten af en indstrømning udtages prøver i røret mellem to på hinanden følgende udboringer. Udtagningen gennemføres på følgende måde: der trækkes en vire mellem udboringerne. På viren anbringes en slange, der er forbundet med en pumpe med negativt tryk. Viren og slangen forsynes med målemærker, således at man kan aflæse den afstand fra udboringen, hvor prøven udtages. Under anvendelse af denne metode kan man således udtage prøver på vilkårlige positioner langs røret mellem to udboringer.

20

25

30

35

## P a t e n t k r a v :

-----

- 5 1. Fremgangsmåde til detektering og kvantificering af lækager i rørledningssystemer, især i vandforsynings- og spildevandssystemer omfattende mindst to parallelle rørledninger, k e n d e t e g n e t ved,
- 10 a) at man tilfører en stor konstant mængde væske pr. tidsenhed til et af rørene i systemet ved en første position i det område, der ønskes undersøgt,
- 15 b) at man tilfører forskellige lækageindikatorer til hvert af rørene i systemet i et længere tidsrum med konstant koncentration og tilførselshastighed
- c) at man lader systemet opnå ligevægtstilstand (steady state),
- 20 d) at man ved mindst to andre positioner udtager prøver fra hvert rør til bestemmelse af koncentrationen af lækageindikatorerne, og at vekselvirkningen mellem rørene i systemet bestemmes ved måling af indsvivningen i et rør af fra et andet/andre rør hidrørende røbestof(fer).
- 25 2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at man udtager prøverne til bestemmelse af koncentrationerne af lækageindikatorerne på flere efter hinanden følgende positioner beliggende efter den første position, set i strømningsretningen.
- 30 3. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g n e t ved, at man udtager flere prøver fra et rør mellem to på hinanden følgende udtagningspositioner i samme rør ved hjælp af en med en pumpe forbundet slange, som trækkes gennem røret mellem de to på hinanden følgende udtagningspositioner, idet man udtager prøver ved ønskede po-
- 35

sitioner, der bestemmes ved målemærker på slangen eller på et særskilt målebånd.

4. Fremgangsmåde ifølge ethvert af de foregående krav,  
5 k e n d e t e g n e t ved, at den tilførte væske er konstant og rigelig i forhold til den normale strømning gennem røret.

5. Fremgangsmåde ifølge ethvert af de foregående krav,  
10 k e n d e t e g n e t ved, at man bestemmer koncentrationen af lækageindikatoren ved kemisk og/eller fysisk analyse og vekselvirkningen mellem rørene ved påvisning af indsvivning i et rør af røbestoffer hidrørende fra  
15 andre rør.

15

20

25

30

35