



F 1000094553B



S U O M I - F I N L A N D
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) **KUULUTUSJULKAISU**
UTLAGGNINGSSKRIFT 94553
C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 25 09 1995

(51) Kv.1k.6 - Int.cl.6

G 01M 3/22

(21) Patentihakemus - Patentansökning	872708
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	17.06.87
(24) Alkupäivä - Löpdag	16.12.85
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	17.06.87
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	15.06.95
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	PCT/SE85/00526
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
18.12.84 SE 8406449 P	

(71) Hakija - Sökande

1. Geosigma AB, Box 894, 751 08 Uppsala, Sverige, (SE)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Klockars, Carl-Erik, Skogsbergsvägen 6, 752 40 Uppsala, Sverige, (SE)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Heinänen Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Menetelmä vuodon havaitsemiseksi putkijohtojärjestelmässä
Förfarande för att befinna en läcka i ett rörledningssystem

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

US A 4328700 (G 01M 3/22)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Menetelmä vuodon havaitsemiseksi putkijohtojärjestelmässä, erityisesti vedensyöttö- ja viemärijärjestelmässä. Keksinnön tarkoituksena on tehokkaasti ja suurella tarkkuudella määrittää johtojärjestelmässä olevien vahinkojen laajuus ja paikka. Tätä tarkoitusta varten käytetään vuotoindikaattoreita, jotka käsittävät merkkiaineet, joita syötetään putkien läpi virtaavaan veteen siten, että kuhunkin putkeen syötetään erilainen merkkiaine. Näytteitä otetaan tietyistä kohdista järjestelmän virtaussuunnassa. Nämä näytteet analysoidaan ja merkkiainekonsentraatio määritetään. Käyttämällä konsentraatiolukuja voidaan merkkiaineiden virtaus muihin putkiin todeta. Niinpä voidaan tehdä arvio vuodosta kuhunkin putkeen ja kustakin putkesta.

Den föreliggande uppfinningen avser ett förfarande för läckagesökning i ett ledningsnät, företrädesvis ett vatten- och avloppsledningsnät. Uppfinningens syfte är att på ett effektivt sätt, och med stor noggrannhet bestämma omfattningen av och lokaliseringen av skador på ledningsnätet. Härvid används läckageindikeringsmedel, innefattande spårämnen, som tillsätts det i ledningarna strömmande vattnet, varvid varje ledning tillförs ett särskilt spårämne. Prover tas i bestämda punkter nedströms i nätet, vilka prover analyseras och halten av spårämnen bestäms. Utgående från koncentrationsdata, kan inblandning av spårämnen från intilliggande ledningar i respektive ledning konstateras, och därmed kan en bedömning av läckaget från och till varje ledning göras.

MENETELMÄ VUODON HAVAITSEMISEKSI PUTKIJOHTOJÄRJESTELMÄSSÄ -
FÖRFARANDE FÖR ATT BEFINNA EN LÄCKA I ETT RÖRLEDNINGSSYSTEM

- 5 Tämän keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdanto-
osan mukainen menetelmä vuodon havaitsemiseksi putkijohto-
järjestelmässä, edullisesti vedensyöttö- ja viemärijärjes-
telmässä, jota jatkossa kutsutaan johtoverkoksi.
- 10 On taloudellisesti tärkeätä, että yhteisön vedensyöttö ja
viemärointi toimivat jatkuvasti. Paitsi, että putkijohto-
osien uusiminen ja rikkoutuneiden putkikappaleiden korjaa-
minen on kallista, on olemassa myös toinen ongelma, joka
saattaa aiheuttaa suuret kustannukset, nimittäin jäteveden
15 laimeneminen pintavesiputken veden tai muun asiaankuulumat-
toman veden, kuten pohjaveden tai puhtaan veden vuotaessa
jäteveteen. Tämän laimenemisen johdosta jäteveden käsittely-
laitoksen kapasiteettikuormitus on suurempi, koska sisääntu-
levan, puhdistettavan veden määrä lisääntyy, mikä johtaa
20 kalliimpaan toimintaan.

Toinen tekijä, jolla on merkitystä ympäristönäkökulmasta, on
se, että pintavesi, joka normaalisti johdetaan vesistöön il-
man puhdistusta, saattaa sekoittua jäteveteen, mikä merkit-
25 see liiallista kuormitusta ympäristölle.

Jotta olisi mahdollista suorittaa toimenpiteet vedensyötön
ja viemäroinnin jatkuvaksi ylläpitämiseksi eliminoimalla
edellä mainitut tai vastaavat ongelmat, tarvitaan tarkkaa
30 tietoa johtoverkon kunnosta. Tällainen tutkimus tulisi suo-
rittaa usealla tasolla. Ensimmäisellä tasolla johtoverkko
luokitellaan "häiriöosiin" ja "toimiviin" osiin. Tämä ana-
lyysi antaa komposiitin kuvan senhetkisistä vahingoista ver-
kossa. Alueet, joiden katsotaan olevan jatkotutkimuksen ja -
35 analyysin tarpeessa, valitaan siten, että toisella tasolla
huonot putkijohtojaksot voidaan määrittää kohta kohdalta.
Lopuksi kolmannella tasolla skannaus spesifioidaan metrien

mittaukseen, jolloin vahingon koko ja laajuus saadaan tarkasti määritettyä.

5 Tämän kaltaiset tutkimukset on tähän saakka tehty TV-tekniikkaa hyväksi käyttäen. TV-kamera on laskettu alas putki-johtoverkkoon mahdollisten vuotojen havaitsemiseksi. Tällä menetelmällä voidaan todeta vain isommat vuodot, joissa vesi virtaa selvästi yhdessä kohdassa. Ei ole ollut helppo havaita tarkasti pieniä vuotoja, joiden läpi vesi tihkuu. Toi-
10 nen epäkohta tässä tekniikassa on, että johtoverkon normaali toiminta ei ole mahdollista tutkimuksen aikana. Esimerkiksi joissain tapauksissa tarkastettava putki on suljettava, tai putken neste on johdettava tutkittavan välin ohi.

15 Ennestään tiedetään, kuinka havaita erilaisten yksittäisten putkien, kuten vesi- tai kaasuputkien, vuodot, käyttämällä radioaktiivisia merkkiaineita (DE-A-12 79 382), käyttämällä aineita, jotka vuotokohdassa reagoivat ilman kanssa ja antavat selvästi havaittavan reaktiotuotteen (SE-hakemusjulkaisu
20 7203486-1), käyttämällä aineita, jotka voidaan havaita infrapunadetektorilla, tai käyttämällä freonia (SE-hakemusjulkaisu 7613291-9), joka voidaan havaita tunnetulla vuotode-
tektorilla.

25 US-patentissa 4,328,700 on esitetty menetelmä vuodon havaitsemiseksi virtaavan väliaineen käsittelyjärjestelmässä käyttämällä rikkiheksafluoridia merkkiaineena järjestelmän käytön aikana. Vuoto, joka tapahtuu kahta virtauspolkua erottavassa osastossa, havaitaan tarkkailemalla merkkiaineen läsnäoloa, jota merkkiainetta tuodaan sykäyksittäin ensimmäisen virtauspolun osastosta yläviraan päin olevasta kohdasta ja
30 otetaan näytteitä toisen virtauspolun osastosta alavirtaan päin olevasta kohdasta ja arvioimalla aika, joka kuluu merkkiaineen siirtymiseen syöttökohdasta näytteenottokohtaan
35 mahdollisen osastossa olevan vuodon johdosta.

Tämän keksinnön ajatuksena on, järjestämällä kuhunkin johtoverkoston putkeen eri merkkiaine ja määrittämällä näiden aineiden konsentraatiot tietyissä kohdissa alajuoksulla, arvioida epärelevantin veden sisäänvirtaus, ja putkien välinen vuorovaikutus, eli veden virtaus vastaaviin putkiin
5 muista putkista vuodon takia. Täsmällisemmin määriteltynä keksinnölle on tunnusomaista se, mitä on määritetty patenttivaatimusten tunnusmerkkiosissa.

10 Koska tämä vuorovaikutus voidaan määrittää, on mahdollista, toisin kuin ennen, todeta myös vuoto pois putkesta. Näin saavutetaan vuodon koon tarkempi arvio, koska merkkiaineiden konsentraatio on verrannollinen vuodon suuruuteen.

15 Keksinnön mukaisen menetelmän eräs tarkoitus on tehdä mahdolliseksi määrittää tai arvioida johtoverkkoon tulevan epärelevantin sisäänvirtauksen määrä, ja mahdollistaa johtoverkon putkien keskinäisen vuorovaikutuksen, eli yhdestä putkesta toiseen tapahtuvan vuodon määrittäminen. Epärelevantilla sisäänvirtauksella tarkoitetaan tässä esimerkiksi
20 puhtaan veden tai pohjaveden sisäänvirtausta. Edelleen on tarkoitus mahdollistaa johtoverkon tutkiminen ilman sen normaalin toiminnan keskeytystä tai häiriötä.

25 Seuraavassa keksintöä selitetään tarkemmin esimerkin avulla, joka esimerkki kohdistuu vian etsintään johtoverkossa. Alan ammattimiehelle on kuitenkin selvää, että keksintöä voidaan soveltaa myös muun kaltaisiin putkijohtoverkkoihin. Tämän sovellutusmuotoesimerkin ei ole tarkoitus rajoittaa keksintöä.
30

Keksinnön mukainen menetelmä toteutetaan kolmella tasolla. Ensimmäisen tason menetelmän tarkoituksena on karkea kar-
toitus niistä kohdista, jotka vaativat tarkemman analyysin.
35 Niinpä, periferisesti johtoverkostossa syötetään pintavesiputkeen tietty määrä vettä, jos siitä vallitsee puute. Tämän on tarkoitus vastata tilannetta, jossa pintavesiputken täyt-

töaste on korkea, kuten se olisi esimerkiksi sateen jälkeen. Sopivissa kaivoissa alajuoksulla syötetään pintavesiputkeen ja jätevesiputkeen erilaiset vuotoindikaattorit, joko pidem-
 5 män ajan jakson aikana konsentraation ja virtauksen pysyessä vakiona, tai erissä. Syöttö voidaan suorittaa automaattisella ja säädettävällä annossyöttäjällä, esimerkiksi annostelupumpulla.

Vuotoindikaattorit käsittävät merkkiaineet, joiden on oltava
 10 vedenkestäviä. Tämä tarkoittaa, että aineet eivät saa adsorboitua putkien seinämiin, eikä sitoutua niihin materiaaleihin tai aineisiin, joita on liuotettu tai suspendoitu veteen ja jotka virtaavat putkien läpi. Tietenkään aineet, jotka
 15 ovat osana vuotoindikaattorissa, eivät saa, olemalla syövyttäviä, aiheuttaa vahinkoa johtoverkoston. Valittaessa aineita tulisi myös ottaa huomioon erilaiset ympäristölliset näkökohdat, kuten vaikutus herkkiin vesistöihin, kuten järviin, jokiin ja muihin vesiväyliin, sekä biologinen toimenpide vedenpuhdistuslaitoksissa, joissa aktiiviset mikro-or-
 20 ganismit voidaan inaktivoida myrkyllisillä aineilla.

Sen jälkeen kun merkkiaineet on syötetty, annetaan järjestelmän saavuttaa tasapaino, niin että aikatekijä ei enää muuta merkkiainekonsentraatioita. Kun tasapaino on saavutettu, otetaan näytteitä alajuoksulla olevasta kaivosta,
 25 joka on lähellä suurempaa keräysputkea. Nämä näytteet käyvät läpi kemiallisen ja/tai fysikaalisen analyysin vastaavan merkkiainekonsentraation määrittämiseksi. Näytteitä otetaan eri kohdissa, jotka vastaavat jäteveden vähäisen ja runsaan
 30 tuoton tilanteita. Näytteenotto voidaan suorittaa millä tahansa tunnetulla näytteenottolaitteella tai yksinkertaisesti laskemalla näytteenottopullo kaivoon, jolloin se täyttyy ja nostetaan ylös.

35 Toisella tasolla yhtäältä määritetään jätevesi- ja pintavesiputken keskinäinen vuorovaikutus jaksoissa peräkkäisten kaivojen välillä, ja toisaalta arvioidaan epärelevantin ve-

den (puhtaan veden, pohjaveden) sisäänvirtaus jätevesiputkeen peräkkäisten kaivojen välillä. Periaatteessa tämä suoritetaan samalla tavalla kuin ensimmäisellä tasolla, eli periferisesti johtoverkostossa, pintavesiputkeen syötetään

5 tietty määrä vettä, missä sitä tarvitaan, joka vesimäärä tarkoituksellisesti vastaa tilannetta, jossa pintavesiputken täyttöaste on korkea, kuten esimerkiksi sateella. Vuotoindikaattorit syötetään pintavesiputkeen ja jätevesiputkeen sopiviin kaivoihin alajuoksulla pidemmäksi ajanjak-

10 soksi konsentraation ja virtauksen ollessa vakiot. Tämä syöttö tapahtuu automaattisesti säädettävällä annostelusyöttäjällä, kuten annostelupumpulla. Vuotoindikaattorit ovat samoja kuin aiemmin. Näytteitä otetaan kaivoista, jotka sijaitsevat alajuoksulla, samalla tavalla kuin ensimmäisellä

15 tasolla, merkkiainekonsentraation määrittämiseksi.

Laskettaessa virtaus putkissa, käytetään seuraavaa kaavaa;

$$c_0 * q = c_1 * Q \quad \text{jossa}$$

20

c_0 = syötetyn merkkiaineen konsentraatio

q = merkkiainevirtaus

c_1 = merkkiaineen konsentraatio yhdessä näytteenottokohdassa

Q = virtaus jätevesiputkessa.

25

c_0 ja q tunnetaan, kun taas c_1 määritetään analyysillä ja siten Q voidaan laskea.

Lähtemällä mitatuista arvoista, Q voidaan laskea johtoverkoston alajuoksun eri kohdissa, jonka jälkeen vuoto ja pintaveden sekoittuminen jätevesiputkeen, ja päinvastoin, voidaan arvioida. Samalla aikaansaadaan perusteelliset virtausmääritykset muun epärelevantin veden (kuten puhtaan veden tai pohjaveden) sisäänvirtauksen laskemiseksi jätevesiputkeen, näytteenottoehtien välillä. Laskenta suoritetaan

30 siten, että kunkin putkijohtovälin osan, kahden näytteenottokohdan välissä, jäteveden määrän lisääntyminen putkessa

35

määritetään differentiaalilaskennalla, asettamalla lisääntyminen verrannolliseksi toimintahaarojen lukumäärään nähden. Virtauksen kasvu per toimintahaara, joka lasketaan tällä tavalla, asetetaan verrannolliseksi johtojärjestelmän loppuosaan nähden. Sen jälkeen arvioidaan mahdollisuus epärelevantin veden mukanaoloon jätevesiputkessa putkijohdon kyseessä olevalla välillä.

Kolmannella tasolla suoritetaan yksityiskohtainen tutkimus metreissä yksittäisille putkijohtoväleille, joissa on todettu vuoto edellä mainituilla menetelmillä. Menetelmä on periaatteessa sama kuin toisella tasolla, paitsi näytteenotomenetelmän osalta. Sisäänvuotoesiintymän tarkaksi määrittämiseksi putkessa otetaan näytteitä kahden peräkkäisen kaivon välillä. Näytteenotto suoritetaan siten, että vedetään lanka kaivojen väliin. Lankaan on kiinnitetty letku, johon on yhdistetty alipainepumppu. Lanka ja letku on varustettu mittausmerkeillä, jotta voidaan lukea, miltä etäisyydeltä kaivosta näyte otetaan. Niinpä näytteitä voidaan ottaa, tätä menetelmää käyttäen, halutusta kohdasta kahden kaivon välillä.

PATENTTIVAATIMUKSET

1. Menetelmä vuodon havaitsemiseksi putkijohtoverkostossa
5 ja erityisesti vedensyöttö- ja viemäriverkostossa,

t u n n e t t u siitä, että

a) syötetään suuri vakiomäärä vettä aikayksikössä yhteen
johtoverkoston putkista, tutkittavan verkostoalueen ensim-
mäisessä kohdassa;

10 b) ajanjakson aikana syötetään eri vuotoindikaattoria ver-
koston jokaiseen putkeen johtoverkoston virtaussuunnassa en-
simmäisen kohdan suhteen alempana olevassa toisessa koh-
dassa, indikaattoreiden konsentraation ja virtauksen ollessa
vakioita;

15 c) annetaan järjestelmään saavuttaa vakaa tila;

d) otetaan näytteitä kussakin putkessa virtaussuunnassa
alempana toisesta kohdasta olevassa kohdassa vuotoindikaat-
torin konsentraation määrittämiseksi, jolloin verkoston put-
kien keskinäinen vuorovaikutus määritetään toteamalla vuo-
20 toindikaattorin konsentraatio yhdessä putkessa, joka indi-
kaattori on peräisin jostakin toisesta putkesta.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **t u n n e t t u** -
t u siitä, että näytteitä otetaan useasta peräkkäisestä
25 kohdasta virtaussuunnassa alaspäin ensimmäiseen kohtaan näh-
den vuotoindikaattorin konsentraation määrittämiseksi.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, **t u n n e t t u** -
n e t t u siitä, että otetaan useita näytteitä putkesta
30 putken kahden vierekkäisen näytteenottokohdan välistä let-
kulla, joka on yhdistetty pumppuun ja joka vedetään putken
läpi mainittujen vierekkäisten kohtien välissä, jolloin
näytteitä otetaan halutuista kohdista, jotka kohdat määrite-
tään letkussa olevilla mittamerkeillä tai erillisellä mit-
35 tanauhalla.

4. Jonkin edellisistä patenttivaatimuksista mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että syötetty veden määrä on runsas verrattuna normaalivirtaukseen putken läpi.

PATENTKRAV

1. Förfarande för läckagesökning på ett rörledningsnät, före-
trädesvis ett vatten- och avloppsledningsnät, k ä n n e -
5 t e c k n a t av,

- a) att man i en första punkt i nätet som skall undersökas
tillför en av ledningarna i nätet en stor konstant mängd
vatten per tidsenhet;
- b) att man i en andra punkt, belägen nedströms om den första
10 punkten, under en tidsperiod tillför var och en av led-
ningarna i nätet olika läckageindikeringsmedel med kon-
stant koncentration och konstant flöde;
- c) att man låter systemet uppnå ett stabilt tillstånd;
- d) att man i varje ledning i en punkt nedströms om den andra
15 punkten tar prover för bestämning av koncentrationen av
läckageindikeringsmedel, varvid interaktionen mellan led-
ningarna i nätet bestäms genom att man mäter koncentra-
tionen i en ledning av ett läckageindikeringsmedel som
härstammar från någon annan ledning.

20

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t
av, att man för bestämning av koncentrationen av läckageindi-
keringsmedel tar prover i flera på varandra följande, ned-
25 ströms om den första punkten belägna punkter.

30

3. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e -
t e c k n a t av, att man tar flera prover i en ledning
mellan två i samma ledning intill varandra liggande provtagningspunkter
medelst en till en pump kopplad slang som dras genom ledning-
30 en mellan de intilliggande punkterna, varvid prover tas vid
valfria lägen som bestäms med måttangivelser på slangen eller
med ett separat måttband.

35

4. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven,
k ä n n e t e c k n a t av, att den tillförda mängden vatten
är stor i förhållande till den normala genomströmningen i
ledning.