

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

33 178

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

C02F 1/00 (2006.01)
C02F 103/04 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2019-36295**
(22) Přihlášeno: **13.06.2019**
(47) Zapsáno: **03.09.2019**

(73) Majitel:
Vysoké učení technické v Brně, Brno, Veverčí, CZ

(72) Původce:
Ing. Markéta Rajnochová, Smilovice, CZ
Ing. Tomáš Sucháček, Valašské Klobouky, CZ
Ing. Ondřej Andrš, Ph.D., Brno, Žabovřesky, CZ
Ing. Jan Ručka, Ph.D., Brno, Komín, CZ

(74) Zástupce:
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Okružní
2824, 370 01 České Budějovice, České Budějovice
3

(54) Název užitého vzoru:
Systém pro optimalizaci jakosti pitné vody

CZ 33178 U1

Systém pro optimalizaci jakosti pitné vody

Oblast techniky

Technické řešení se týká oblasti služeb, konkrétněji vodního hospodářství, zásobování obyvatelstva pitnou vodou a řízení jakosti pitné vody, která je distribuována veřejnými vodovody.

Dosavadní stav techniky

Zásobování obyvatelstva pitnou vodou patří mezi jednu z hlavních strategických priorit státu. Z hlediska fungování společnosti a rozvoje ekonomiky patří systémy veřejného zásobování pitnou vodou mezi kritickou infrastrukturu státu. Dostupnost pitné vody v požadovaném množství a jakosti je základní podmínkou rozvoje společnosti a udržení ekonomického růstu. Samotná existence systému veřejného zásobování pitnou vodou, jakost dodávané pitné vody a spolehlivost zásobování pitnou vodou je vnímána jako měřítko vyspělosti společnosti. Prvním krokem při zásobování pitnou vodou je nalezení kvalitního a spolehlivého vodního zdroje, ze kterého je voda odebírána. Následně je obvykle nezbytné surovou vodu upravit na vodu pitnou a bezpečně ji akumulovat. Naprosto zásadní roli však následně hraje distribuční systém, kterým je voda dopravována ze zdroje, resp. z úpravy vody ke spotřebiteli. Velmi často voda do vodovodního potrubí vstupuje z úpravny vody ve vynikající bezchybné jakosti, bohužel však vlivem dlouhodobého kontaktu s vnitřními povrchy potrubí, které obvykle obsahují biofilm, sediment a produkty koroze, dochází ke zhoršení jejích vlastností. Během dopravy vody ke spotřebiteli je nutné zajistit, aby jakost vody v jednotlivých ukazatelích nepřekročila legislativně stanovené limity vlivem příliš dlouhého kontaktu se sedimentem v potrubí nebo se zkorodovaným vnitřním povrchem potrubí. Je nezbytné dbát na to, aby voda v potrubí v zimním období nezamrzla, resp. se v letních měsících nadměrně neohřála, aby nedošlo k akumulaci sedimentů uvnitř potrubí, nebo k fyzickému poškození potrubí a následným únikům pitné vody do okolního prostředí, ještě dříve, než je k odběrateli dodána.

Celková délka veřejných vodovodních sítí v České republice dosahuje zhruba 78 tisíc kilometrů. Podstatná část těchto potrubních systémů je již za hranici své životnosti z důvodu konce životnosti použitého trubního materiálu, technologie výstavby či například způsobu provozování. Potrubí z kovových materiálů jsou velmi často zkorodované a inkrustované a zasluhující sanaci. Potrubí z kovových materiálů se velmi nepříznivě podílí na zvyšování ztrát vody vlivem netěsností a má největší podíl na celkovém počtu poruch vodovodní sítě v ČR. To má vliv i na zhoršování jakosti pitné vody v tomto potrubí.

Zhoršení senzorických vlastností pitné vody, kterými jsou pach, chuť, teplota, zákal a barva, má vliv i na její celkový vzhled. U odběratelů pak zhoršená chuť vody, chlorový pach anebo zvýšený zákal snižuje důvěru v její jakost jako takovou a v poskytovanou službu, jako celek. Voda se zvýšenou hodnotou zákalu, zabarvená či zapáchající voda působí dojmem, že není dostatečně kvalitní, zejména pokud jde o pitnou vodu, která je určena pro přímou lidskou spotřebu. Pitná voda musí být dostupná nejen v potřebném množství, ale i v požadované jakosti, což neznamená jen zdravotní nezávadnost, ale i její vyhovující chuť a další smyslově postižitelné vlastnosti (Drinking Water Directive (DWD), Council Directive 98/83/EC).

Z vodních zdrojů, respektive úpraven vody, vstupuje voda do vodovodního systému upravená, tedy ve vyhovující kvalitě. Bohužel vlivem nejen dlouhodobého kontaktu s vnitřními povrchy rozvodných vodovodních řadů dochází v průběhu dopravy od zdroje ke spotřebiteli ke zhoršování jakosti této pitné vody. Míra znečištění vnitřních povrchů inkrustací na stěnách potrubí, biofilm na potrubí a množství volných sedimentů v potrubí společně determinují rychlost zhoršování jednotlivých ukazatelů dopravované pitné vody. Zcela zásadním provozním problémem

v každém vodovodním systému jsou ty části potrubí, kde dochází k dlouhodobě nízkému průtoku, který způsobuje velmi nízké rychlosti proudění nebo dokonce stagnaci vody. Jedná se většinou o koncové části potrubí a odlehlá místa hydraulických okruhů, kde je připojeno jen málo odběratelů, je zde malý pohyb vody a jakost vody v potrubí se pak rychle zhoršuje. Existenci takových úseků potrubí ve svých systémech potvrzují všichni provozovatelé veřejných vodovodů. Jedná se o známý problém, který však dosud není uspokojivě systematicky řešen. Stávající provozní praxe je taková, že technici vodovodní sítě povětšinou tato místa znají a častěji u nich provádějí proplach, tedy řízenou obměnu objemu vody v potrubí. Proplachování těchto úseků však neprovádějí systematicky na základě měření hydraulických veličin, či ukazatelů jakosti vody, ale většinou nahodile, ručně a ve většině případů až na základě stížností odběratelů na nevyhovující jakost odebírané vody. To není z hlediska odběratelů vody, jako platících zákazníků, optimální způsob řešení.

Patentový spis CS 108000 „Automatický kapalinový ventil“ popisuje elektromagnetický uzavírací potrubní ventil, jako systém pro dálkové otevírání a zavírání zavlažovacích potrubních systémů nahrazující nepraktické a obsluhově náročné mechanické otevírací ventily nebo drahé ventily s otevíráním pomocí servopohonů. Ventil je možno řídit i vlastním tlakem vody v potrubí. Hlavní výhodou vynálezu je jeho ovladatelnost nízkými (bezpečnými) proudy, ovládání na dálku nebo automatické ovládání otevíracích proudů např. pomocí vlhkoměrů s elektrickým připojením. Patentový spis však neřeší otevírací systém jako takový nebo jeho automatizaci, ale konstrukci ventilu jako takového a uvádí některé možnosti jeho případného použití.

Z české přihlášky vynálezu CZ 2000-1777 „Zařízení pro proplach, odvzdušnění a drenáž impulsních potrubí a snímačů“ je známo mobilní přenosné zařízení pro potrubí relativně malých světlostí (průměrů), zejména impulsních potrubí a snímačů, kde proplachovací médium je ze zásobníku automaticky doplňováno do pracovního válce cestou odvzdušňovacího ventilu a vytlačováno do potrubí z nejméně jednoho pracovního válce za pomoci stlačeného plynného média, zejména vzduchu z tlakové láhve. Tento systém se jeví jako nevhodný pro proplach a čištění potrubí velkých objemů, kdy jako jediným vhodným tlakovým a čistícím médiem při klasickém provozu se jeví pouze sama transportovaná kapalina, tedy pitná voda. Jakékoli jiné médium by znamenalo odstávku vodovodního řádu a nutnost uzavření všech vodovodních přípojek, jeho další čištění a testování čistoty.

Z dokumentu CS 1971-8808 (CS 155786) „Automatický odpouštěcí ventil“ je známo zařízení pro odpouštění, respektive přepouštění, média z jednoho trubního systému do druhého na základě rozdílu tlaků před a za ventilem. Hlavním předmětem tohoto vynálezu je, že ventil funguje v binárních polohách (otevřeno/zavřeno) a nikoliv na principu spojitého otevírání v závislosti na vzrůstající/klesající diferenci tlaků. Vzhledem k námi předkládanému řešení se nejedná o způsob proplachu koncových částí vodovodních řadů ale o naprosto jiné technické provedení a jinou aplikaci. Toto zařízení je určeno pro vyrovnávání tlaků mezi dvěma trubními systémy či snižování tlaku v jednom ze systémů, přičemž řídicím parametrem jsou tlakové poměry. Z popisu je znám ventil pracující v rázovém zavíracím režimu. Rychlá sekvence zavření má za následek téměř okamžité zastavení úniku zbylého média, v tomto případě vzduchu, ze zásobníku kompresoru. Konstrukce pístu je určena spíše pro plynná než kapalná média.

Z popisu vynálezu k autorskému osvědčení CS 167725 k přihlášce vynálezu CS 1974-1041 „Vypouštěcí ventil“ je znám vypouštěcí ventil v pístovém provedení, který slouží zároveň jako filtrační člen pevných větších částic. Jeho použití se předpokládá především v chemickém průmyslu, kdy po ukončení např. procesu polymerizace je třeba oddělit pevné zbylé částice od vypouštěné tekutiny bez nutnosti umístění představeného filtračního členu.

Právě zanášení ventilu může být jeho hlavní nevýhodou. Ve vodovodních potrubích se nepředpokládá a ani není žádoucí usazování částic v některých částech, ale s výhodou je možné toto technické řešení použít jako odlučovač pevných částic u jiných systémů.

- V internetové databázi lze najít zařízení „Automatic flushing systems“, zajišťující po instalaci proplachovací sekvenci úseků vodovodních řadů na základě měření zbytkového obsahu desinfekčních látek, především chloru. Proplach probíhá za standardních tlaků ve vodovodním potrubí. Spouštění proplachu je buď na základě naměřených nízkých hodnot chloru instalovanými senzory, nebo obsluhou, na základě stížností odběratelů na nízkou kvalitu vody. Tento systém neměří ostatní parametry kvality vody, jako teplotu, obsah bakterií apod. Nedostatkem tohoto systému je sledování pouze jednoho ukazatele jakosti vody, kterým je obsah chloru, tedy desinfekčního činidla, který se do vody přidává uměle a samovolně během několika hodin až desítek hodin z vody postupně vyprchá. V následujících letech a dekadách bude snaha provozovatelů veřejných vodovodů o přechod na zásobování pitnou vodou bez použití desinfekčního činidla, pro které nebude možné tento systém využít. Tento systém navíc nepočítá s tlakovým proplachem, který může odstranit z potrubí usazeniny, které by standardní proud vody nemohl zachytit a vyplavit.
- Korejský patentový spis KR 20160051324 (A) „IT based water pipe automatical flushing apparatus“ popisuje automatický proplachovací systém vodovodního potrubí s nízkým průtokem vody založený na počítačem řízených procesech. Na potrubí je instalováno vypouštěcí a monitorovací zařízení, které měří jakost vody. Automatická proplachovací jednotka má umístěno monitorovací zařízení před vypouštěcím zařízením ve smyslu směru toku. Monitorovací jednotka odesílá měření do centrální jednotky, která vyhodnocuje toto měření a na jeho základě provádí automatické spuštění vypouštěcího zařízení v částech potrubí, kde měření vykazuje nevyhovující jakost vody. K proplachu dané části potrubí dochází při vyšším naměřeném zákalu, než je nastavená hodnota. Centrální jednotka vyhodnocuje i množství vypouštěné vody tak, aby se zabránilo větším hmotným i nehmotným škodám způsobeným znečištěním (přílišným zakalením) proudící vody. Nedostatkem tohoto systému je sledování pouze jednoho ukazatele jakosti vody, kterým je zákal, tedy fyzikální ukazatel jakosti vody, který se měří optickou metodou. Tento systém navíc nepočítá s tlakovým proplachem, který může odstranit z potrubí usazeniny, které by standardní proud vody nemohl zachytit a vyplavit. Naprosto zásadní nevýhodou tohoto řešení je ale fakt, že ukazatel zákalu nelze v koncové části potrubí či v místě, kde voda stagnuje, využít pro automatické zahájení proplachovací procedury. Mnohými studiemi bylo prokázáno [např. Vreeburg, Jan, Discolouration in drinking water systems, ISBN10: 1843393751], že ke vzniku zákalové události v potrubí dochází následkem zvýšení rychlosti proudící vody, kdy jemné částice sedimentu, které do té doby byly fixovány na stěnách potrubí, se dostanou do vlnosy a v proudu vody vytvoří zákalovou událost. Tak nastane resuspendace (rozvíření) jemných sedimentů. Po určité době, kdy je tato voda ponechána v klidu, dojde k opětovnému usazení na stěnách potrubí a voda je opět čirá. Tento proces sedimentace a resuspendace jemných sedimentů lze mnohokrát opakovat se stejným výsledkem. To však neznamená, že čirá voda bez zákalu je vyhovující z hlediska ostatních ukazatelů jakosti vody (mikrobiologické, biologické a senzorické ukazatele). Evidentně tedy je naprosto nesmyslné, aby v místě potrubí, kde voda stagnuje, byl automatický proplachovací systém spouštěn právě na základě zvýšeného zákalu, právě proto, že: 1) v takové části potrubí ke spontánnímu zvýšení zákalu nikdy nedojde, protože zde voda stagnuje, a 2) zákal vody v této konkrétní situaci nemá souvislost s ostatními ukazateli jakosti vody. I čirá voda může být mikrobiálně znečištěná, mít nevhodný zápach či pachut’.
- Naprosto zásadním provozním problémem v každém vodovodním systému jsou ty části potrubí, kde dochází k dlouhému zdržení a stagnaci vody, což má prokazatelně za následek zhoršování její jakosti. Tato specifická místa vodovodních sítí, která jsou ohrožena stagnací vody, jsou pro kontrolu kvality vody prioritními, a právě tato místa by měla být prioritně osazena senzory kvality vody a systémy proplachu.
- Úkolem technického řešení je navrhnout, na základě měření a hodnocení pohybu, vývoje a stáří vody ve vodovodní síti, systém řízených proplachovacích operací pro automatické propláchnutí nebo výměnu objemu vody v části vodovodního potrubí kde je predikováno zhoršení jakostních parametrů vody pod zákonnou mez pro pitnou vodu. Použitými ukazateli jakosti vody bude obsah

biologických částic a zároveň musí systém sledovat, vyhodnocovat a řídit i teplotní parametry s eliminací stavů zamrzání vodovodního rozvodného potrubí. Vypouštění a proplach musí být účinný za normálních provozních stavů.

5

Podstata technického řešení

Nedostatky známých technických řešení pro optimalizaci jakosti pitné vody ve vodovodních sítích řeší navrhovaný systém pro optimalizaci jakosti pitné vody kombinující použití vybraných senzorů, které měří ukazatele jakosti vody v předem vybraných místech vodovodního řádu, s výpočtovým modelem, predikujícím na základě topologie vodovodního řádu a sledovaných ukazatelů vývoj stáří vody, které má za následek zhoršení její jakosti, a sloužícím k vytvoření simulačního hydraulického modelu stáří vody ve vodovodní síti, podle kterého se určuje, kdy je nutné řízením vypouštěním obměnit objem vody v jednotlivých úsecích vodovodního potrubí. Hlavním ukazatelem kvality vody je množství mikroorganismů ve vodě obsažených.

Systém optimalizace jakosti pitné vody v potrubní vodovodní síti pro udržení jakosti vody ve vodovodních řadech vodovodní sítě, zejména v odlehlých vedlejších vodovodních řadech, pracující podle uvedeného způsobu je tvořen řídicí jednotkou opatřenou alespoň jedním datovým úložištěm. Řídicí jednotka je rádiově propojena s alespoň jedním měřidlem vody osazeným na vodovodním řádu vodovodní sítě. Zároveň je rádiově propojena s alespoň jednou dálkově ovládanou elektrickou vypouštěcí armaturou. Datové úložiště tohoto systému obsahuje softwarový modul s popisem topologického rozvržení vodovodní sítě, s lokalizací měřidel a vypouštěcích armatur vodovodní sítě. Dále obsahuje softwarový modul s programem pro výpočet hydraulického modelu pohybu vody ve vodovodní síti známé topologie. Datové úložiště obsahuje i softwarový modul s programem pro vymodelování mozaikovitě složeného simulačního hydraulického modelu stáří vody vodovodní sítě známé topologie s informací o stáří vody a vyhodnocovací softwarový modul pro řízení dálkově ovládaných elektrických vypouštěcích armatur.

V jiném výhodném provedení jsou měřidla vody opatřena alespoň jedním prostředkem pro měření parametru ze skupiny, objem průtoku vody, teplota vody, chemická spotřeba kyslíku, koncentrace volného chloru, koncentrace železa, zákal, pH, elektrická vodivost, neboť čím více měřených parametrů může systém použít ve svých modelech, tím přesnější model jakosti vody je možné vytvořit.

V dalším výhodném provedení je systém opatřen alespoň jedním uživatelským vizualizačním prostředkem pro vyobrazení mozaikovitě složeného simulačního hydraulického modelu stáří vody vodovodní sítě a alespoň jedním uživatelským rozhraním pro ovládání řídicí jednotky.

Operátor obsluhující systém potřebuje mít vizuální vyobrazení modelu, aby se mohl snáze rozhodovat při kontrole chodu a řízení systému.

V následujícím výhodném provedení je řídicí jednotka opatřena záložním zdrojem napájení a autonomním počítadlem času. V případě přerušení napájení a ztráty údaje o času by systém přišel o simulační hydraulický model stáří vody, který byl propočítáván a upřesňován od spuštění. Taková ztráta přesnosti dat by byla velkým krokem zpět, který by přinesl ekonomické ztráty.

Systém podle technického řešení slouží pro udržení jakosti vody ve vodovodních řadech vodovodní sítě, a to zejména v odlehlých vedlejších vodovodních řadech, kde díky malému odběru nedochází k pravidelné výměně vody ve vodovodním řádu a dochází ke stagnaci a stárnutí vody. Systém pracuje tak, že se nejprve získá informace o topologii vodovodních řadů vodovodní sítě a informace o rozmístění měřidel hydraulických veličin, kterými je vodovodní síť osazena, včetně informace o rozmístění vypouštěcích armatur vypouštějících vodu z jednotlivých

vodovodních řadů vodovodní sítě a rozmístění vodovodních přípojek osazených vodoměry. Na základě těchto informací se vytvoří výpočtový model vodovodní sítě, ve kterém se podle rozmístění měřidel a vypouštěcích armatur rozdělí vodovodní řady vodovodní sítě na výpočtové úseky, přičemž na začátku a konci každého výpočtového úseku je měřidlo průtoku vody.

5 Následně se vytvoří pro definovaný časový úsek časový snímek s informací o objemu vody vstupujícím do výpočtového úseku a o objemu vody vystupujícím z výpočtového úseku, načež se výsledky výpočtových úseků zpracují do mozaikovitě složeného simulačního hydraulického modelu stáří vody vodovodní sítě nesoucí informaci o stáří vody nacházející se v každém výpočtovém úseku dané vodovodní sítě. Ve vodovodních řadech, kde dojde k překročení limitní

10 hodnoty stáří vody, se vydá instrukce k otevření vypouštěcích armatur, přičemž se pořízení časového snímku a navazující postupové kroky periodicky opakují a/nebo mohou být uskutečněny na základě přímé instrukce.

Do časového snímku se může zahrnout i informace o teplotě vody vstupující do výpočtových úseků a vystupující z výpočtových úseků. Do modelace mozaikovitě složeného simulačního hydraulického modelu stáří vody se pak započítá koeficient zrychlení nebo zpomalení stárnutí vody podle teploty. Mikroorganismy, především míra jejich reprodukce je ovlivněna teplotou prostředí, proto je výhodné, pokud se teplota vody bere v úvahu při analýze a modelování kvality

15 vody ve vodovodní síti.

Do časového snímku se zahrne alespoň jeden typ informace ze skupiny, hodnota průtoku vody, chemické spotřeby kyslíku, koncentrace volného chloru, koncentrace železa, hodnota zákalu, hodnota pH, nebo hodnota elektrické vodivosti, pro vodu vstupující do výpočtových úseků a vystupující z výpočtových úseků. Do modelace mozaikovitě složeného simulačního hydraulického modelu stáří vody se pak započítá koeficient zrychlení nebo zpomalení stárnutí

20 vody podle použitého typu informace. Kromě stáří vody a její teploty je výhodné do modelování kvality vody ve vodovodní síti zahrnout i další měřitelné parametry, které zpřesňují model, na základě kterého je s vodou hospodářeno. Čím přesnější hydraulické simulační modely jsou, tím efektivnější využití vody je v rámci proplachování a řízeného vypouštění dosaženo.

Teplota vody se v mozaikovitě složeném simulačním hydraulickém modelu stáří vody vyhodnocuje samostatně pro ochranu vodovodních řadů před zamrznutím. V tomto provedení je instrukce k proplachování pro ochranu před zamrznutím nadřazena instrukci k udržování přípustného stáří vody. Při mrazech je stagnující voda náchylná k zamrznutí, zejména v úsecích

25 potrubí, kde je potrubí uloženo mělkěji a není kryto dostatečnou vrstvou zeminy, případně se jedná o snadno promrzající typ zeminy. Voda při tuhnutí zvětšuje svůj objem, což často vede k namáhání potrubí a může vést až k trvalému poškození vodovodních řadů. Je proto důležité chránit vodovodní řady před poškozením i za cenu, že bude odpouštěna kvalitní, ale příliš studená voda. Na druhou stranu je rovněž potřeba, zejména v horkých letních měsících, udržovat

30 maximální teplotu vody v potrubí pod stanovenou mez, kvůli intenzivnějšímu množení mikroorganismů.

Hlavní výhodou technického řešení je kombinace využití permanentního monitorování ukazatelů jakosti pitné vody ve vodovodních řadech a dlouhodobé analýzy takto naměřených dat s modelováním v hydraulickém simulačním modelu vodovodní sítě s informací o stáří vody

35 v jednotlivých částech sítě, právě se systémem optimalizace jakosti vody, který na základě analýzy chování ukazatelů jakosti vody při změnách parametrů jednotlivých ukazatelů jakosti predikuje vývoj zhoršování jakosti této vody a okamžik, kdy je nutné vodu vyměnit, aby byla zajištěna potřebná jakost odebírané pitné vody, a přitom se eliminovalo zbytečné vypouštění

40 vody dříve, než je to opravdu potřebné.

Objasnění výkresů

55 Technické řešení bude blíže objasněno pomocí výkresů, které znázorňují:

Obr. 1 schématické znázornění části vodovodní sítě s vedlejšími vodovodními řady a domovními vodovodními přípojkami včetně měřidel a vypouštěcích armatur;

5 Obr. 2 blokové schéma zapojení jednotlivých prvků systému optimalizace jakosti pitné vody.

Příklady uskutečnění technického řešení

10 Systém 1 optimalizace jakosti pitné vody v potrubní vodovodní síti 2 pro udržení jakosti vody ve vodovodních řadech 3 vodovodní sítě 2, zejména v odlehlých vedlejších vodovodních řadech 3 má za úkol shromažďovat a analyzovat naměřené parametry jakosti vody a řídit optimalizaci jakosti pitné vody. Systém 1 je podle obr. 2 tvořen řídicí jednotkou 4 opatřenou alespoň jedním datovým úložištěm 5, přičemž řídicí jednotka 4 je rádiově propojena s alespoň jedním
15 instalovaným měřidlem 6 vody osazeným na vodovodním řadu 3 vodovodní sítě 2. Řídicí jednotka 4 je rovněž rádiově propojena s alespoň jednou dálkově ovládanou elektrickou vypouštěcí armaturou 7, umožňující dálkové otevření této vypouštěcí armatury 7 a proplach vodovodního řadu 3. Datové úložiště 5 podle obr. 2 obsahuje softwarový modul 8 s popisem topologického rozvržení vodovodní sítě 2, s lokalizací měřidel 6 a vypouštěcích armatur 7 vodovodní sítě 2. Dále datové úložiště 5 obsahuje softwarový modul 9 s programem pro výpočet
20 výpočtového modelu pohybu vody ve vodovodní síti 2 známé topologie a dále datové úložiště 5 obsahuje softwarový modul 10 s programem pro vymodelování mozaikovitě složeného simulačního hydraulického modelu stáří vody vodovodní sítě 2 známé topologie, s informací o stáří vody. Datové úložiště 5 podle obr. 2 obsahuje i vyhodnocovací softwarový modul 11 pro
25 řízení dálkově ovládaných elektrických vypouštěcích armatur 7. Úkolem softwarových modulů 8, 9, 10, 11 je shromažďovat, analyzovat a vyhodnocovat data o jakosti vody ve vodovodní síti 2 a vodovodních řadech 3, na základě naměřených dat. Na základě těchto operací provádí řídicí jednotka 4 své řídicí kroky tak, že predikuje brzké překročení limitní hodnoty ukazatelů jakosti vody v daném vodovodním řadu 3 a otevřením příslušných vypouštěcích armatur 7 provede
30 vypuštění špatné vody a její nahrazení vodou čerstvou, jakostní.

Měřidla 6, kterými je opatřena vodovodní síť 2, jsou opatřena alespoň jedním prostředkem měření některého ukazatele jakosti vody ze skupiny, objem průtoku vody, teplota vody, chemická
35 spotřeba kyslíku, koncentrace volného chloru, koncentrace železa, zákal, pH, elektrická vodivost.

Systém 1 optimalizace jakosti pitné vody je opatřen alespoň jedním uživatelským vizualizačním prostředkem pro vyobrazení mozaikovitě složeného virtuálního modelu vodovodní sítě a alespoň
jedním uživatelským rozhraním pro ovládání řídicí jednotky 4.

40 Řídicí jednotka 4 systému 1 optimalizace jakosti pitné vody je podle obr. 2 opatřena záložním zdrojem 12 napájení umožňujícím nepřetržitý provoz nezávislý na výpadech napětí v centrální elektrické síti, a tedy použitelný i v krizových stavech, a autonomním počítačem 13 času pro přidělení reálné a maximálně přesné časové hodnoty měření k naměřeným hodnotám jakosti
45 vody.

Systém 1 optimalizace jakosti pitné vody v potrubní vodovodní síti 1 pro udržení jakosti vody ve vodovodních řadech 3 vodovodní sítě 2, a to zejména v odlehlých vedlejších vodovodních řadech 3, je založen na podrobné znalosti vodovodní sítě 2. Základem činnosti systému 1 je
50 znalost o topologii vodovodních řadů 3 vodovodní sítě 2, o rozmístění měřidel vody 6, kterými je vodovodní síť 2 osazena a o rozmístění vypouštěcích armatur 7 pro vypuštění vody z jednotlivých vodovodních řadů 3 vodovodní sítě 2 s jednotlivými domovními vodovodními přípojkami 14.

Z důvodu získání potřebných výpočtových a statistických dat se na základě rozmístění měřidel 6
55 a vypouštěcích armatur 7 dle obr. 1 vodovodní řady 3 vodovodní sítě 2 rozdělí na výpočtové

úseky 15 ohraničené měřidly 6 vody. Na základě těchto dat se vytvoří výpočtový model vodovodní sítě 2, což je virtuální počítačový model, který rozděluje vodovodní síť 2 na výpočtové úseky 15 s přihlédnutím k hydraulickému chování kapalin. Výpočtový úsek 15 je podle obr. 1 vybraný úsek vodovodního řádu 3, který začíná a končí místem se známým průtokem vody, kdy průtok je získán buď měřením díky měřidlům 6, nebo výpočtem. Pro definovaný časový úsek se následně vytvoří časový snímek s informací o objemu vody vstupujícím do výpočtového úseku 15 a o objemu vody vystupujícím z výpočtového úseku 15, načež se výsledky výpočtových úseků 15 zpracují do mozaikovitě simulačního hydraulického modelu stáří vody vodovodní sítě 2 s informací o stáří vody nacházející se ve vodovodní síti 2. Je-li stáří vody v některém z vodovodních řádů 3 mimo dovolenou mez, je vydána instrukce k otevření příslušných vypouštěcích armatur 7 vodovodních řádů 3 a nevyhovující voda se vypustí a nahradí čerstvou. Stárnutí vody neboli stagnace, se projevuje nárůstem počtu mikroorganismů, zákalem, nebo zápachem, přičemž rychlost stárnutí vody závisí na faktorech, jako jsou teplota vody, počáteční počty volných mikroorganismů a jejich typ, množství sedimentů atd. Pořízení časového snímku a navazující postupové kroky se buď periodicky opakují a/nebo mohou být uskutečněny na základě přímé instrukce.

Pro modelaci a výpočet je do časového snímku zahrnuta informace o teplotě vody vstupující do výpočtových úseků 15 a vystupující z výpočtových úseků 15, a podle toho do modelace mozaikovitě složeného simulačního hydraulického modelu stáří vody započítáme koeficient zrychlení nebo zpomalení stárnutí vody podle příslušné naměřené teploty.

Dále se do časového snímku zahrne alespoň jeden typ informace ze skupiny měřených parametrů jakosti vody, kterými jsou, hodnota průtoku vody, hodnota chemické spotřeby kyslíku, koncentrace volného chloru, koncentrace železa, hodnota zákalu, hodnota pH, nebo hodnota elektrické vodivosti. Tato hodnota se měří jak pro vodu vstupující do výpočtových úseků 15, tak pro vodu vystupující z výpočtových úseků 15. Následně se do modelace mozaikovitě složeného simulačního hydraulického modelu stáří vody započítá koeficient zrychlení nebo zpomalení stárnutí vody podle použitého typu informace.

Teplota vody v mozaikovitě složeném simulačním hydraulickém modelu stáří vody vodovodní sítě se vyhodnocuje i samostatně, a to jako ukazatel pro ochranu před zamrznutím vodovodních řádů. V případě poklesu teploty vody pod kritickou mez dojde opět k otevření vypouštěcích armatur 7 příslušného vodovodního řádu 3 a voda o nízké teplotě se vypustí a nahradí vodou teplejší z vodovodní sítě 2. Instrukce k proplachování pro ochranu před zamrznutím je v tomto případě nadřazena instrukci k udržování přípustného stáří, tedy jakosti, vody.

Systém 1 optimalizace jakosti pitné vody tak vychází z permanentního monitorování jakostních parametrů vody ve vodovodních řadech 3 a vodovodní síti 2. Tyto data se dlouhodobě analyzují a slouží pro složení simulačního hydraulického modelu stáří vody vodovodní sítě 2 nesoucí informaci o stáří vody v jednotlivých částech vodovodní sítě 2. Systém optimalizace jakosti vody pak na základě analýzy chování jakostních parametrů vody, při změnách parametrů jednotlivých ukazatelů jakosti vody, predikuje vývoj zhoršování jakosti této vody a okamžik, kdy je nutné vodu vyměnit, aby byla zajištěna potřebná kvalita odebírané pitné vody, a přitom se eliminovalo zbytečné vypouštění vody dříve, než je to opravdu potřebné. Systém 1 optimalizace jakosti pitné vody tuto výměnu vody nejen řídí, ale i provádí.

Průmyslová využitelnost

Vynález lze využít v oblasti vodního hospodářství při správě vodovodních sítí rozvodu pitné vody, pro kontrolu, hodnocení a řízení jakosti dodávané vody, ve všech částech této vodovodní sítě, a pro hospodárnější využití vodních zdrojů.

NÁROKY NA OCHRANU

5

1. Systém (1) optimalizace jakosti pitné vody v potrubní vodovodní síti (2) pro udržení normované jakosti vody ve vodovodních řadech (3) vodovodní sítě (2), zejména v odlehlých vedlejších vodovodních řadech (3), tvořený řídicí jednotkou (4) opatřenou alespoň jedním datovým úložištěm (5), která je rádiově propojena s alespoň jedním měřidlem (6) vody osazeným na vodovodním řadu (3) vodovodní sítě (2), a která je dále rádiově propojena s alespoň jednou dálkově ovládanou elektrickou vypouštěcí armaturou (7), **vyznačující se tím**, že měřidla (6) vody jsou opatřena alespoň jedním prostředkem měření parametru ze skupiny, objem průtoku vody, teplota vody, chemická spotřeba kyslíku, koncentrace volného chloru, koncentrace železa, zákal, pH, elektrická vodivost, a že datové úložiště (5) obsahuje softwarový modul (8) s popisem topologického rozvržení vodovodní sítě (2), s lokalizací měřidel (6) a vypouštěcích armatur (7) vodovodní sítě (2), že dále obsahuje softwarový modul (9) s programem pro výpočet výpočtového modelu pohybu vody ve vodovodní síti (2) známé topologie, dále softwarový modul (10) s programem pro vymodelování mozaikovitě složeného simulačního hydraulického modelu stáří vody vodovodní sítě (2) známé topologie s informací o stáří vody, a vyhodnocovací softwarový modul (11) pro řízení dálkově ovládaných elektrických vypouštěcích armatur (7).

2. Systém optimalizace jakosti pitné vody podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že je opatřen alespoň jedním uživatelským vizualizačním prostředkem pro vyobrazení mozaikovitě složeného simulačního hydraulického modelu stáří vody vodovodní sítě (2) a alespoň jedním uživatelským rozhraním pro ovládání řídicí jednotky (4).

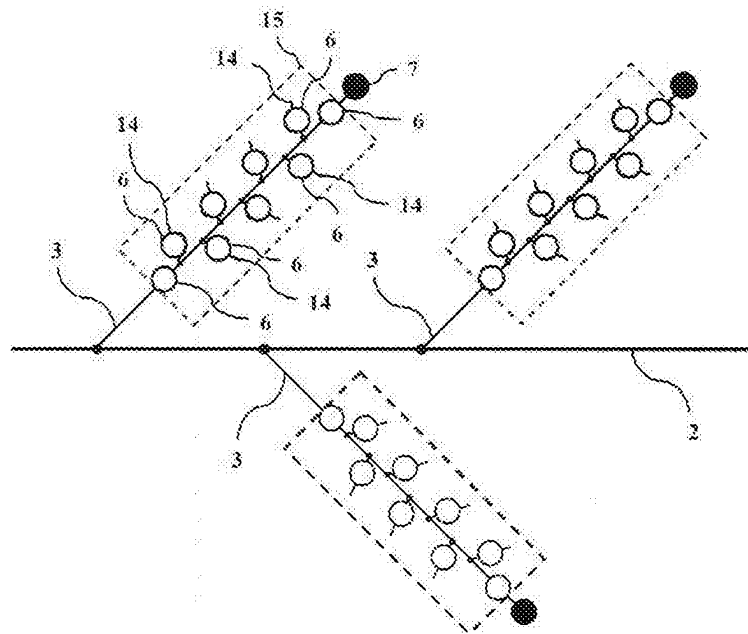
3. Systém optimalizace jakosti pitné vody podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že je řídicí jednotka (4) opatřena záložním zdrojem (12) napájení a autonomním počítadlem (13) času.

30

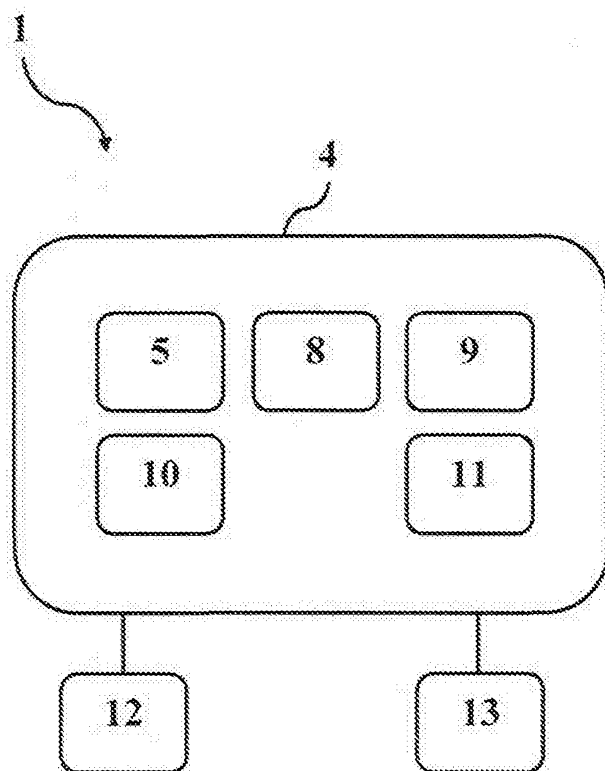
2 výkresy

Seznam vztahových značek:

- 1 systém optimalizace jakosti pitné vody
- 2 vodovodní síť
- 3 vodovodní řad
- 4 řídicí jednotka
- 5 datové úložiště
- 6 měřidlo
- 7 vypouštěcí armatura
- 8 softwarový modul s popisem topologického rozvržení vodovodní sítě
- 9 softwarový modul s programem pro výpočet modelu pohybu vody
- 10 softwarový modul s programem pro vymodelování mozaikovitě složeného simulačního hydraulického modelu stáří vody vodovodní sítě
- 11 vyhodnocovací softwarový modul
- 12 záložní zdroj napájení
- 13 autonomní počítadlo času
- 14 domovní vodovodní přípojka
- 15 výpočtový úsek.



Obr. 1



Obr. 2