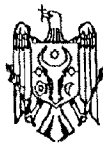




MD/EP 3767045 T2 2022.06.30

REPUBLICA MOLDOVA



(19) Agenția de Stat
pentru Proprietatea Intelectuală

(11) MD/EP 3767045 (13) T2

(51) Int. Cl.: *E03B 7/00* (2006.01.01)
G01M 3/28 (2006.01.01)

(12) BREVET DE INVENȚIE EUROPEAN VALIDAT

(21) Numărul de depozit: e 2021 0808 (22) Data de depozit: 2020.07.17 (96) Numărul cererii și data de depozit a cererii de brevet european: 20186565.6, 2020.07.17 (97) Numărul de publicare și data publicării de către OEB a cererii de brevet european: 3767045, 2021.01.20 (31) Numărul cererii prioritare: 201900012138 (32) Data de depozit a cererii prioritare: 2019.07.17 (33) Țara cererii prioritare: IT	(49) Data publicării traducerii fasciculului de brevet european validat: BOPI nr. 06/2022, 2022.06.30 (80) Data publicării mențiunii acordării de către OEB: EPB nr. 08/2022, 2022.02.23 (82) Data publicării solicitării de validare a brevetului european: BOPI nr. 09/2021, 2021.09.30
(71) Solicitant: NEPTUNE S.R.L., IT (72) Inventatori: MARCHETTO Riccardo, IT; MICHELINI Giuseppe, IT (73) Titular: NEPTUNE S.R.L., IT (74) Mandatar autorizat: LAZICOV Tatiana	

(54) Procedeu și sistem de detectare a scurgerilor de apă pe baza măsurărilor radiației cosmice secundare**(57) Rezumat:**

1

Invenția se referă la un procedeu (2) de detectare a scurgerilor în rețeaua de conducte de apă, care cuprinde: achiziționarea datelor de georeferențiere a unei rețele de conducte de apă și de date indicative ale măsurărilor de radiații cosmice secundare georeferențiate, efectuate într-o regiune a suprafeței terestre, în care se extinde respectiva rețea de conducte de apă (blocul 21); efectuarea unei prelucrări a datelor dobândite și generarea, pe baza prelucrării efectuate, a unei hărți digitale georeferențiate, care reflectă

2

rețeaua de conducte de apă și conținutul de umiditate a solului în regiunea, în care se extinde respectiva rețea de conducte de apă (blocul 22); și detectarea și localizarea uneia sau mai multor scurgeri în rețeaua de conducte de apă pe baza hărții digitale georeferențiate generate (blocul 23). În particular, efectuarea unei prelucrări a datelor obținute include: estimarea conținutului de umiditate a solului în regiunea în care se extinde rețeaua de conducte de apă pe baza datelor indicative ale măsurărilor radiațiilor cosmice secundare,

MD/EP 3767045 T2 2022.06.30

efectuate în regiunea respectivă, folosind factori de corecție pentru măsurătorile care iau în considerare: efectele de sensibilitate radială și de anizotropie ale măsurătorilor de radiații cosmice secundare georeferențiate efectuate; valorile umidității aerului, presiunii atmosferice și intensității radiației cosmice secundare incidente, detectate concomitent cu efectuarea măsurătorilor menționate în

regiunea, în care se extinde rețeaua de conducte de apă sau în pozițiile suprafeței terestre, unde sunt efectuate măsurătorile menționate; efecte legate de prezența vegetației și/sau a umidității artificiale sau naturale.

Revendicări: 12

Figuri: 5

(54) Method and system for searching for water leaks based on secondary cosmic radiation measurements

(57) Abstract:

1

The invention relates to a method (2) for searching for leaks in the water pipeline network, which comprises: acquiring georeferencing data of a water pipeline network and data indicative of georeferenced secondary cosmic radiation measurements carried out in a region of the earth's surface where said water pipeline network extends (block 21); carrying out a processing of the acquired data and generating, based on the processing carried out, a georeferenced digital map imaging the water pipeline network and soil moisture content in the region where said water pipeline network extends (block 22); and detecting and locating one or more leaks in the water pipeline network based on the georeferenced digital map generated (block 23). In particular, carrying out a processing of data acquired includes estimating the soil

2

moisture content in the region where the water pipeline network extends based on the data indicative of the secondary cosmic radiation measurements carried out in said region, using correction factors for the measurements which take into account: radial and anisotropy sensitivity effects of the georeferenced secondary cosmic radiation measurements carried out; values of air humidity, atmospheric pressure and intensity of the incident secondary cosmic radiation detected simultaneously to execution of said measurements in the region where the water pipeline network extends or in positions of the earth's surface where said measurements are carried out; effects related to the presence of vegetation and/or artificial or natural humidity.

Claims: 12

Fig.: 5

Descriere:**(Descrierea se publică în varianta redactată de solicitant)****DOMENIUL TEHNIC AL INVENȚEI**

Prezenta invenție se referă la detectarea scurgerilor într-o rețea de conducte de apă, adică o rețea generală de conducte pentru transportul și/sau distribuirea și/sau transportul apei. În particular, prezenta invenție se referă la o procedeu și un sistem de detectare a scurgerilor într-o rețea de conducte de apă bazate pe măsurători ale radiației cosmice secundare

După cum se știe, scurgerile dintr-o rețea de conducte de apă, de exemplu o conductă de apă, reprezintă o problemă serioasă, atât din punct de vedere economic, deoarece au ca rezultat un prejudiciu economic pentru administrația/instituția/compania care gestionează rețeaua, cât și din punct de vedere al mediului, deoarece implică risipa unei resurse naturale prețioase.

O scurgere de apă se poate datora unor cauze diferite, cum ar fi o gaură într-o țevă sau o fisură în cutia de presgarnitură sau ruperea unei îmbinări de conectare a țevii etc. Scurgerea de apă sub presiune produce un „zgomot” sau, mai bine zis, o vibrație mecanică cu o frecvență între 300 și 3000 Hz, care se propagă în amonte și în aval cu o viteză în funcție, printre altele, de materialul din care este constituită conducta, precum și de diametrul și grosimea relativă.

De aceea multe dintre procedeele cunoscute de detectare a scurgerilor de apă se bazează pe utilizarea instrumentelor, care permit detectarea sunetului menționat anterior, cum ar fi geofonanele sau așa-numitele corelatoare (adică aparate electro-acustice, care reprezintă o evoluție a geofonanelor și care permit localizarea unei scurgeri de apă cu o precizie mai mare).

În plus, există, de asemenea, procedee bazate pe utilizarea gazelor de urmărire, cum ar fi un gaz inert format dintr-un amestec de hidrogen (5%) și azot (95%), care este detectat cu un instrument potrivit în locul unde apa se scurge.

În plus, uneori în detectarea scurgerilor de apă se utilizează și, așa-numitele „testări în etape”, adică teste specifice (în mod normal efectuate pe timp de noapte), care asigură detectarea selectivă a scurgerilor pe sectoare individuale ale rețelei de conducte de apă (prin închiderea adecvată a unor supape specifice).

Toate procedeele menționate anterior implică un timp îndelungat de detectare, sunt invazive pentru utilizatorul final și, în primul rând, nu oferă rezultate optime, deoarece nu permit reducerea dramatică a prezenței scurgerilor.

Mai mult, procedeele menționate mai sus implică și costuri de detectare destul de mari. De exemplu, presupunând că se caută scurgeri de apă pe o suprafață de 100 km², unde este prezentă o rețea de conducte de apă constituită din 500 km de conducte, procedeele de detectare menționate anterior, caracterizate în general printr-un cost mediu de detectare de 150 de euro pe km, ar avea ca rezultat un cost total de detectare de aproximativ 75.000 de euro.

În ultimii ani a devenit posibilă o îmbunătățire generală a performanțelor indicatorilor (în particular, s-a reușit reducerea timpului și costurilor pentru detectarea scurgerilor de apă) datorită tehnicilor bazate pe procesarea și analiza imaginilor generate de sistemele de teledetecție (de regulă, a imaginilor prin satelit) pentru detectarea umidității din sol. FR 3 039 646 dezvăluie o procedeu de detectare a scurgerilor într-o rețea de conducte de apă, cuprinzând: - achiziționarea datelor de georeferențiere a unei rețele de conducte de apă - efectuarea unei prelucrări a datelor achiziționate și generarea, pe baza prelucrării efectuate, - a georeferențierii imaginii digitale a rețelei de conducte de apă și a conținutului de umiditate a solului în regiunea, în care se extinde respectiva rețea de conducte de apă - detectarea și localizarea uneia sau mai multor scurgeri în rețeaua de conducte de apă pe baza hărții digitale georeferențiate generate.

De exemplu, brevetul italian al solicitantului nr. 102015000039946 dezvăluie un sistem de detectare a scurgerilor de apă de tipul menționat mai sus.

În particular, metoda conform brevetului nr. 102015000039946 cuprinde:

a) achiziționarea datelor de georeferențiere a unei rețele de conducte de apă (de exemplu, una sau mai multe hărți georeferențiate ale rețelei de conducte de apă);

b) dobândirea, pe baza datelor de georeferențiere a rețelei de conducte de apă, a imaginilor (cum ar fi, imagini radar cu deschidere sintetică, imagini detectate de la distanță de senzori optici și/sau senzori, care funcționează în spectrul infraroșu termic, imagini multispectrale și/sau hiperspectrale) generate de sisteme de teledetecție (cum ar fi, prin satelit și/sau platforme aeriene), totodată imaginile dobândite reprezintă o regiune a suprafeței terestre, în care se extinde rețeaua de conducte de apă respectivă;

c) prelucrarea imaginilor dobândite și a datelor de georeferențiere ale rețelei de conducte de apă și generarea, pe baza prelucrării efectuate, a unei hărți digitale georeferențiate, care reflectă rețeaua de conducte de apă menționată și conținutul de umiditate a solului în regiunea, în care rețeaua de conducte de apă menționate se extinde; și

d) detectarea și localizarea uneia sau mai multor scurgeri în rețeaua de conducte de apă pe baza hărții digitale georeferențiate generate.

Mai mult, etapa b) a procedurii conform 102015000039946 include achiziționarea, din cel puțin o bază de date care stochează imagini ale suprafeței pământului generate de sistemele de teledetectie, doar a imaginilor, care reflectă o regiune a suprafeței pământului, în care se extinde rețeaua de conducte de apă și se detectează la distanță în condiții meteorologice, care îndeplinesc cerințele meteorologice concrete.

Mai concret, etapa b) menționată include:

selectarea dintre imaginile stocate în baza de date menționată, care stochează imagini ale suprafeței terestre generate de sistemele de teledetectie, numai a imaginilor, care reflectă o regiune a suprafeței pământului, în care se extinde rețeaua de conducte de apă și sunt teledetectate în condiții meteorologice, care îndeplinesc cerințele meteorologice concrete, eliminarea totalității imaginilor, care nu reflectă o regiune a suprafeței pământului, în care se extinde rețeaua de conducte de apă și a totalității imaginilor, care reflectă o regiune a suprafeței terestre, în care se extinde rețeaua de conducte de apă și care au fost detectate de la distanță în condiții meteorologice, care nu îndeplinesc cerințele meteorologice predefinite menționate; și dobândirea, din baza de date de stocare a imaginilor suprafeței terestre generate de sistemele de teledetectie, numai a imaginilor selectate.

Mai detaliat, etapa b) menționată include:

detectarea, în baza de date menționată, în care sunt stocate imaginile suprafeței pământului generate de sistemele de teledetectie, a imaginilor unei regiuni a suprafeței pământului în care se extinde rețeaua de conducte de apă; și, pentru fiecare imagine găsită, controlarea, pe baza datelor extrase din una sau mai multe baze de date meteorologice, a condițiilor meteorologice ale regiunii în care se extinde rețeaua de conducte de apă la data teledetectiei imaginii menționate, și dobândirea imaginii menționate numai dacă condițiile meteorologice îndeplinesc cerințele meteorologice predefinite menționate.

În mod convenabil, conform 102015000039946 rezultă că:

scurgerile din rețeaua de conducte de apă sunt detectate și localizate prin efectuarea unei analize a conținutului de umiditate a solului prezentat în harta digitală georeferențiată la, sau în apropierea rețelei de conducte de apă menționate; și cerințele meteorologice predefinite menționate sunt indicative ale condițiilor meteorologice predefinite potrivite pentru efectuarea analizei conținutului de umiditate a solului menționat.

După cum s-a explicat mai sus, utilizarea tehnicilor bazate pe procesarea și analiza imaginilor generate de sistemele de teledetectie a permis reducerea dramatică a timpului și costurilor pentru detectarea scurgerilor de apă, în comparație cu procedeele tradiționale. De altfel, tehnicile bazate pe prelucrarea și analiza imaginilor generate de sistemele de teledetectie permit monitorizarea de la distanță a unei rețele de conducte de apă într-un timp mult mai scurt, decât cel necesar pentru detectarea pe teren efectuată de operatori de-a lungul extinderii întregii rețele de conducte de apă. În plus, cu astfel de tehnici, operatorii sunt angajați doar în timpul etapei finale de identificare și reparare a scurgerilor în pozițiile geografice identificate prin procesarea și analiza imaginilor teledetectate.

În orice caz, în pofida unei astfel de îmbunătățiri a performanței, este încă foarte percepută și astăzi necesitatea de tehnologii noi, care să permită reducerea în continuare a timpului și costurilor pentru detectarea scurgerilor într-o rețea de conducte de apă.

OBIECTUL ȘI REZUMATUL INVENȚIEI

În lumina celor descrise anterior, un obiectiv al prezentei invenții este, astfel, de a oferi o soluție tehnică, care să permită reducerea suplimentară a timpului și costurilor pentru detectarea scurgerilor de apă, sporind fiabilitatea și precizia căutării și reducând dramatic prezența scurgerilor într-o rețea de conducte de apă.

În plus, un alt obiectiv al prezentei invenții este de a furniza o soluție tehnică, care să fie exploatată în sinergie cu procedeele/tehnicile cunoscute în prezent pentru detectarea scurgerilor de apă.

Acestea și alte obiective sunt atinse prin prezenta invenție prin aceea, că se referă la o procedeu și un sistem de detectare a scurgerilor într-o rețea de conducte de apă, conform celor definite în revendicările anexate.

În particular, prezenta invenție se referă la o procedeu de detectare a scurgerilor într-o rețea de conducte de apă, metoda menționată cuprinzând:

achiziționarea datelor de georeferențiere ale unei rețele de conducte de apă și a datelor indicative ale măsurătorilor de radiații cosmice secundare georeferențiate, efectuate într-o regiune a suprafeței pământului, în care se extinde respectiva rețea de conducte de apă;

efectuarea unei prelucrări a datelor dobândite și generarea, pe baza prelucrării efectuate, a unei hărți digitale georeferențiate, care reflectă rețeaua de conducte de apă și conținutul de umiditate a solului în regiunea în care se extinde respectiva rețea de conducte de apă; și

detectarea și localizarea unei sau a mai multor scurgeri în rețeaua de conducte de apă pe baza hărții digitale georeferențiate generate.

În particular, efectuarea unei prelucrări a datelor obținute include estimarea conținutului de umiditate a solului în regiunea în care se extinde rețeaua de conducte de apă pe baza datelor indicative ale măsurătorilor de radiații cosmice secundare georeferențiate efectuate în regiunea respectivă, folosind factori de corecție pentru măsurători, care iau în considerare:

efectele de sensibilitate radială și anizotropie ale măsurătorilor de radiații cosmice secundare georeferențiate efectuate;

valorile umidității aerului, presiunea atmosferică și intensitatea radiației cosmice secundare incidente detectate/măsurate concomitent cu efectuarea măsurătorilor menționate în regiunea în care se extinde rețeaua de conducte de apă sau în pozițiile suprafeței terestre unde sunt efectuate măsurătorile menționate;

efectele legate de prezența vegetației și/sau a umidității artificiale sau naturale (de exemplu, piscine, diguri, canale de irigare etc.).

DESCRIEREA SUCCINTĂ A DESENELOR

Pentru a înțelege mai bine prezenta invenție, unele exemple de realizare preferate, oferite doar în scopuri exemplificative și nelimitative, vor fi ilustrate cu referire la desenele anexate (nu la scară), în care:

Fig. 1 ilustrează schematic un exemplu de arhitectură de nivel superior a unui dispozitiv de măsurare, conform unui exemplu de realizare preferat al prezentei invenții;

Fig.2 ilustrează schematic o procedeu de detectare a scurgerilor într-o rețea de conducte de apă, conform unui exemplu de realizare preferat al prezentei invenții;

Fig. 3 ilustrează schematic un exemplu de principiu de funcționare, care poate fi utilizat pentru a estima conținutul de umiditate a solului pe baza măsurătorilor radiațiilor cosmice secundare;

Fig. 4 prezintă un exemplu de hartă digitală georeferențială generată prin implementarea procedurii din Fig. 2; și

Fig. 5 ilustrează schematic un sistem de detectare a scurgerilor într-o rețea de conducte de apă, conform unui exemplu de realizare preferat al prezentei invenții.

DESCRIEREA DETALIATĂ A REALIZĂRILOR PREFERATE ALE INVENȚIEI

Următoarea descriere este oferită pentru a permite unui specialist în domeniu să realizeze și să utilizeze invenția. Diverse modificări ale exemplurilor de realizare prezentate vor fi imediat clare pentru specialiștii în domeniu, iar principiile generale dezvăluite aici pot fi aplicate altor exemple de realizare și aplicații fără a se îndepărta, totuși, de domeniul de protecție al prezentei invenții așa cum este definit în revendicările anexate.

Prezenta invenție provine din ideea solicitantului de a exploata măsurătorile radiației cosmice secundare pentru a căuta și detecta scurgerile într-o rețea de conducte de apă.

După cum se știe, razele cosmice reprezintă particule de energie, care provin din spațiul cosmic, la care este expus Pământul, precum și orice alt corp ceresc. Originea lor este foarte diversă: soarele, celelalte astre, evenimente energetice, cum ar fi nova și supernova, precum și obiecte îndepărtate, cum ar fi quasari.

Majoritatea razelor cosmice, care ajung la suprafața pământului, sunt un produs secundar al averselor formate în atmosferă de razele cosmice primare, care interacționează astfel încât să producă, de obicei, o cascadă de particule secundare pornind de la o singură particulă de energie de radiație cosmică primară (care poate include protoni, miezuri de heliu, electroni, fotoni, neutrini, pozitroni și antipositroni).

În particular, odată ajunse în atmosfera terestră, particulele de radiație cosmică primară interacționează cu nucleele moleculei din atmosferă formând astfel, într-un proces în cascadă, noi particule atomice și subatomice (de exemplu electroni, pozitroni, neutrini, pioni, miuoni și neutroni) direcționați spre pământ, care sunt numite raze cosmice secundare (sau radiații cosmice secundare).

Particulele de radiație cosmică secundară sunt răspândite pe un spectru energetic dat și, odată ajunse la sol, interacționează în moduri diferite cu variate elemente prezente în sol. În particular, o parte din astfel de particule de energie (de exemplu neutroni) sunt mai mult sau mai puțin sensibile, în funcție de banda energetică respectivă, la prezența apei în/pe sol (de fapt, interacțiunile dintre apă și particulele de radiație cosmică secundară, care vor fi discutate în continuare, apar atât atunci când apa se află la suprafața solului, cât și atunci când este sub acesta - la urma urmei, o scurgere de apă dintr-o conductă de apă subterană ar putea apărea și la suprafață).

În mod specific, apa prezentă pe/în sol are un efect de moderare și absorbție asupra neutronilor (cum este bine cunoscut în domeniul ingineriei nucleare, ale cărui tehnologii și cunoștințe despre neutroni sunt acum recunoscute pe scară largă).

Prin urmare, este posibilă determinarea (adică estimarea) conținutului de apă din/pe sol și, astfel, detectarea prezenței unor posibile scurgeri de apă pe baza măsurătorilor radiațiilor cosmice secundare (în mod convenabil, măsurătorilor cu neutroni ale razelor cosmice secundare), efectuate în diferite poziții pe suprafața pământului.

De fapt, obținând date de georeferențiere a unei rețele de conducte de apă (de exemplu, una sau mai multe hărți georeferențiate ale rețelei de conducte de apă), este posibilă:

generarea, pe baza datelor de georeferențiere menționate ale rețelei de conducte de apă și a datelor indicative ale măsurătorilor georeferențiate ale radiației cosmice secundare, efectuate într-o regiune a suprafeței pământului, în care se extinde rețeaua de conducte de apă, a hărții digitale georeferențiate, care reflectă imaginea rețelei de conducte de apă menționate și conținutul de apă (sau, în mod similar, umiditatea/conținutul de umiditate) în solul din regiunea, în care se extinde respectiva rețea de conducte de apă; prin urmare,

identificarea (adică detectarea) și localizarea potențialelor scurgeri în rețeaua de conducte de apă pe baza hărții digitale georeferențiate (în mod convenabil, pe baza unei analize a conținutului de apă/umiditate al solului, prezentat în harta digitală georeferențiată la sau în apropierea rețelei de conducte de apă menționate).

Este adecvată efectuarea măsurătorilor radiației cosmice secundare la sol pentru a crește precizia măsurării (de exemplu, măsurătorile pot fi efectuate în mod convenabil cu dispozitive de măsurare, care sunt fixate și/sau instalate pe vehicule, care se deplasează în regiunea în care este instalată conducta de apă, se extinde rețeaua). În acest context trebuie remarcat faptul că, pe măsură ce crește înălțimea față de nivelul solului, la care se efectuează măsurătorile, precizia în depistarea conținutului de apă în/pe sol, și anume fiabilitatea și precizia în depistarea scurgerilor de apă, se diminuează. Este totuși important de menționat că, întrucât progresul tehnologic se va dezvolta inevitabil în viitorul apropiat, înălțimea de la sol la care pot fi efectuate măsurătorile radiațiilor cosmice secundare poate chiar să crească, asigurând în orice caz un nivel ridicat de fiabilitate și precizie în detectarea scurgerilor de apă (de exemplu, în viitor, măsurătorile pot fi chiar posibile cu ajutorul dronelor, care zboară la o altitudine joasă deasupra regiunii, în care se extinde rețeaua de conducte de apă).

Mai detaliat, tehnicile de detectare a neutronilor razelor cosmice secundare pentru a monitoriza conținutul de apă din sol sunt deja cunoscute în prezent și dispozitivele/sistemele de măsurare respective sunt deja disponibile. O astfel de tehnologie este cunoscută sub denumirea „Cosmic Ray Neutron Sensing” sau „Cosmic Ray Neutron Sensing” (CRNS).

În acest context se poate face referire, de exemplu, la articolul lui M. O. Köhli et al., intitulat „Footprint Characteristics Revised for Field-Scale Soil Moisture Monitoring with Cosmic-Ray Neutrons”, Water Resources Research, 51, June 2015, doi: 10.1002/2015WR017169.

Spre deosebire de sistemele, în care neutronii sunt generați activ de surse radioactive, în care trebuie luate în considerare diferite probleme (de exemplu, radioactivitatea ridicată, distrugerea solului, abordarea invazivă, raza de acțiune limitată), radiația cosmică secundară (și, în consecință, particulele acesteia, printre care neutronii) este, prin natura sa, întotdeauna prezentă pe suprafața pământului.

După cum s-a explicat anterior, odată ajunse în atmosfera terestră, razele cosmice primare generează neutroni de înaltă energie, care se propagă la sol fiind moderați de aer. Hidrogenul (și, astfel, apa) conținut în sol, are un efect de moderare mai mare, decât aerul. Aceste procese conduc la o densitate de neutroni în aer, reprezentând o medie a abundenței de hidrogen (și, deci, a apei) în sol, în aer și în vegetație și care poate fi prelevată local prin intermediul senzorilor sensibili la neutroni.

În particular, prezența apei (și, deci, a hidrogenului) din/pe sol reduce în mod previzibil cantitatea de neutroni, care poate fi măsurată într-o unitate de timp. Astfel, cantitatea de apă din/pe sol poate fi evaluată monitorizând cantitatea de neutroni din aer.

În ceea ce privește spectrul energetic al neutronilor razelor cosmice secundare, trebuie menționat că:

neutronii de înaltă energie (aproximativ, mai mari de 1 MeV) sunt relativ nesensibili la apă; la energii mai joase (aproximativ, între 1 eV și 1 MeV), hidrogenul (și, astfel, apa) poate într-adevăr modera neutronii;

neutronii termici (aproximativ, cu energie mai mică de 1 eV) sunt lenti și sensibili la alte elemente chimice/materiale/compuși.

În acest context merită să atragem atenție asupra faptului, că valorile extreme menționate mai sus ale diferitor benzi de energie sunt pur orientative. De fapt, este posibil ca, odată cu viitoarele progrese tehnologice (și/sau noi descoperiri științifice), intervalele de valori ale diferitor benzi de energie să varieze și/sau măsurătorile să se poată concentra asupra unuia sau mai multor sub-domenii concrete ale unei sau mai multor benzi de energie concrete.

Astfel, pentru a determina cantitatea de apă, adică umiditatea, prezentă pe/în sol într-o anumită regiune a suprafeței terestre, în care este prezentă și o rețea de conducte de apă, este posibilă utilizarea unui sau a mai multor dispozitive de măsurare, care sunt:

Instalate într-o manieră fixă în pozițiile respective din regiunea menționată a suprafeței terestre și/sau la bord vehiculelor, care se deplasează în regiunea respectivă (de exemplu, vehicule destinate specific și doar acestui serviciu de măsurare, sau vehicule destinate altor servicii (de exemplu, colectarea deșeurilor, transportul public, asistență rutieră etc.) exploatate avantajos și pentru acest serviciu de măsurare) sau al aeronavelor (de exemplu, drone), care zboară (de exemplu la o altitudine joasă) în regiunea respectivă;

configurate pentru a efectua măsurători ale radiațiilor cosmice secundare - în mod convenabil, măsurători ale neutronilor razelor cosmice secundare (de exemplu, prin intermediul unuia sau mai multor senzori CRNS) și/sau ale altor particule atomice și/sau subatomice ale razelor cosmice secundare (de exemplu miuoni) - mai convenabil să măsoare cantități de neutroni din domeniul energiilor intermediare și anume cu energie între aproximativ 1 eV și 1 MeV; și

configurate pentru a stoca datele indicative ale măsurătorilor efectuate (în particular, indicative ale rezultatelor măsurătorilor menționate).

De preferință, dispozitivele de măsurare cuprind, de asemenea:

un dispozitiv de localizare prin satelit de tip GNSS (de exemplu, de tip GPS, Galileo, GLONASS etc.) pentru a determina poziția (în cazul dispozitivului de măsurare fix) sau pozițiile (în cazul unui dispozitiv de măsurare instalat pe un vehicul) - și, în mod convenabil, chiar și timpul (adică data și ora) - la care sunt efectuate măsurătorile radiației cosmice secundare;

o unitate electronică de control programată să georeferențieze măsurătorile radiației cosmice secundare efectuate, pe baza datelor furnizate de dispozitivul de localizare prin satelit și să stocheze (de exemplu, într-o memorie de date prevăzută corespunzător în dispozitivul de măsurare) datele indicative ale radiației cosmice secundare georeferențiate efectuate; și,

în mod convenabil, și un dispozitiv de radiocomunicații (de exemplu, bazat pe tehnologie GSM/GPRS/UMTS/LTE/5G sau wi-fi) pentru transmiterea datelor indicative ale măsurătorilor efectuate (de exemplu, către un sistem central de procesare) și/ sau pentru controlul de la distanță a măsurătorilor efectuate și/sau, mai general, pentru controlul de la distanță a dispozitivului de măsurare.

După cum va fi explicat în continuare, ar putea fi convenabilă asigurarea adițională a dispozitivelor de măsurare cu senzori de presiune atmosferică și de umiditate a aerului, astfel încât să se asocieze suplimentar cu măsurătorile georeferențiate, datele corespunzătoare de presiune atmosferică și umiditate a aerului.

În acest context în fig. 1 este ilustrat schematic un exemplu de arhitectură de nivel superior a unui dispozitiv de măsurare (indicat cu cifra 1), conform unui exemplu de realizare preferat (deși nici limitativ, nici obligatoriu) al prezentei invenții. .

În particular, așa cum se arată în fig. 1, dispozitivul de măsurare 1 conține un senzor CRNS 11, un dispozitiv de localizare prin satelit 12, o unitate de control electronică 13, o memorie de date 14, un senzor de presiune atmosferică 15 și un senzor de umiditate a aerului 16. Astfel de componente ale dispozitivului de măsurare 1 sunt în mod evident configurate pentru a funcționa așa cum s-a explicat mai sus.

În mod convenabil, senzorul CRNS 11 este configurat cu posibilitatea: efectuării măsurătorilor de neutroni într-un interval de energii predefinit; și garantării eficienței de detecție substanțial constantă în respectivul interval de energii predefinit, ceea ce face ca factorii de corecție ai semnalului ponderați pe diferite niveluri de energie să nu fie necesari (<3>Senzorii He-moderati sunt examinați ca garantând o astfel de cerință).

Mai mult, dispozitivul de măsurare 1 poate cuprinde în mod convenabil un senzor de temperatură a aerului (neilustrat în fig. 1) pentru a obține și date de temperatură corespunzătoare măsurătorilor efectuate de senzorul CRNS 11.

Este de remarcat faptul, că dispozitivul de localizare prin satelit poate să nu fie prevăzut și pentru dispozitive fixe de măsurare, pentru care determinarea poziției dispozitivului de măsurare în timpul instalării poate fi suficientă.

Datorită utilizării dispozitivelor de măsurare menționate este posibilă crearea uneia sau mai multor baze de date, care să conțină date indicative ale măsurătorilor de radiații cosmice secundare georeferențiate efectuate de toate dispozitivele de măsurare utilizate. În mod convenabil baza (bazele) de date poate cuprinde, de asemenea, date care indică data și ora fiecărei măsurători efectuate și, chiar mai convenabil, de asemenea, date corespunzătoare despre presiunea atmosferică și umiditatea aerului.

Pentru a înțelege mai bine prezenta invenție, în Fig. 2 este ilustrată o procedeu de detectare a scurgerilor într-o rețea de conducte de apă (indicată ca întreagă prin 2), conform unui exemplu de realizare preferat al prezentei invenții.

În particular, după cum se arată în Fig. 2, metoda 2 include:

- achiziționarea datelor de georeferențiere ale unei rețele de conducte de apă și a datelor indicative ale măsurătorilor de radiații cosmice secundare georeferențiate efectuate într-o regiune a suprafeței pământului, în care se extinde rețeaua de conducte de apă menționată (blocul 21);

5 a unei hărți digitale georeferențiate, care reface rețeaua de conducte de apă și conținutul de umiditate a solului în regiunea, în care se extinde respectiva rețea de conducte de apă (blocul 22); și

- detectarea și localizarea uneia sau mai multor scurgeri în rețeaua de conducte de apă pe baza hărții digitale georeferențiate generate (blocul 23).

10 În mod convenabil, etapa de detectare și de localizare a scurgerilor în rețeaua de conducte de apă (blocul 23) se bazează pe o analiză a hărții digitale georeferențiate, în care o astfel de analiză urmărește identificarea zonelor pe unde trece rețeaua de conducte de apă (sau imediat adiacente cu conductele rețelei de apă) și în cazul, în care conținutul de umiditate al solului este ridicat (de exemplu, mai mare decât un prag predefinit, care indică sau fiind calculat pe baza unei valori medii a umidității solului

15 înconjurător și/sau a unei medii a valorilor de umiditate a solului, calculate în trecut pentru aceeași poziție). Pentru comoditate procesarea datelor (blocul 22) include estimarea conținutului de umiditate a solului (adică a cantității de apă din sol) în regiunea, în care se extinde rețeaua de conducte de apă, pe baza datelor indicative ale măsurătorilor de radiații cosmice secundare georeferențiate efectuate în

20 regiunea respectivă, utilizând factori de corecție pentru măsurători care țin seama în mod convenabil de următoarele variabile:

sensibilitatea radială - majoritatea neutronilor măsurați reproduc solul cu atât de fidel, cu cât se micșorează distanța până la aparatul de măsură;

anizotropia - prezența drumurilor, precum și a diferitor tipuri de soluri, etc.;

25 umiditatea aerului - aerul, datorită conținutului de apă, influențează prezența neutronilor detectabili;

prezența vegetației - în funcție de înălțimea vegetației, numărul de neutroni variază (pe măsură ce înălțimea crește, numărul se diminuează);

30 presiunea atmosferică - în funcție de presiunea atmosferică numărul de neutroni variază (dacă presiunea scade, numărul crește; de fapt, când presiunea este mai mică, densitatea mai mică a aerului permite neutronilor să parcurgă distanțe mai mari între coliziuni);

intensitatea radiației cosmice secundare incidente - abordarea uzuală acceptă similitudinea dintre componenta incidentă de mare energie și dinamica neutronilor incidenti.

35 Mai mult, distanța maximă, la care apare un anumit procent de neutroni detectați, este o funcție nu numai a conținutului de umiditate din sol (rezultând posibilitatea de a detecta scurgerile de apă în conducta de apă), dar și a umidității aerului (când aerul este uscat, distanța maximă crește).

Mai mult, adâncimea în sol, atinsă de un anumit procent de neutroni detectați, este în funcție de conținutul de umiditate a solului.

40 În trecut aceste concluzii au fost rezultatul unor studii efectuate prin procedee numerice, integrând funcția care descrie numărul de neutroni detectați, proveniți dintr-o zonă plasată la o distanță predefinită de sondă, și studiind comportamentul acestora ca în dependență de diferiți parametri. Efectele, pe care diferiți parametri de mediu le exercită asupra ratei neutronilor detectați, pot fi implementate convenabil în algoritmul software de procesare a datelor (blocul 22), făcând un astfel de algoritm extrem de puternic în ceea ce privește precizia rezultată și indicațiile privind prezența apei în vecinătatea

45 aparatelor de măsurat.

În particular, pentru a determina conținutul de umiditate a solului algoritmul software de procesare a datelor (blocul 22) poate compara convenabil datele referitoare la numărul de neutroni și/sau la alte particule atomice și/sau sub-atomice, derivate din raze cosmice secundare (de exemplu, miuoni) cu datele legate de umiditatea aerului, presiunea atmosferică și, eventual, de asemenea, alți factori de

50 anizotropie.

Un exemplu de principiu de funcționare, care poate fi utilizat pentru estimarea conținutului de umiditate a solului este prezentat schematic în Fig. 3, în care se poate observa că o valoare N (indicată prin cifra 31) a radiației cosmice secundare a particulelor atomice și/sau sub-atomice, măsurate în solul care conține o anumită cantitate de umiditate U (indicată cu cifra 32) și normalizate în raport cu o valoare N_s (indicată cu cifra 33) a particulelor atomice și/sau subatomice ale razelor cosmice secundare, măsurate în prezența solului uscat, legată de valoarea umidității solului U 32, conform unui anumit raport, care poate lua în considerare unul sau mai mulți parametri și care este prezentat în Fig. 3, cu titlu în exclusivitate exemplificativ, ca un raport invers proporțional (indicat în ansamblu prin poziția 34). Prin urmare, dacă este prezentă o scurgere de apă, numărul măsurat de particule se reduce comparativ cu solul

60 mai uscat din jur.

În ceea ce privește etapa de colectare a datelor (blocul 21 din Fig. 2), datele de georeferențiere a rețelei de conducte de apă pot cuprinde în mod convenabil una sau mai multe hărți georeferențiale ale rețelei de conducte de apă menționate. În mod convenabil, datele de georeferențiere menționate sunt furnizate de către administrația/instituția/compania, care gestionează rețeaua de conducte de apă care urmează să fie inspectată. Hărțile georeferențiate ale rețelei de conducte de apă pot fi furnizate, de exemplu, în format Gauss Boaga 1984 32N sau 33N și raportează convenabil toate conductele de interes, fie linii de alimentare, fie secundare.

Mai mult, metoda 2 include, în mod convenabil, de asemenea:

efectuarea de măsurători cosmice secundare (de preferință, după cum s-a explicat mai sus, măsurători ale cantităților de neutroni și/sau alte particule atomice și/sau subatomice de raze cosmice secundare) în diferite poziții de pe suprafața pământului, în care măsurătorile menționate sunt georeferențiate, așa cum s-a explicat mai sus (și în mod convenabil, asociate, de asemenea, cu date suplimentare care indică data și ora la care sunt efectuate măsurătorile și presiunea atmosferică și umiditatea aerului, măsurate concomitent cu măsurătorile); și

crearea uneia sau mai multor baze de date, care să conțină date indicative ale măsurătorilor georeferențiale ale radiației cosmice secundare efectuate și, în mod convenabil, de asemenea, date suplimentare asociate cu respectivele măsurători.

În acest caz, referindu-ne la etapa de colectare a datelor (blocul 21 din Fig. 2), obținerea de date indicative pentru măsurătorile georeferențiate ale radiației cosmice secundare cuprinde în mod convenabil:

- detectarea în baza (bazele) de date menționate și selectarea datelor indicative pentru măsurătorile radiațiilor cosmice secundare efectuate într-o regiune a suprafeței terestre, în care se extinde rețeaua de conducte de apă care urmează să fie inspectată (adică o regiune corespunzătoare datelor de georeferențiere (adică coordonatele geografice ale respectivei rețele de conducte de apă); și

- achiziționarea datelor selectate.

De preferință, etapa de detectare și de selectare a datelor indicative pentru radiația cosmică secundară, efectuată în regiunea suprafeței pământului în care se extinde rețeaua de conducte de apă cuprinde:

- pentru fiecare măsurătoare a radiației cosmice secundare efectuată în regiunea menționată,
 - controlul condițiilor meteorologice și/sau de mediu în și/sau condițiilor de radiație cosmică secundară incidentă în regiunea respectivă la data efectuării măsurării menționate și,
 - dacă condițiile meteorologice și/sau de mediu și/sau incidente ale radiației cosmice secundare îndeplinesc cerințele predefinite, selectarea datelor indicative pentru măsurarea menționată.

Selectarea măsurătorilor efectuate pe baza controlului condițiilor meteorologice și/sau de mediu și/sau incidente de radiație cosmică secundară permite:

- eliminarea măsurătorilor efectuate în condiții meteorologice și/sau de mediu și/sau incidente de radiație cosmică secundară care nu sunt potrivite pentru, sau chiar interferează cu, estimarea conținutului de umiditate a solului (adică apă) (de exemplu, măsurători efectuate în perioade de umiditate și/sau perioade de presiune scăzută, ploi intense și ninsori);

- selectarea numai a măsurătorilor efectuate în condiții meteorologice și/sau de mediu și/sau incidente de radiație cosmică secundară, care sunt adecvate pentru estimarea conținutului de umiditate a solului (de exemplu, măsurători efectuate în perioadele cu umiditate redusă și presiune înaltă, vreme senină și/sau climă uscată);

- selectarea numai a măsurătorilor efectuate în condiții medii de radiație cosmică secundară incidentă; și

- efectuarea corecțiilor adecvate în funcție de radiația cosmică secundară incidentă asupra regiunii la data și ora executării măsurătorilor.

Astfel, fiabilitatea și precizia rezultatelor obținute sunt îmbunătățite datorită implementării procedurii 2. În mod convenabil, controlul condițiilor meteorologice și/sau de mediu și/sau incidente de radiație cosmică secundară poate fi efectuat pe baza datelor și informației preluate din baze de date adecvate.

Mai mult, în ceea ce privește etapa de generare a hărții digitale georeferențiate (blocul 22 din Fig. 2), așa cum s-a explicat mai sus, în hartă digitală georeferențiată menționată rețeaua de conducte de apă este reprezentată împreună cu conținutul de umiditate a solului (adică, de apă) (de exemplu, folosind diferite niveluri cromatice/intensități scalate adecvat și prevăzute cu legendă). În acest fel, se obțin reprezentări grafice ușor de înțeles, care permit unui operator uman să recunoască dintr-o privire unde sunt localizate posibilele scurgeri.

În acest context, în Fig. 4 este prezentat un exemplu de hartă digitală georeferențială generată datorită procedurii 2.

În particular, pe harta din fig. 4, care prezintă o rețea de conducte de apă și conținutul de umiditate a solului în regiunea, în care se extinde rețeaua de conducte de apă menționată, sunt indicate scurgerile de apă detectate prin implementarea procedurii 2, precum și elementele identificate prin prelucrarea măsurătorilor radiațiilor secundare (în particular, cursul apei și vegetația).

Astfel, datorită utilizării procedurii 2, este posibilă trimiterea unui operator în punctele geografice identificate pentru o detectare finală la fața locului (efectuată, de exemplu, cu un geofon) în vederea găsirii scurgerii, sau unei identificări mai bune a cauzei scurgerii și, prin urmare, îndepărtării ei.

În mod convenabil, datorită utilizării procedurii 2, este posibilă, de asemenea, producerea unui document digital, care să conțină lista scurgerilor însoțită de datele de georeferențiere corespunzătoare, în funcție de gravitatea scurgerii de apă. Un astfel de document poate fi încărcat convenabil pe sisteme adecvate, instalate la bordul vehiculelor echipelor pentru detectarea scurgerilor de apă, astfel, încât să permită cu ajutorul unui navigator prin satelit, integrat în astfel de vehicule, să conducă cautarea scurgerilor de apă direct în locurile unde ele sunt amplasate, începând de la cele mai severe.

Metoda 2 poate fi implementată în mod convenabil prin intermediul unui sistem adecvat. În acest context, un sistem de detectare a scurgerilor într-o rețea de conducte de apă (indicat în ansamblu prin cifra 5), conceput pentru a realiza metoda 2, incluzând în particular un dispozitiv/sistem de procesare 51 (de exemplu, realizat la un computer, server, o rețea de computer/server sau un sistem de procesare bazat pe o arhitectură cloud computing) programat (prin intermediul unuia sau mai multor programe software adecvate) pentru realizarea procedurii 2 este ilustrat schematic în Fig. 5.

De preferință, sistemul 5 include și mijloace de interfață pentru utilizator 52, concepute pentru a permite unui utilizator să introducă date și/sau să dea comenzi (de exemplu, printr-o tastatură și/sau un mouse și/sau un ecran tactil) și să afișeze rezultatele căutărilor efectuate, în special pentru afișarea pe ecran a hărților digitale georeferențiate cu indicarea scurgerilor identificate.

Dispozitivul/sistemul de procesare 51 este configurat convenabil pentru conectare (de exemplu, prin una sau mai multe rețele de telecomunicații):

- la una sau mai multe baze de date 6, care stochează date indicative ale măsurătorilor georeferențiate ale radiației cosmice secundare în diferite poziții de pe suprafața pământului, pentru a efectua detectarea, selectarea și achiziționarea datelor de interes în detectarea scurgerilor într-o rețea de conducte de apă concretă; și,

- de preferință, de asemenea, la una sau mai multe baze de date suplimentare 7, care stochează date care permit dispozitivului/sistemului de procesare 51 să efectueze controlul condițiilor meteorologice și/sau de mediu și/sau incidente ale radiației cosmice secundare.

În plus, chiar dacă nu este prezentat în Fig. 5, sistemul 5 poate cuprinde în mod convenabil și o multitudine de dispozitive de măsurare, cum ar fi dispozitivul de măsurare 1, prezentat în Fig. 1 și descris anterior, pentru a efectua măsurătorile radiației cosmice secundare pe suprafața pământului. În particular, așa cum s-a explicat mai sus, astfel de dispozitive de măsurare pot fi instalate convenabil într-o manieră fixă în poziții predefinite și/sau la bordul vehiculelor (sau, mai general, orice tip de vehicul sau mijloc de transport) sau aeronave/drone cu șofer/pilot sau ghidat de la distanță sau autonom.

Acum este important să atragem atenția asupra faptului, că prezenta invenție poate profita în mod convenabil și de alte tipuri de măsurători ale radiațiilor cosmice secundare pentru a căuta scurgeri într-o rețea de conducte de apă, adițional sau în alternativă la măsurătorile de neutroni (în mod convenabil, adițional sau în alternativă la măsurătorile numărului de neutroni), de exemplu măsurători ale particulelor atomice și/sau subatomice ale razelor cosmice secundare, diferite de neutroni, de exemplu, măsurători ale miuonului (în mod convenabil, măsurători ale numărului de miuoni).

Caracteristicile inovatoare și avantajele tehnice ale prezentei invenții sunt imediat clare pentru un specialist în domeniu din descrierea de mai sus.

În acest context, în primul rând este important de subliniat, că prezenta invenție învață cum să se profite, într-un mod total inovator și inventiv, din avantajele unei utilizări complet nouă (adică detectarea scurgerilor în rețelele de conducte de apă) a unei tehnologii deja existente, cum ar fi detectarea umidității solului/conținutului de apă în sol pe baza măsurătorilor radiațiilor cosmice secundare (în particular, măsurători ale numărului de neutroni în razele cosmice secundare), tehnologie care a fost utilizată până în prezent numai pentru alte aplicații, decât detectarea scurgerilor de apă, cum ar fi prognozele meteorologice, monitorizarea schimbărilor climatice, monitorizarea zăpezii pe sol și monitorizarea biomasei.

Mai mult, merită să atragem atenția asupra faptului, că prezenta invenție permite reducerea dramatică a timpului și costurilor pentru detectarea unei scurgeri de apă, în comparație cu procedeele și tehnicile utilizate în prezent. Prezenta invenție permite de fapt monitorizarea de la distanță a unei rețele de conducte de apă într-un timp foarte scurt, comparativ cu timpul necesar operatorilor, care caută la fața locului de-a lungul întregii lungimi a rețelei de conducte de apă (după cum s-a explicat anterior, prin

prezenta invenție operatorii sunt folosiți doar în etapa finală de identificare și reparare a scurgerilor în pozițiile geografice identificate folosind, într-adevăr, prezenta invenție).

Mai concret, prezenta invenție permite reducerea timpului și cheltuielilor pentru detectarea scurgerilor de apă, creșterea fiabilității și preciziei căutării și reducerea prezenței scurgerilor într-o rețea de conducte de apă, în comparație cu procedeele și tehnicile utilizate în prezent pentru detectarea scurgerilor de apă (în particular, procedeele/tehnicele bazate pe utilizarea geofoanelor, corelatoarelor, gazelor de urmărire, testelor în etape, precum și celor bazate pe prelucrarea și analiza imaginilor generate de sistemele de teledetecție a pământului). De asemenea, prezenta invenție poate fi exploatată în mod avantajos în sinergie cu astfel de procedee/tehnici cunoscute în prezent pentru detectarea scurgerilor de apă.

În plus, prezenta invenție oferă următoarele avantaje:

- fiabilitate ridicată și precizie înaltă în identificarea și localizarea scurgerilor de apă;
- posibilitatea de a estima dimensiunea scurgerilor identificate, precum și de a prevedea eventualele inconveniențe rezultate din astfel de scurgeri;
- creșterea capacității de răspuns în identificarea și clasificarea scurgerilor cu reducerea costurilor de producție și de distribuție a apei;
- reducerea dramatică a prezenței scurgerilor într-o rețea de conducte de apă;
- imagistica imediată a scurgerilor pe o hartă digitală georeferențiată;
- fără limită de prelungire;
- puncte identificate de înaltă rezoluție (aproximativ 5 m);
- tehnologie non-invazivă, fără contact cu solul și fără daune pentru mediu;
- fără inconveniențe pentru utilizatorii finali;
- aparate de măsură ce pot fi realizate prin diferite procedee (în particular, aparate de măsură de tip fix și/sau mobil, care pot fi instalate pe orice tip de mijloc de transport);
- reducerea costurilor, a riscurilor și a forței de muncă necesare pentru detectarea și repararea conductelor;
- reducerea costurilor pentru întreținere, lucru, produse utilizate etc.;
- reducerea costurilor pentru alimentarea cu apă a utilizatorilor;
- perioadă scurtă de amortizare;
- fără birocrație.

În sfârșit, referindu-ne din nou la ipoteza anterioară a căutării scurgerilor de apă pe o suprafață de 100 km², în care există o rețea de conducte de apă, formată din 500 km de conducte, este important să atragem atenția asupra faptului, că prezenta invenție ar implica un cost total de 40.000/50.000 de euro, economisind până la 30/40%, în comparație cu 75.000 de euro cerute de procedeele de detectare prezente.

În concluzie este important de notat că, deși invenția descrisă mai sus se referă, în particular, la exemple de realizare foarte concrete, ea nu trebuie să fie intenționată ca fiind limitată la astfel de exemple de realizare, incluzând în volumul său de aplicare toate variantele, modificările sau simplificările, cuprinse de revendicările anexate. De exemplu, după cum s-a explicat mai sus, pentru realizarea prezentei invenții măsurătorile radiațiilor cosmice secundare, altele decât numărul de neutroni (de exemplu, numărul de miuoni) pot fi exploatate în mod convenabil, adițional sau în alternativă, măsurătorilor numărului de neutroni. Mai mult, pentru efectuarea măsurătorilor radiațiilor cosmice secundare dispozitivele de măsurare (în afară de cele de tip fix și cele instalate pe vehicule) pot fi instalate pe aeronave, de exemplu drone.

(56) Referințe bibliografice citate în raportul de documentare:

- FR-A1- 3 039 646
- US-A1- 2008 087 837

(57) Revendicări:

1. Procedeu (2) de detectare a scurgerilor într-o rețea de conducte de apă, care cuprinde:
achiziționarea datelor de georeferențiere a unei rețele de conducte de apă și a datelor indicative ale măsurătorilor de radiații cosmice secundare georeferențiate efectuate într-o regiune a suprafeței pământului, în care se extinde respectiva rețea de conducte de apă (blocul 21);

efectuarea prelucrării datelor dobândite și generarea, pe baza prelucrării efectuate, a unei hărți digitale georeferențiate care reflectă rețeaua de conducte de apă și conținutul de umiditate a solului în regiunea în care se extinde respectiva rețea de conducte de apă (blocul 22); și

detectarea și localizarea uneia sau a mai multor scurgeri în rețeaua de conducte de apă pe baza hărții digitale georeferențiate generate (blocul 23), *caracterizată prin aceea că* efectuarea prelucrării datelor obținute include estimarea conținutului de umiditate a solului în regiunea, în care se extinde rețeaua de conducte de apă pe baza datelor indicative ale măsurătorilor de radiații cosmice secundare georeferențiate, efectuate în regiunea respectivă, folosind coeficienții de corecție pentru măsurători, care iau în considerare:

efectele de sensibilitate radială și anizotropie ale măsurătorilor de radiații cosmice secundare georeferențiate efectuate;

valorile umidității aerului, presiunii atmosferice și intensității radiației cosmice secundare incidente detectate/măsurate concomitent cu efectuarea măsurătorilor menționate în regiunea, în care se extinde rețeaua de conducte de apă sau în pozițiile suprafeței terestre unde sunt efectuate măsurătorile menționate;

efectele legate de prezența vegetației și/sau a umidității artificiale sau naturale.

2. Procedeu, conform revendicării 1, care mai cuprinde:

- efectuarea măsurătorilor de radiații cosmice secundare în diferite poziții ale suprafeței terestre;

- georeferențierea măsurătorilor radiațiilor cosmice secundare efectuate; și

- crearea unei baze de date (6) care să conțină date indicative ale măsurătorilor radiațiilor cosmice secundare efectuate și georeferențiate; totodată obținerea datelor indicative pentru măsurătorile radiației cosmice secundare georeferențiate, efectuate într-o regiune a suprafeței pământului, în care se extinde rețeaua de conducte de apă include:

- detectarea în baza de date menționată (6) și selectarea, pe baza datelor de georeferențiere ale rețelei de conducte de apă, a datelor indicative ale măsurătorilor radiațiilor cosmice secundare efectuate în respectiva regiune a suprafeței terestre, unde se extinde respectiva rețea de conducte de apă; și

- dobândirea datelor selectate.

3. Procedeu, conform revendicării 2, în care detectarea în baza de date (6) menționată și selectarea, pe baza datelor de georeferențiere ale rețelei de conducte de apă, a datelor indicative ale măsurătorilor radiațiilor cosmice secundare efectuate în regiunea suprafeței terestre, unde rețeaua de conducte de apă se extinde include:

- pentru fiecare măsurătoare de radiație cosmică secundară efectuată în regiunea respectivă
 - controlul condițiilor meteorologice și/sau de mediu în, și/sau al condițiilor de radiație cosmică secundară incidentă în regiunea respectivă, simultan cu executarea măsurării menționate și,
 - dacă condițiile meteorologice și/sau de mediu și/sau incidente ale radiației cosmice secundare îndeplinesc cerințele predefinite, selectarea datelor indicative pentru măsurarea respectivă.

4. Procedeu, conform revendicării 2 sau 3, în care măsurătorile radiației cosmice secundare sunt efectuate cu dispozitive de măsurare (1) care sunt instalate:

- în mod fix în pozițiile respective ale suprafeței terestre; și/sau

- la bordul vehiculelor și/sau aeronavelor, care se deplasează/zboară pe/deasupra suprafeței terestre;

totodată fiecare dispozitiv de măsurare (1) conține un dispozitiv de localizare prin satelit respectiv (12) pentru a determina pentru fiecare măsurătoare secundară a radiației cosmice, efectuată de dispozitivul de măsurare (1), o poziție corespunzătoare, în care se efectuează măsurarea menționată;

și, totodată, georeferențierea măsurătorilor radiației cosmice secundare efectuate include asocierea, de către fiecare dispozitiv de măsurare (1), a măsurătorilor radiației cosmice secundare efectuate de dispozitivul de măsurare (1) menționat cu pozițiile corespunzătoare determinate de respectivul dispozitiv de localizare prin satelit (12).

5. Procedeu, conform revendicării 4, în care georeferențierea măsurătorilor radiației cosmice secundare efectuate include asocierea, de către fiecare dispozitiv de măsurare (1), a fiecărei măsurători de radiație cosmică secundară efectuată de dispozitivul de măsurare (1):

- cu poziția corespunzătoare determinată de respectivul dispozitiv de localizare prin satelit (12); și
- cu o dată și o oră la care măsurarea respectivă a fost efectuată.

6. Procedeu, conform revendicării 4 sau 5, în care fiecare dispozitiv de măsurare (1):

- cuprinde, de asemenea, un senzor de presiune atmosferică respectiv (15) și un senzor respectiv de umiditate a aerului (16) pentru măsurarea, pentru fiecare măsurătoare secundară a radiației cosmice, efectuate de dispozitivul de măsurare (1), a presiunii atmosferice și umidității aerului corespunzătoare; și
- este configurat să asocieze fiecare măsurătoare secundară de radiație cosmică, efectuată de dispozitivul de măsurare (1) menționat, și cu valorile corespunzătoare ale presiunii atmosferice și umidității aerului, măsurate de senzorii respectivi de presiune atmosferică (15) și umiditate a aerului (16).

7. Procedeu, conform oricăreia dintre revendicările precedente, în care măsurătorile radiației cosmice secundare reprezintă măsurători ale particulelor atomice și/sau subatomice ale razelor cosmice secundare.

8. Procedeu, conform revendicării 7, în care măsurătorile radiației cosmice secundare reprezintă numărarea neutronilor și/sau miuonilor razelor cosmice secundare.

9. Procedeu, conform oricăreia dintre revendicările precedente, în care scurgerile din rețeaua de conducte de apă sunt detectate și localizate prin efectuarea unei analize a conținutului de umiditate a solului la, sau aproape de, respectiva rețea de conducte de apă pe harta digitală georeferențiată.

10. Procedeu, conform oricăreia dintre revendicările precedente, în care datele de georeferențiere ale rețelei de conducte de apă cuprind una sau mai multe hărți georeferențiate ale rețelei de conducte de apă menționate.

11. Sistem (5) configurat pentru a realiza procedeul (2) de detectare a scurgerilor într-o rețea de conducte de apă, conform oricăreia dintre revendicările precedente.

12. Produs de program de calculator, care cuprinde porțiuni de cod software care sunt:

- executabile de către un dispozitiv/sistem de procesare (51); și
- astfel, încât atunci când este executat, respectivul dispozitiv/sistem de procesare (51) a datelor să implementeze procedeul (2) de detectare a scurgerilor într-o rețea de conducte de apă, conform oricăreia dintre revendicările de la 1 la 10.

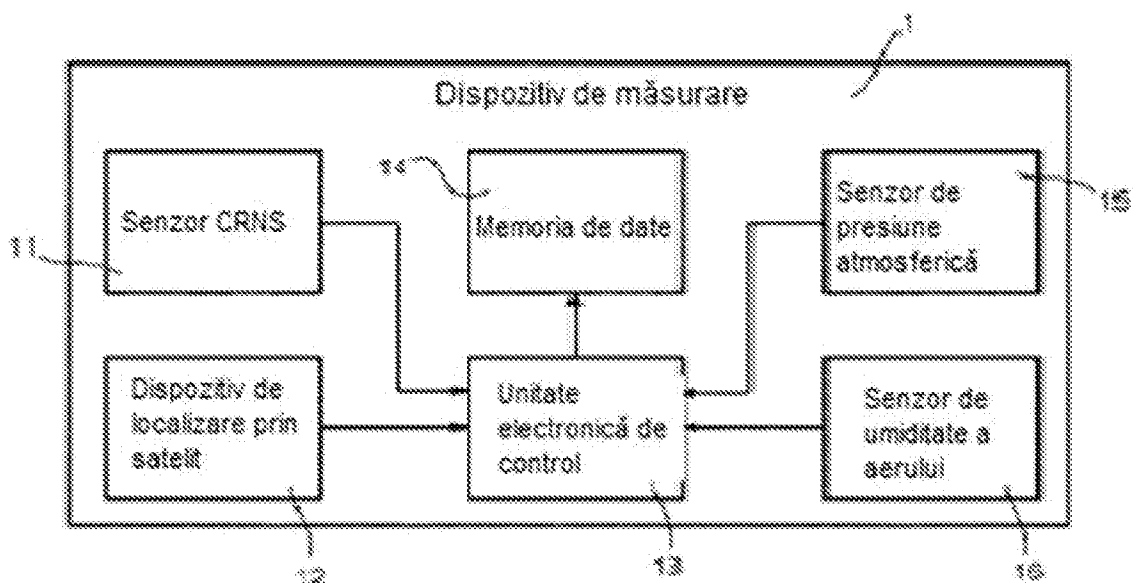


fig. 1

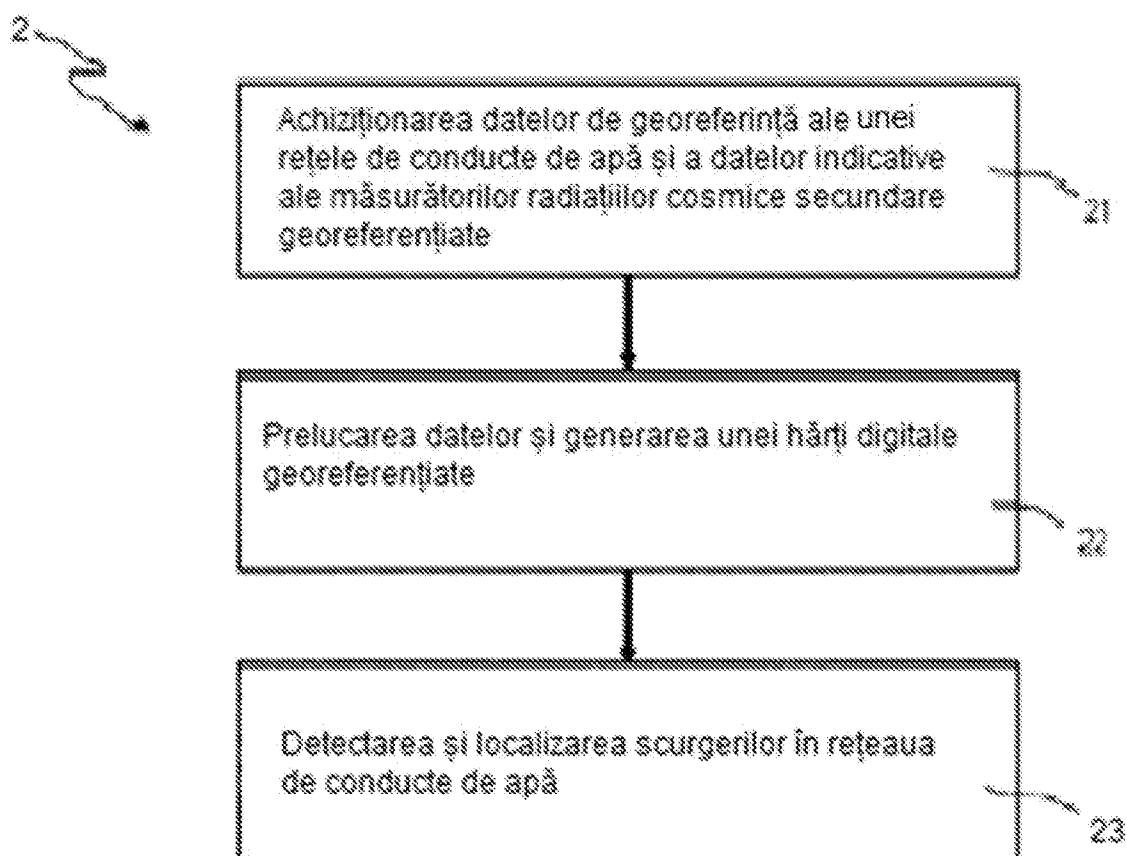


fig. 2

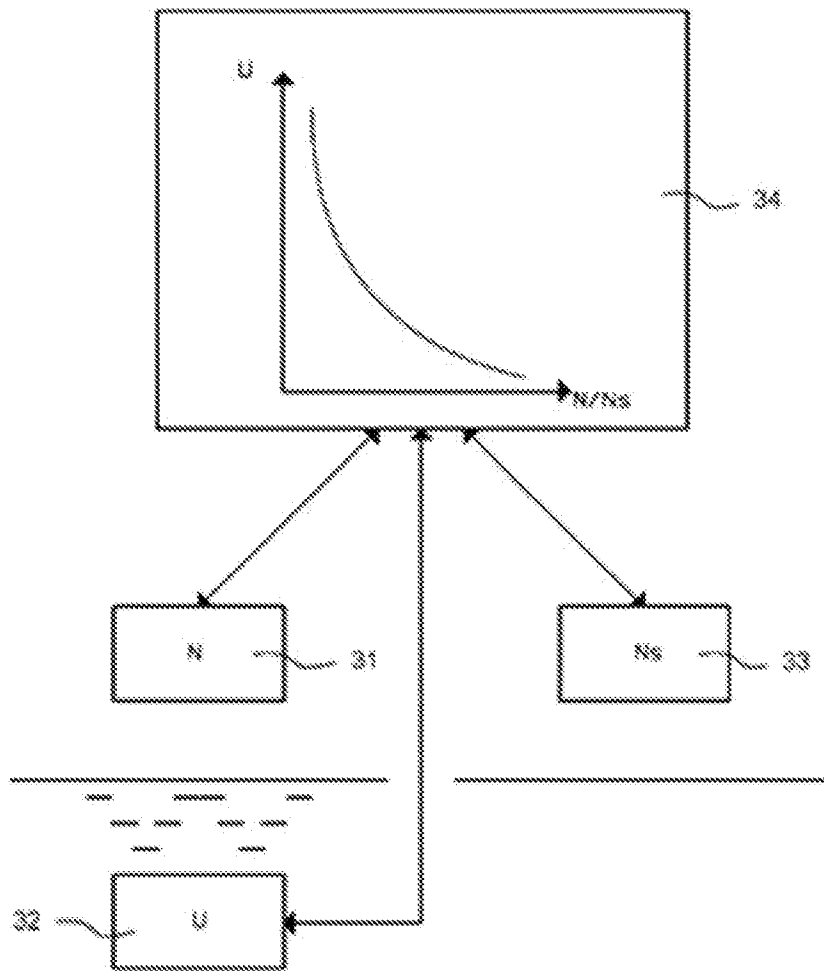


fig. 3

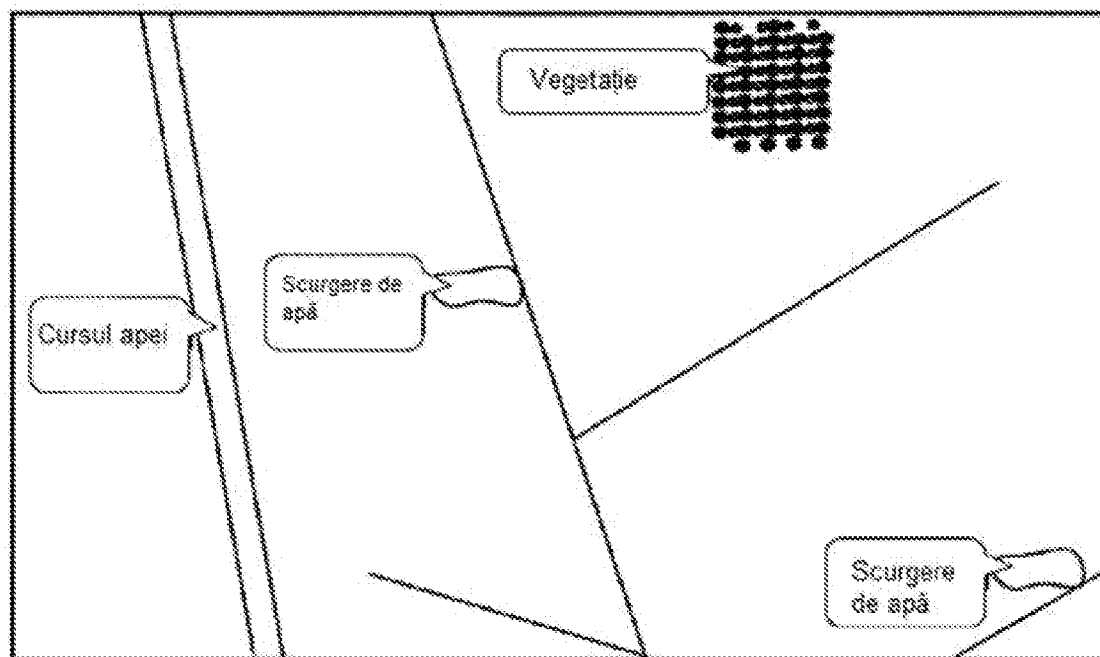


fig. 4

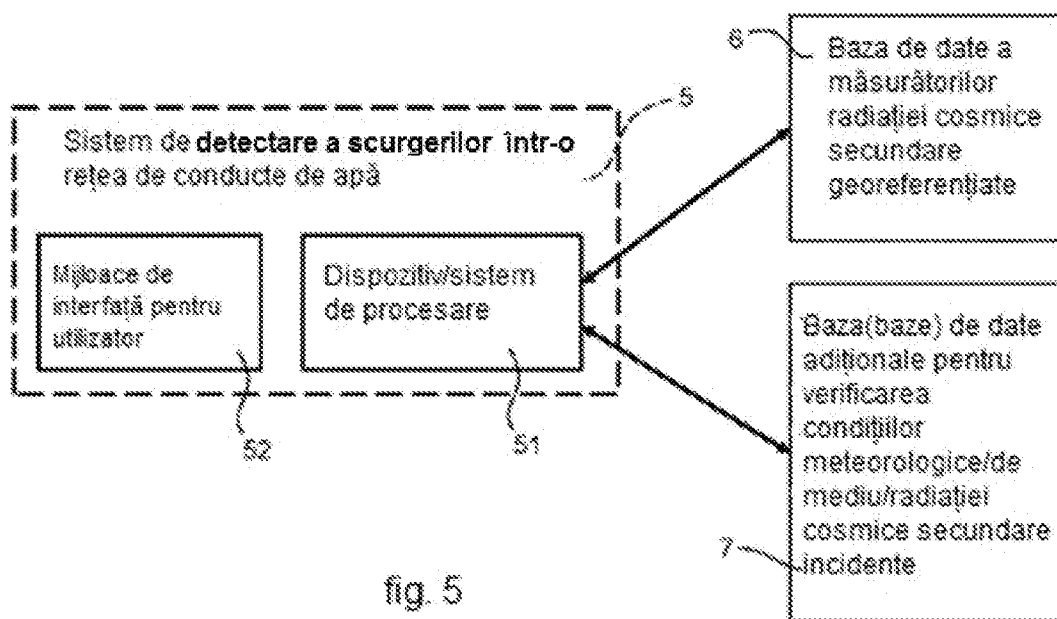


fig. 5