PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2020-394

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

E03F 3/02 (2006.01)
E03F 3/04 (2006.01)

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **07.07.2020**

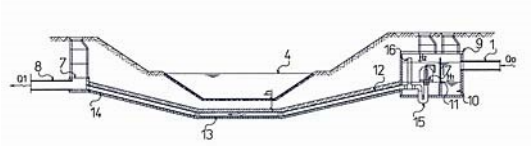
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **19.01.2022**

(Věstník č. 3/2022)

(71) Přihlašovatel:
WATER DESIGN GROUP LTD, Oldham, Manchester, OL9 6HZ, GB

(72) Původce:
Ing. Petr Semerád, Soběslav, CZ

(74) Zástupce:
VYNÁLEZ s.r.o., Vinohradská 403/17, 120 00 Praha 2, Vinohrady



(54) Název přihlášky vynálezu:

Zařízení gravitačních kanalizačních stok - samoproplachovací shybky, způsob překonávání vodních toků či obdobných podzemních překážek a použití tohoto zařízení

(57) Anotace:

Samoproplachovací shybka tvoří úsek gravitační kanalizace, který křížením podchází vodní tok či obdobnou podzemní překážku, sestává z jedné či více vstupních šachtových komor (9), připojených na sestupné rameno (12) kanalizačního potrubí, křížení (13), vzestupné rameno (14) kanalizačního potrubí a výstupní šachtu (7), kdy automatický proplachovací zvon (17) nebo (20) je umístěný ve vstupní šachtové komoře 9. Automatický proplachovací zvon (17) (alternativně ve variantě (20)) , do jehož sestavy patří sifonové potrubí (15) a odvzdušňovací potrubí (16), zajišťuje periodické střídání dvou fází, akumulace a přepouštění, kdy úroveň vody v akumulačním prostoru komory (9) se pohybuje mezi H1 a H2, rychlost (resp. průtok) plnění je Q (0), rychlost (resp. průtok) přepouštění Q (1). Rozdíl hladin H2-H1 je hnací energií přepouštění, je ho nutno volit vzhledem k délce shybky a místním odporům na potrubí tak, aby efektivní rychlost v (ef) neklesla pod hodnotu 1,0 m.s-1, orientační hodnotu pro korelační výpočet lze uvažovat H2-H1=0,5 m.

CZ 2020 - 394 A3

Zařízení gravitačních kanalizačních stok - samoproplachovací shybky, způsob překonávání vodních toků či obdobných podzemních překážek a použití tohoto zařízení

Oblast techniky

Vynález se týká zařízení gravitačních kanalizačních stok pro překonávání vodních toků či obdobných podzemních překážek, tzv. shybky, sestávající z jedné či více vstupních šachtových komor s automatickým proplachovacím zvonem, připojených na sestupné rameno kanalizačního potrubí, křížení vzestupného ramena kanalizačního potrubí a výstupní šachty, kdy automatický proplachovací zvon zajišťuje plnění a vyprazdňování pracovního objemu šachty, odpadní voda je periodicky pod zvýšeným tlakem a s vysokou rychlostí vypouštěna do kanalizačního potrubí shybky.

Dosavadní stav techniky

Nejčastěji používanou metodou a technickým zařízením pro překonávání vodních toků či obdobných podzemních překážek je shybka. Pokud je dále v textu uveden výraz „kapalina“, je tím zejména myšlena odpadní či dešťová voda, nicméně různé další příměsi nemají vliv na rozsah definice tohoto výrazu.

Standardní uspořádání kanalizační shybky je na Obr. 1. Odpadní voda natéká gravitačním potrubím 1 průtokem Q (0) do horní vstupní komory 2, ta tvoří přechod z kanalizačního potrubí do shybky. Samotná shybka je tvořena sestupným potrubním ramenem 3, vodorovnou, resp. mírně skloněnou částí tvořící křížení 5 pod vodním tokem 4 či obdobnou podzemní překážkou, vzestupným potrubním ramenem 6. Shybka vyúsťuje do spodní výstupní šachtové komory 7, ta musí být umístěna vždy níže než horní vstupní komora. Odpadní voda odtéká ze šachtové komory 7 gravitačním potrubím 8 průtokem Q (0).

Z pohledu fyziky pracuje shybka na principu spojených nádob a Bernoulliho rovnice.

Z praktického hlediska nelze minimalizovat použitelné průměry potrubí shybky, zejména z důvodu jeho zanášení a následného zneprůchodnění.

Po více než sto letech provozních zkušeností se ve světě ustálily normované technické a hydraulické požadavky na shybky: minimální profil (vnitřní průměr) shybky DN200, sklon potrubí křížení min 6, 0‰ směrem k výstupnímu ramenu, sklon výstupního ramene 1:5, nesmí být však větší než 1:3, rychlost proudění vody ve shybce nemá klesnout pod $v_{(ef)} = 0{,}75 m.s^{-1}$ pro směsné dešťové a splaškové vody a $v_{(ef)} = 1{,}0 m.s^{-1}$ pro splaškové vody.

Tyto technické a hydraulické podmínky determinují využití shybek pro křížení vodních toků či obdobných podzemních překážek pro kanalizační systémy s trvalým průtokem více než $Q_{(0)} = 25 l.s^{-1}$, což odpovídá při vnitřním průměru DN200 efektivní rychlosti $v_{(ef)} = 0{,}75 m.s^{-1}$.

V případě menších kanalizačních systémů je použití shybky vyloučeno, pro křížení se obvykle využívá čerpací stanice s výtlačným potrubím, kdy odpadní voda je čerpána po spádu jen z důvodu zajištění průchodnosti kanalizačního potrubí.

Problém s malými rychlostmi a zanášením potrubí shybek se snažilo vyřešit řada autorů vynálezů.

Jejich řešení lze rozdělit do dvou základních skupin.

První skupinu tvoří řešení, která pracují s vytvořením zúženého místa vstupu do shybky a řízeného přisávání vzduchu tak, aby se vytvořil tzv. vzduchový polštář v ramenech shybky. Tím se zmenší

průřez potrubí shybky a zvýší rychlost proudění. Nevýhodou skupiny řešení se vzduchovým polštářem je jejich technická složitost a tím i provozní nespolehlivost. Představitelem této skupiny řešení je např. JP2006063645A, jejichž autory jsou Koda Yoshiharu a Odaka Shiro.

Druhou skupinu tvoří řešení, která pracují s periodickým plněním vstupní komory shybky, přičemž na výstupní komoře shybky je mechanický uzávěr potrubí. Ten se řízeně nebo samočinně otevírá podle stavu hladiny ve vstupní komoře nebo tlaku vody ve výstupní komoře. U této skupiny je potrubí shybky vždy zaplněné vodou, tedy bez vzduchového polštáře. I tato skupina má problém s technickou složitostí, proto je využívána zejména pro velkoprůměrové shybky.

Představitelem druhé skupiny řešení je např. CA 2529352 A1, jejichž autory jsou Steinhardt J. M. a Stiehl O.

Cílem vynálezu je odstranit nevýhody dosavadního stavu techniky a vytvořit jednoduchou a provozně spolehlivou kanalizační shybku, která bude schopna i při velmi malém průtoku Q (0) fungovat bez rizika zanášení potrubí křížení pod vodním tokem či obdobnou podzemní překážkou.

Podstata vynálezu

Nedostatky dosavadního stavu techniky podstatnou měrou odstraňuje a cíl vynálezu splňuje samoproplachovací shybka podle tohoto vynálezu.

Ta patří do druhé skupiny technických řešení shybek, pracuje bez vzduchového polštáře s konstantním průřezem potrubí a periodickým vyprazdňováním vstupní komory shybky.

Pro vynález je využito známé řešení Milerova proplachovacího zvonu, zveřejněného v patentových spisech US 727990 A, US 710703 A a US 761316 A.

Pro účely vynálezu byl Millerův proplachovací zvon pro použití ve shybkách inovativně upraven podle příkladných řešení 1 a 2 tak, aby byl schopen pracovat v soustavě nového technického řešení samoproplachovací shybky, vzniká varianta automatického proplachovacího zvonu, která je úpravou Millerova proplachovacího zvonu, dále v textu jako automatický proplachovací zvon 17.

Pro účely tohoto vynálezu byl Millerův proplachovací zvon dále inovativně upraven podle příkladných řešení 3 a 4, vzniká varianta automatického proplachovacího zvonu, dále v textu jako automatický proplachovací zvon 20.

Samoproplachovací shybka podle tohoto vynálezu tvoří úsek gravitační kanalizace, který křížením podchází vodní tok či obdobnou podzemní překážku, graficky je znázorněna na Obr. 2 a porovnána s klasickým provedením shybky na Obr. 1, sestává z jedné či více vstupních šachtových komor 9, připojených na sestupné rameno 12 kanalizačního potrubí, křížení 13, vzestupné rameno 14 kanalizačního potrubí a výstupní šachtu 7, kdy automatický proplachovací zvon 17 nebo 20 je umístěný ve vstupní šachtové komoře 9. Gravitační kanalizace přítoku 1 je napojena na vstup vstupní šachtové komory 9, ta je vybavena prostorem pro zachytávání písku a hrubých sedimentů 10, česlemi nebo česlicovým košem 11. Gravitační kanalizace odtoku 8 je napojena výstupní šachtu 7.

Odpadní voda natéká průtokem Q (0) gravitačním potrubím 1 do horní vstupní komory 9, vybavené záchytem písku 10 a plovoucích nečistot 11.

Automatický proplachovací zvon 11 (alternativně ve variantě 20), do jehož sestavy patří sifonové potrubí 15 a odvzdušňovací potrubí 16, zajišťuje periodické střídání dvou fází, akumulace a přepouštění, kdy úroveň vody v akumulačním prostoru komory 9 se pohybuje mezi H1 a H2, rychlost (resp. průtok) plnění je Q (0), rychlost (resp. průtok) přepouštění Q (1).

Rozdíl hladin H2-H1 je hnací energií přepouštění, je ho nutno volit vzhledem k délce shybky a místním odporům na potrubí tak, aby efektivní rychlost v (ef) neklesla pod hodnotu 1,0 m.s-1, orientační hodnotu pro korelační výpočet lze uvažovat H2-H1 =0,5 m.

Návrh akumulačního objemu hlavní části vstupní komory 9 je nutno provést v souladu s celkovým objemem kanalizačního potrubí shybky, je nutno dodržet minimálně 1,5 násobek.

Výhodným řešením se ukázalo použít automatický proplachovací zvon 17 či 20 pro rozměry potrubí a rozdíl mezi horní a dolní úvratí H2-H1:

vnitřní průměr DN100	pro H2-H1	od 0,2 do 0, 6 m
vnitřní průměr DN150	pro H2-H1	od 0,6 do 0,7 m
vnitřní průměr DN200	pro H2-H1	od 0,7 do 1,0 m

Výhodným řešením se ukázalo navrhnout rozdíl hladin H2-H1 tak, aby efektivní rychlost proplachu shybky v (ef) neklesla pod hodnotu 1,0 $m.s^{-1}$, jako orientační hodnotu pro korelační výpočet potrubí shybky s vnitřním průměrem DN100 pak uvažovat s H2 - H1=0,5m, ukázka výpočtu je v Příkladu 1.

Výhodným řešením se ukázalo navrhnout akumulační objem hlavní části vstupní komory jako minimálně 1,5násobek objemu potrubí shybky.

Jako výhodné řešení pro zařízení podle tohoto vynálezu materiál automatického proplachovacího zvonu 17 či 20 se ukázalo použití nekorodujících materiálů, např. polypropylen, polyetylén, nerezová ocel AISI 316L, přičemž pro potrubí shybky lze použít běžné materiály tlakového potrubí, jako je HDPE nebo litina.

Jako další samostatné výhodné řešení se ukázalo použití automatického proplachovacího zvonu 20.

Jednotky a použité rovnice

g	tíhové zrychlení planety Země	[$m.s^{-2}$]
v(k)	koncová rychlost	[$m.s^{-1}$]
v(0)	rychlost plnění na vstupu	[$m.s^{-1}$]
v (ef)	efektivní rychlost	[$m.s^{-1}$]
Q (k)	koncový průtok	[$l.s^{-1}$, $m^3.s^{-1}$]
Q (0)	průměrný průtok na vstupu	[$l.s^{-1}$, $m^3.s^{-1}$]
Q(1)	průměrný průtok přepouštění	[$l.s^{-1}$, $m^3.s^{-1}$]
p (hy)	hydrostatický tlak vody	[Pa/ kPa]
p (A)	atmosférický tlak	[Pa, kPa]
p (PL)	tlaková ztráta potrubí	[Pa, kPa]
ζ	místný odpor potrubí	[m]
T	teplota	[°C]
L	délka	[m]
S	průřez, plocha	[m^2, cm^2]
t	čas	[s, hod]
ρ	hustota vody	[$kg.m^{-3}$]
ν	kinematická viskozita	[$mm^2.s^{-1}$]
k	drsnost potrubí	[mm]

Reynoldsovo číslo (kritérium) $\mathrm{Re} = \frac{\mathrm{DN}\,.\,\mathrm{v\,(ef)}}{\nu}$ [-]

$\mathrm{P\,(PL)} = \frac{\Lambda}{\mathrm{DN}} \cdot \rho \cdot \frac{\mathrm{v\,(ef)}^2}{2} \cdot \mathrm{L}$ [Pa]

(*) White-Colebrookovy rovnice:

$$\Lambda = \frac{64}{\mathrm{Re}}, \qquad [1]$$

$$\Lambda = \Lambda_{2320} + \frac{\Lambda_{4000} - \Lambda_{2320}}{4000 - 2320} \cdot (\mathrm{Re} - 2320), \qquad [2]$$

$$\frac{1}{\sqrt{}} = -2 \cdot \log\left(\frac{2{,}51}{\mathrm{Re} \cdot \sqrt{\Lambda}} + \frac{\mathrm{k}}{3{,}71 \cdot \mathrm{DN}}\right), \qquad [3]$$

kdy empirická rovnice [1] se používá v laminární oblasti proudění, [2] v přechodové a [3] v oblasti turbulentního proudění.

Automatický proplachovací zvon 17 je definován jako kompletní zařízení pro spínání s konstantní hladinou, popsané v Příkladech 1 a 2, přičemž zvon 17a je jeho část ve tvaru jednostupňovitého obráceného zvonu, popsaná v uvedených příkladech a detailně ukázaná na Obr. 3.

Automatický proplachovací zvon 20 je definován jako kompletní zařízení pro spínání s proměnlivou a řízenou hladinou, popsané v Příkladech 3 a 4, přičemž zvon 17b je jeho část ve tvaru dvoustupňovitého obráceného zvonu, popsaná v uvedených příkladech a detailně ukázaná na Obr. 4.

Objasnění výkresů

Vynález bude blíže objasněn na příkladném provedení podle přiložených výkresů, na nichž:

Obr. 1 znázorňuje standardní technické řešení kanalizační shybky pod vodním tokem;

Obr. 2 znázorňuje technické řešení samoproplachovací shybky podle tohoto vynálezu, s automatickým proplachovacím zvonem 17, popsané v Příkladu 1;

Obr. 3 znázorňuje jednotlivé části automatického proplachovacího zvonu 17 pro popis jeho funkce v Příkladu 2;

Obr. 4 znázorňuje jednotlivé části automatického proplachovacího zvonu 20 pro popis jeho funkce v Příkladu 3;

Obr. 5 znázorňuje schematicky funkci sekvenčního vsádkového reaktoru (Sequencing Batch Reactor) s využitím automatického proplachovacího zvonu 20, řešení je popsáno v Příkladu 4;

Obr. 6 znázorňuje závislost tlakové ztráty potrubí shybky z Příkladu 1 a rychlosti proudění podle White-Colebrookových rovnic.

Příklady uskutečnění vynálezu

Příklad 1:

Samoproplachovací shybka

Shybka pro překonávání vodního toku či obdobných podzemních překážek podle tohoto vynálezu, samoproplachovací shybka, je znázorněna na Obr. 2.

Samoproplachovací shybka se skládá z horní vstupní komory 9, do které je napojeno gravitační kanalizační potrubí 1. Horní vstupní komora je vybavena prostorem pro zachytávání písku a hrubých sedimentů 10, česlemi nebo česlicovým košem 11. V hlavní části vstupní komory je umístěn automatický proplachovací zvon 17.

Sifonové potrubí 15 automatického proplachovacího zvon 11 je napojeno na sestupné rameno 12. kanalizačního potrubí shybky, dále pak na potrubí křížení 13 vodního toku 4, vzestupné rameno kanalizačního potrubí 14 a vyúsťuje do spodní výstupní kanalizační šachty 7. Na kanalizační šachtu 7 je napojeno gravitační kanalizační potrubí 8.

Odpadní voda natéká průtokem Q (0) gravitačním potrubím 1 do horní vstupní komory 9, vybavené záchytem písku 10 a plovoucích nečistot 11.

Automatický proplachovací zvon 17, do sestavy kterého patří sifonové potrubí 15 a odvzdušňovací potrubí 16, zajišťuje periodické střídání dvou fází, akumulace a přepouštění, kdy úroveň vody v akumulačním prostoru komory 9 se pohybuje mezi H1 a H2, rychlost (resp. průtok) plnění je Q (0), rychlost (resp. průtok) přepouštění Q (1). Tento rozdíl hladin je nutno volit vzhledem k délce shybky a místním odporům na potrubí tak, aby efektivní rychlost v (ef) neklesla pod hodnotu 1,0 m.s-1, orientační hodnotu pro korelační výpočet lze uvažovat H2-H1=0,5 m.

Návrh akumulačního objemu hlavní části vstupní komory 9 je nutno provést v souladu s celkovým objemem kanalizačního potrubí shybky, je nutno dodržet minimálně 1,5 násobek.

Splnění těchto dvou základních podmínek, dodržení efektivní rychlosti ve fázi proplachu a dávají předpoklad pro bezporuchový chod samoproplachovací shybky.

Pro pochopení podstaty vynálezu je proveden ukázkový výpočet.

$$H + \frac{p\,(A)}{\rho \,.\, g} + \frac{v\,(0)^2}{2\,.\,g} = 0 + \frac{p\,(A)}{\rho \,.\, g} + \frac{v\,(k)^2}{2\,.\,g}$$

je zápis Bernoulliho rovnice pro výtok vody z nádrže jedním potrubím, z které při zanedbání rychlosti plnění v (0) (je mnohonásobně nižší proti výtokové rychlosti na konci potrubí v (k)) dostaneme pro výtokovou rychlost:

v (k) = √ (2.g.H) , kde g je tíhové zrychlení 9,81m.s^{-2} a H je rozdíl hladin v akumulační nádrži mezi horní a dolní úvratí H2-H1.

Při použití rovnice kontinuity je průtok na konci potrubí:
Q (k) = v (k) . S, kde S je průřez potrubí.

Bude-li mít např. shybka celkovou délku L=17 m, součet místních odporů potrubí shybky ζ=3,0 m, voda teplotu T=20 °C, hustotu ρ=998 kg.m^{-3}, kinematickou viskozitu v=1,004 mm^2.s^{-1} a startovací výšku mezi horní a dolní úvratí H=0,7 m, pak pro potrubí DN100 (průřez S=78,5 cm^2) je teoretická výtoková rychlost v (k) =3,71 m.s^{-1} a průtok Q (k) = 15,55 l.s^{-1}. To je čistě teoretická hodnota.

Pro praktický výpočet je nutno uvažovat Reynoldsova čísla pro různé rychlosti proudění a drsnost potrubí.

Použijeme-li výpočetních rovnic White-Colebrook (*), dostaneme křivku závislostí tlakových ztrát a rychlosti proudění, znázorněnou na Obr. 6, charakteristické chování konkrétní shybky.

Pro H=0,7m a čas t=0 je hydrostatický tlak p (hy) =6,853kPa, teoretická výtoková rychlost v (k) =3,71m.s^{-1}, skutečná pro daný konkrétní případ v (ef) = 1,9m.s^{-1}, při splnění podmínky p (hy) =p

(PL) , kdy p (PL) je tlaková ztráta v daném pracovním bodu diagramu WP1.

Hladina horní komory shybky začne klesat na hladinu, kdy je zajištěna reálná rychlost v (ef) = 1,0m.s-1. To je v pracovním bodu diagramu WP2, který odpovídá H=0,2m.

Pracovní oblast konkrétní shybky je tedy mezi body WP1 a WP2, z hodnot lze aproximovat střední rychlost výtoku, průměrný průtok a následně vypočítat dobu vyprázdnění vstupní komory shybky.

Příklad 2

Automatický proplachovací zvon s konstantní spínací hladinou

Princip násosky a sifonu, objasnitelný teorií spojených nádob a Bernoulliho rovnicí, byl znám již v antickém Řecku.

Od těch dob vzniklo mnoho technických aplikací a výrobků, využívajících tento princip.

Příklady, uvedené zde jako inovativní řešení podle tohoto vynálezu, využívají podobu sifonového zvonu, publikovaného v roce 1891 panem S. W. Millerem a uvedeného v patentovém spisu US727990A pod názvem „SIPHON“.

Na Obr.3 je kompletní sestava automatického proplachovacího zvonu 17, která se skládá z původního sifonového potrubí 15 s nasazeným zvonem 17a.

Inovativně byla sestava doplněna boční uzavírací trubičkou 18 pro nastavení hladiny H3 a odvzdušňovacím potrubím 16.

Tím vzniká varianta automatického proplachovacího zvonu „Miller - Semerád“, automatický proplachovací zvon 17 v kompletní sestavě pro využití v samoproplachovací shybce.

Princip fungování je následující:

Nádrž se plní vodou od úrovně vody H1 (dolní úvrať) stejnou rychlostí uvnitř a vně zvonu 17a, až po dosažení úrovně vody H3.

Na této úrovni stoupající voda překryje boční uzavírací trubičku 18, nádrž se nadále plní až do úrovně H2, s rozdílnou rychlostí uvnitř a vně zvonu 17a, hladina vody v akumulační nádrži je otevřená proti atmosféře, hladina vody uvnitř zvonu 17a nikoliv. Stoupání vody mezi H3 až H2 způsobí zvýšení tlaku vzduchu uvnitř zvonu 17a, ten způsobí pokles vody směrem do sifonu 15. V momentě, kdy voda v sifonu 15 poklesne na úroveň H5, je v akumulační nádrži právě dosažena hladina H2, horní úvrať.

Končí fáze plnění a akumulace, začíná fáze přepouštění.

Přetlak v nádrži způsobí vytlačení vody do potrubí 25, nadbytečný vzduch uniká do atmosféry potrubím 16, dojde ke spojení vodního sloupce a startu „násoskového efektu“, nádrž je vyprazdňována.

Vyprazdňování nádrže pokračuje do momentu dosažení dolní úvratě H1, ta je definovaná hranou zvonu 17a. V tomto momentě dojde k nasátí vzduchu zvonem 17a a přerušení sloupce vytlačované vody v sifonovém potrubí 15.

Začíná nová perioda, fáze plnění a akumulace, od úrovně vody H1 v nádrži.

Příklad 3

Automatický proplachovací zvon s proměnlivou a řízenou spínací hladinou

Automatický proplachovací zvon 17 z Příkladu 2 je vhodný pro použití, kde postačuje fixní nastavení spínací hladiny H2.

V příkladu 3 je popsána a na Obr. 4 popsána samostatná inovativní úprava, kterou vzniká varianta podle druhého provedení, automatický proplachovací zvon 20 s proměnlivou spínací hladinou Hx:

Zvon 17b má válcovou a kuželovou část (zvon 17a pouze válcovou část), je nasazený na sifonovém potrubí 15 s odvzdušňovacím potrubím 16, je doplněno boční uzavírací trubičkou 18.

V místě vrchlíku zvonu 21a nebo ohybu sifonového potrubí 21b je připojeno potrubí malého průměru 26a, resp. 26b, na kterém je solenoidový ventil 22a, resp. 22b.

Kuželová část zvonu 17b může mít ve spodní části deflektor 24, což je odrazová deska s usměrňovacími lamelami pro zvýšení hltnosti automatického proplachovacího zvonu a změnu směru nasávání vody 27, směr nasávání 21 je ukázán v detailu deflektoru 24 na Obr. 4.

Princip fungování je následující:

Nádrž se plní vodou od úrovně vody H1 (dolní úvrať) stejnou rychlostí uvnitř a vně zvonu 17b, až po dosažení úrovně vody H3, po uzavření boční uzavírací trubičku 18 se nádrž nadále plní.

Od dosažení hladiny Hx je možno až do úrovně H2 v kterémkoliv momentu otevřít dekompresní ventil 22 (varianty 22a, 22b). Otevřením tohoto ventilu dojde k vypuštění vzduchu z prostoru zvonu 17b a sifonového potrubí 15, tím ke spojení kontinua vody. Okamžitě začne působit efekt násosky, končí fáze plnění a nádrž je vyprazdňována.

U automatického proplachovacího zvonu 20 (příklad 3) na rozdíl od automatického proplachovacího zvonu 17 (příklad 2) je možné měnit spínací hladinu Hx do úrovně H2 podle aktuální potřeby.

Příklad 4

Vypouštění vody pro sekvenční vsádkový reaktor

Automatický proplachovací zvon 20 z Příkladu 3 lze jako samostatné technické řešení vynálezu použít pro vypouštění vody ze sekvenčního vsádkového reaktoru, ten je znázorněn na Obr. 5: Nádrž 19 je vybavena čerpací stanicí 29 pro doplňování vody do nádrže 19, dále dmychadlem 28 pro dodávku stlačeného vzduchu k okysličování přes aerační zařízení 31, zařízením pro řízené vypouštění odseparované čisté vody - automatickým proplachovacím zvonem 20, popsaným v příkladu 4.

Sekvenční vsádkový reaktor je pro normální funkci doplněn řídícím systémem 30, ten má napojeny digitální vstupy i1 až i3 na snímání úrovně vody H7, H8 resp. H9, což zajišťuje hladinový senzor 23. Řízení je prováděno v kombinaci objemového a časového režimu přes digitální výstupy o1 až o3, kdy výstup o1 zapíná resp. vypíná dmychadlo 28, výstup o2 zapíná/vypíná čerpací stanici 29 a výstup o3 provádí dekompresi zvonu 17b automatického proplachovacího zvonu 20 přes solenoidový ventil 22, a to tak, že výstup o3 otevře solenoidový ventil 22, čímž dojde k vypuštění vzduchu z prostoru zvonu 17b a sifonového potrubí 15, a následně pak dojde ke spojení kontinua vody. To následně spustí efekt násosky, kdy končí fáze plnění a nádrž je vyprazdňována.

Automatický proplachovací zvon 20 v sekvenčním vsádkovém reaktoru je vždy doplněn deflektorem 24 pro zvýšení hltnosti, řízení směru nasávání vody 27 a zabránění nasátí sedimentujících částic 24 automatického proplachovacího zvonu 20 je popsán v příkladu 4 a ukázán na Obr. 4, včetně detailního půdorysného řezu P′-P.

Princip fungování sekvenčního vsádkového reaktoru s automatickým proplachovacím zvonem 20 je následující:

V reaktoru se střídají 3 základní fáze v jednom cyklu: fáze F1 - plnění a současná biologická reakce (zapnuta čerpací stanice 29 a zapnuto dmychadlo 28), fáze F2 - sedimentace kalu (vypnuto dmychadlo 28) a fáze F3 - dekantace a vypuštění vody.

Pro fázi F1 a F3 lze s úspěchem použít objemové řízení automatického proplachovacího zvonu 20, fázi F2 je nutno řídit striktně časově. Obvykle se používá 60minutová sedimentace v jednom cyklu, sedimentací se rozumí vypnutí dmychadla 28 a přerušení čerpání z čerpací stanice 29.

Při navržené úpravě automatického proplachovacího zvonu 20 není problém časové řízení zařadit: Je-li úroveň vody kdekoliv mezi H8 a H9, vypne řídicí systém 30 přes digitální výstup o1 dmychadlo 28 na požadovaných 60 minut, poté na 10 až 15 sekund otevře řídicí systém 30 přes digitální výstup o3 solenoidový ventil 22. Tím dojde k odtlakování zvonu automatického proplachovacího zvonu 20 v místě 21, potrubím 26 přes solenoidový ventil 22, z místa 21, čímž dojde ke spojení sloupce vody uvnitř zvonu 17b a v témže okamžiku započne fáze F3, čistá voda je vypuštěna na úroveň H7. Celý třífázový cyklus sekvenčního reaktoru pak startuje nanovo.

Průmyslová využitelnost

Zařízení podle tohoto vynálezu jsou využitelná zejména v oblasti transportu a čištění odpadních vod.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Zařízení gravitačních kanalizačních stok, zahrnující samoproplachovací shybku tvořící úsek gravitační kanalizace, který křížením podchází vodní tok či obdobnou podzemní překážku, **vyznačující se tím**, že sestává z jedné či více vstupních šachtových komor (9), připojených na sestupné rameno (12) kanalizačního potrubí, křížení (13), vzestupné rameno (14) kanalizačního potrubí a výstupní šachtu (7), kdy automatický proplachovací zvon (17) nebo automatický proplachovací zvon (20) je umístěný ve vstupní šachtové komoře (9), přičemž gravitační kanalizace přítoku (1) je napojena na vstup vstupní šachtové komory (9), která je vybavena prostorem pro zachytávání písku a hrubých sedimentů (10), česlemi nebo česlicovým košem (11), gravitační kanalizace odtoku (8) je dále napojena na výstupní šachtu (7), přičemž zařízení obsahuje boční uzavírací trubičku (18) pro nastavení hladiny (H3) a odvzdušňovací potrubí (16), přičemž zařízení je dále konfigurováno tak, že:
- hladina ve vstupní šachtové komoře (9) se samočinně pohybuje mezi dolní úvratí (H1) a horní úvratí (H2);
- rozdíl výšky horní úvratí (H2) a dolní úvratí (H1) je hnací silou přepouštění vody do výstupní šachty (7);
- dolní úvrať (H1) je umístěna výše než hladina (H4) vstupního potrubí;
- údaje o výšce všech hladin a úvratí (H1, H2, H3, H4) jsou odvozeny od výšky horní hrany (H5) sifonového potrubí (15), která je definována jako výchozí hladina o nulové hodnotě;
- dolní úvrať (H1) je definována jako rozdíl mezi horní úvratí (H2) a hladinou (H3) a zároveň je rovna hodnotě představující volitelnou konstrukční výšku (B) mezi spodní hranou automatického proplachovacího zvonu (17) a ohybem sifonového potrubí (15), přičemž platí, že horní úvrať (H2) je vypočtena jako rozdíl hodnoty konstrukční výšky (B) a hladiny (H3) a konstrukční výška (B) je navržena tak, že pro konkrétní shybku je zajištěna minimální rychlost proudění.

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že akumulační objem hlavní části vstupní komory (9) činí 1,5 násobek celkového objemu kanalizačního potrubí shybky.

3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že vnitřní průměr potrubí činí 100 až 200 mm.

4. Zařízení podle nároku 1, 2 nebo 3, **vyznačující se tím**, že výškový rozdíl mezi hladinou horní úvratě (H2) a hladinou dolní úvratě (H1) je pro potrubí o průměru 100 mm v rozsahu 0,2 až 0,6 m.

5. Zařízení podle nároku 1, 2 nebo 3, **vyznačující se tím**, že výškový rozdíl mezi hladinou horní úvratě (H2) a hladinou dolní úvratě (H1) je pro potrubí o průměru 150 mm v rozsahu 0,6 až 0,7 m.

6. Zařízení podle nároku 1, 2 nebo 3, **vyznačující se tím**, že výškový rozdíl mezi hladinou horní úvratě (H2) a hladinou dolní úvratě (H1) je pro potrubí o průměru 200 mm v rozsahu 0,7 až 1,0 m.

7. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že automatický proplachovací zvon (17) nebo (20) je opatřen sifonovým potrubím (15) a odvzdušňovací potrubím (16).

8. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že automatický proplachovací zvon (20) s proměnlivou spínací hladinou Hx je nasazený na sifonovém potrubí (15) s odvzdušňovacím potrubím (16), které je doplněno boční uzavírací trubičkou (18), přičemž zvon (17b) má válcovou a kuželovou část.

9. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 8, **vyznačující se tím**, že automatický proplachovací zvon (20) je vytvořen tak, že v místě vrchlíku (21a) zvonu nebo ohybu (21b) sifonového potrubí je připojeno potrubí (26a) nebo (26b) malého průměru, na kterém je usazen solenoidový ventil (22a) nebo (22b).

10. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 8 nebo 9, **vyznačující se tím**, že kuželová část zvonu (17b) je opatřena ve spodní části deflektorem (24) ve formě odrazové desky s usměrňovacími lamelami pro zvýšení hltnosti automatického proplachovacího zvonu a změnu směru (27) nasávání vody.

11. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 8 až 10, **vyznačující se tím**, že automatický proplachovací zvon (20) je opatřen deflektorem (24) pro zvýšení hltnosti.

12. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 11, **vyznačující se tím**, že ve spojení s automatickým proplachovací zvonem (20) je zařízení dále opatřeno sekvenčním vsádkovým reaktorem, čerpací stanicí (29) pro doplňování vody do nádrže (19) a dmychadlem (28) pro dodávku stlačeného vzduchu k okysličování přes aerační zařízení (31).

13. Zařízení podle nároku 12, **vyznačující se tím**, že sekvenční vsádkový reaktor je doplněn řídícím systémem (30), který má napojeny digitální vstupy (i1) až (i3) na snímání úrovně hladin (H7, H8 a/nebo H9) za pomocí hladinového senzoru (23), přičemž k řízení prováděném v kombinaci objemového a časového režimu obsahuje digitální výstupy (o1) až (o3) pro ovládání dmychadla (28), ovládání čerpací stanice (29) a řízení dekomprese zvonu (17b) automatického proplachovacího zvonu (20) přes solenoidový ventil (22).

14. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 13, **vyznačující se tím**, že automatický proplachovací zvon (20) je zhotoven z nekorodujícího materiálu, zejména polypropylenu, polyetylénu nebo nerezové oceli AISI 316L.

15. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že automatický proplachovací zvon (17) je zhotoven z nekorodujícího materiálu, zejména polypropylenu, polyetylénu nebo nerezové oceli AISI 316L.

16. Zařízení podle kteréhokoliv z nároků 1 až 15, **vyznačující se tím**, že potrubí shybky je vytvořeno z litiny nebo HDPE.

17. Způsob překonávání vodních toků či obdobných podzemních překážek pomocí zařízení podle nároku 1 až 16, **vyznačující se tím,** že zahrnuje fázi plnění a akumulace kapaliny a následného přepouštění, přičemž odpadní kapalina natéká průtokem Q (0) gravitačním potrubím (1) do horní vstupní komory (9), vybavené záchytem písku (10) a plovoucích nečistot (11), přičemž automatický proplachovací zvon (17) nebo (20) zajišťuje periodické střídání dvou fází spočívající v plnění a akumulace kapaliny ve fázi jedné a jejího následného přepouštění ve fázi druhé, kdy úroveň vody v akumulačním prostoru komory (9) se pohybuje mezi dolní úvratí (H1) a horní úvratí (H2) , jejichž výškový rozdíl nepřesahuje 0,5 m.

18. Způsob podle nároku 17, **vyznačující se tím**, že efektivní rychlost v (ef) průtoku kapaliny potrubím činí nejméně 1,0 $m.s^{-1}$.

19. Způsob podle nároku 17 nebo 18, **vyznačující se tím**, že fáze plnění a akumulace kapaliny zahrnuje plnění nádrže kapalinou od úrovně hladiny dolní úvrati (H1) a probíhá stejnou rychlostí uvnitř a vně zvonu (17a) až po dosažení úrovně hladiny (H3), přičemž na úrovni hladiny (H3) stoupající kapalina překryje boční uzavírací trubičku (18) a nádrž se nadále plní až do úrovně (H2) s rozdílnou rychlostí uvnitř a vně zvonu (17a), zatímco hladina vody v akumulační nádrži je otevřená proti atmosféře a hladina vody uvnitř zvonu (17a) není otevřená proti atmosféře.

20. Způsob podle nároku 17 nebo 18, **vyznačující se tím**, že fáze akumulace kapaliny dosažení hladiny (H2) v akumulační nádrži probíhá tak, že stoupání vody mezi hladinou (H3) až hladinou (H2) způsobí zvýšení tlaku vzduchu uvnitř zvonu (17a), jenž způsobí pokles vody směrem do

sifonu (15), přičemž dosažení hladiny (H2) je dosaženo poklesem hladiny kapaliny v sifonu (15) na úroveň hladiny (H5).

21. Způsob podle nároku 17 nebo 18, **vyznačující se tím**, že fáze přepouštění zahrnuje vyprázdnění nádrže, které je dosaženo vytlačením vody do potrubí (25) za současného uvolnění nadbytečného vzduchu do atmosféry potrubím (16) a spojením vodního sloupce a startu násoskového efektu, přičemž vyprazdňování nádrže probíhá až do dosažení hladiny dolní úvratě (H1), která je definována hranou zvonu (17a), čímž dochází k nasátí vzduchu zvonem (17a) a přerušení sloupce vytlačované kapaliny v sifonovém potrubí (15).

22. Způsob podle nároku 17 nebo 18, **vyznačující se tím**, že fáze plnění a akumulace kapaliny zahrnuje plnění nádrže kapalinou od úrovně hladiny dolní úvratě (H1) stejnou rychlostí uvnitř a vně zvonu (17b) až po dosažení úrovně hladiny (H3) a následné plnění nádrže po uzavření boční uzavírací trubičku (18), přičemž dekompresní ventil (22) je otevřen kdykoliv od dosažení hladiny Hx až do úrovně hladiny (H2) a následně je vypuštěn vzduch z prostoru zvonu (17b) a sifonového potrubí (15) ke spojení vodního sloupce a spuštění násoskového efektu.

23. Způsob podle nároku 22, **vyznačující se tím**, že spínací hladina (Hx) je v závislosti na aktuální potřebě nastavitelná až do úrovně hladiny (H2).

24. Způsob podle nároku 17 nebo 18, **vyznačující se tím**, že fáze přepouštění zahrnující využití kombinace sekvenčního vsádkového reaktoru a automatického proplachovacího zvonu (20) probíhá v jednom cyklu ve třech fázích, kdy první fáze (F1) představuje plnění kapaliny a biologickou reakci při zapnuté čerpací stanici (29) a zapnutém dmychadle (28), druhá fáze (F2) představuje sedimentaci kalu při vypnutém dmychadle (28) a fáze třetí (F3) spočívá v dekantaci a vypuštění kapaliny.

25. Způsob podle nároku 24, **vyznačující se tím**, že fáze (F1) a (F3) jsou řízeny v závislosti na objemu kapaliny, zatímco fáze (F2) je řízena časově.

26. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 24 až 25, **vyznačující se tím**, že při úrovni hladiny kapaliny mezi (H8) a (H9) je přes digitální výstup (o1) odpojeno dmychadlo (28) na určený interval fáze (F2), a následně na krátkou dobu, obvykle 10 až 15 vteřin, otevře řídicí systém (30) přes digitální výstup (o3) solenoidový ventil (22) pro odtlakováni zvonu (17b) automatického proplachovacího zvonu (20) v místě (21) potrubím (26) přes solenoidový ventil (22) z místa (21), čím dojde ke spojení sloupce vody uvnitř zvonu (17b) a započne fáze (F3), kdy je čistá kapalina vpuštěna na úroveň hladiny (H7).

27. Způsob podle nároku 26, **vyznačující se tím**, že fáze (F2) probíhá v intervalu 60 minut.

28. Použití zařízení podle nároku 1 až 16 k překonávání vodních toků či obdobných podzemních překážek.

6 výkresů

Seznam vztahových značek

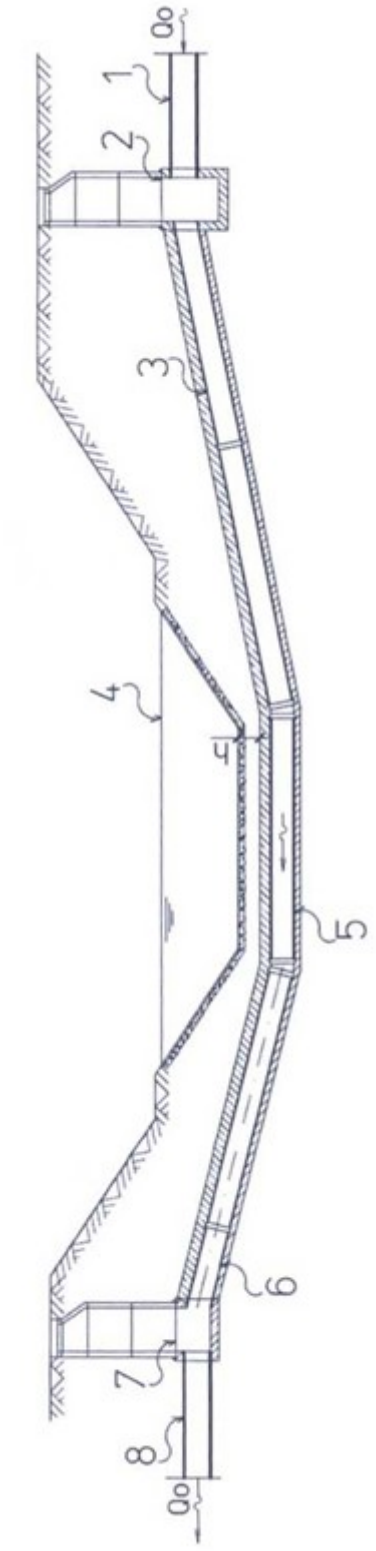
1 - gravitační kanalizační potrubí, přítok do shybky
2 - šachta, horní vstupní komora shybky
3 - sestupné rameno kanalizačního potrubí shybky
4 - vodní tok či jiná překážka překonávaná shybkou
5 - kanalizační potrubí křížení vodního toku
6 - vzestupné rameno kanalizačního potrubí shybky
7 - výstupní dolní šachta shybky

8 - gravitační kanalizační potrubí, výtok ze shybky
9 - horní vstupní komora shybky s instalací automatického proplachovacího zvonu
10 - akumulační prostor pro písek a hrubé sedimenty
11 - česle nebo česlicový koš
12 - sestupné rameno kanalizačního potrubí shybky
13 - kanalizační potrubí křížení vodního toku
14 - vzestupné rameno kanalizačního potrubí shybky
15 - sifonové potrubí automatického proplachovacího zvonu
16 - odvzdušnění sifonového potrubí
17 - automatický proplachovací zvon podle prvního provedení
17a- zvon, jako součást zařízení 17
17b- zvon, jako součást zařízení 20
18 - boční uzavírací trubička automatického proplachovacího zvonu
19 - nádrž sekv. vsádkového reaktoru
20 - automatický proplachovací zvon podle druhého provedení
21 - napojení trubičky do automatického proplachovacího zvonu 2_0
22 - ventil pro řízenou dekompresi zvonu 17b pro Příklad 3 a 4
23 - snímací senzor úrovně vody H7, H8 a H9 pro řídící systém 30
24 - deflektor pro zvýšení hltnosti a usměrnění toku vody
25 - odtokové potrubí automatického proplachovacího zvonu 17, 20
26 - dekompresní trubička pro odpouštění vzduchu ventilem 22
27 - směr proudění, nasávání vody do zvonu 17b
28 - dmychadlo pro sekv. vsádkový reaktor, příklad 4
29 - čerpací stanice sekv. vsádkový reaktor, příklad 4
30 - řídící systém pro sekv. vsádkový reaktor, příklad 4
31 - aerační zařízení pro sekv. vsádkový reaktor, příklad 4
i1, i2, i3 - digitální vstupy řídícího systému 30
o1, o2, o3 - digitální výstupy řídícího systému 30

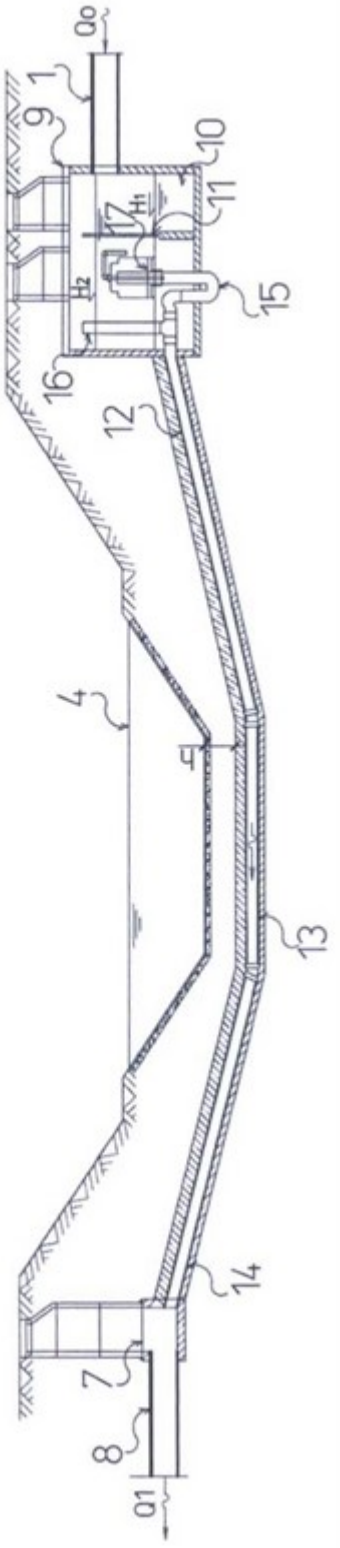
A	výška zvonu 17a z Obr.3	[mm]
B	vzdálenost hrany zvonu 17a a ohybu sifonového potrubí	[mm]
D	vnitřní průměr zvonu 17a (Obr.3) či 17b (válcová část)	[mm]
D1	vnitřní průměr zvonu 17b (spodní kuželová část)	[mm]
DN	vnitřní průměr potrubí	[mm]

B	konstrukční výška	[m]

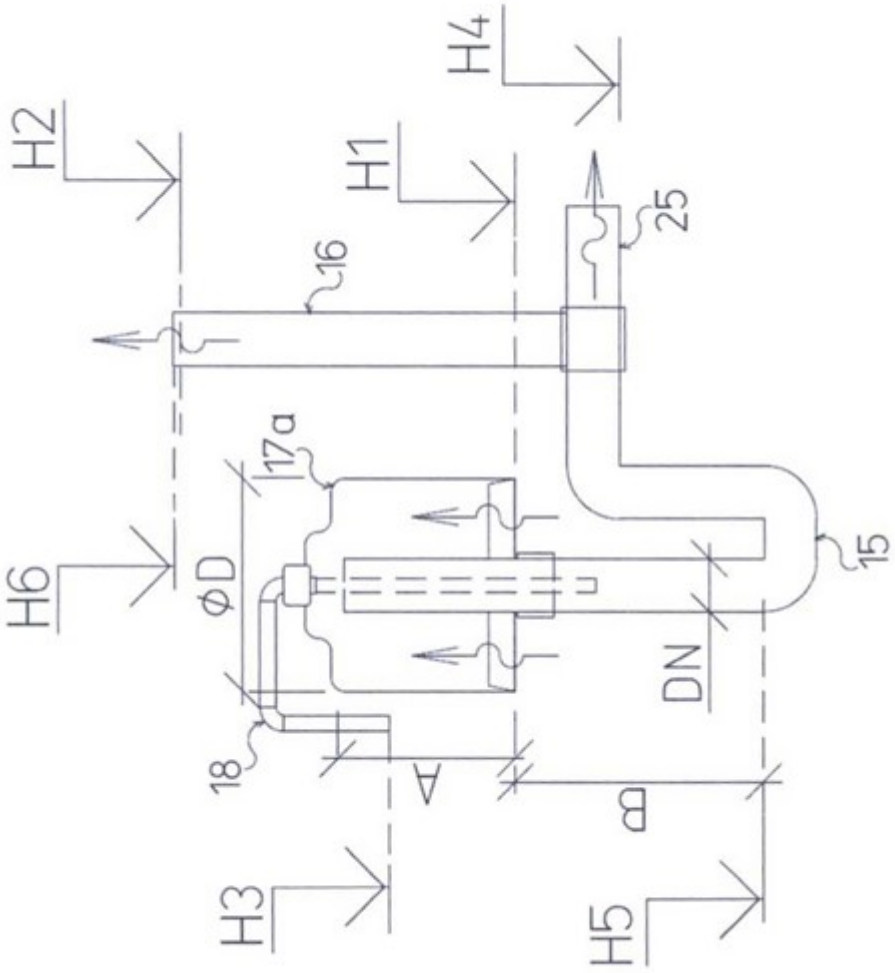
Hl	spodní úvrať	[m]
H2	horní úvrať	[m]
H3	úroveň vody při zakrytí boční trubičky 16	[m]
H4	spodní hrana odtokového potrubí 25	[m]
H5	horní hrana sifonového potrubí 15	[m]
H6	horní úroveň odvzdušňovacího potrubí 16	[m]
H7	spodní úroveň vody pro sekv. vsádkový reaktor	[m]
H8	úroveň vrchlíku zvonu 17b (Příklad 4)	[m]
H9	maximální úroveň vody pro sekv. vsádkový reaktor	[m]
H	hladina vody v nádrži, obecná	[m]
H2-H1	vzdálenost mezi spodní a horní úvratí	[m]
Hx	úroveň vody při otevření dekompresního ventilu 22	[m]



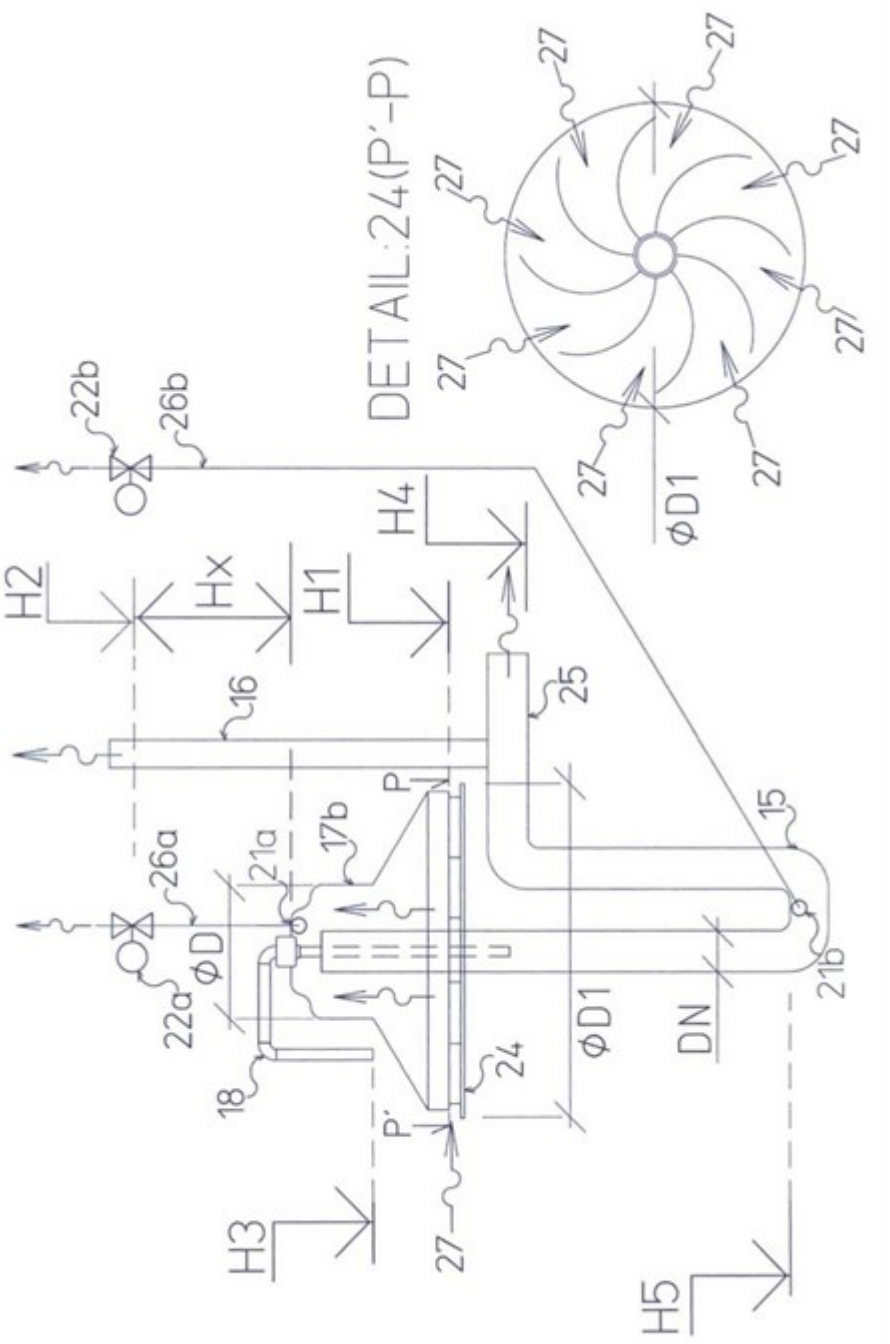
Obr. 1



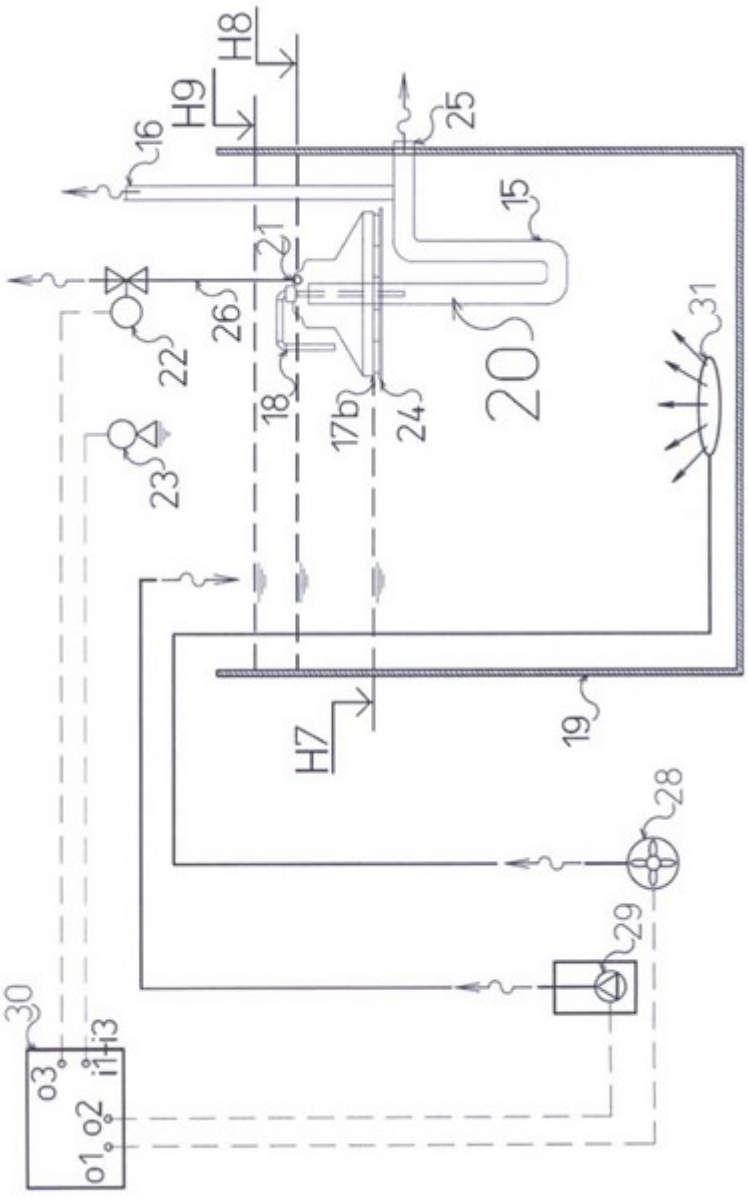
Obr. 2



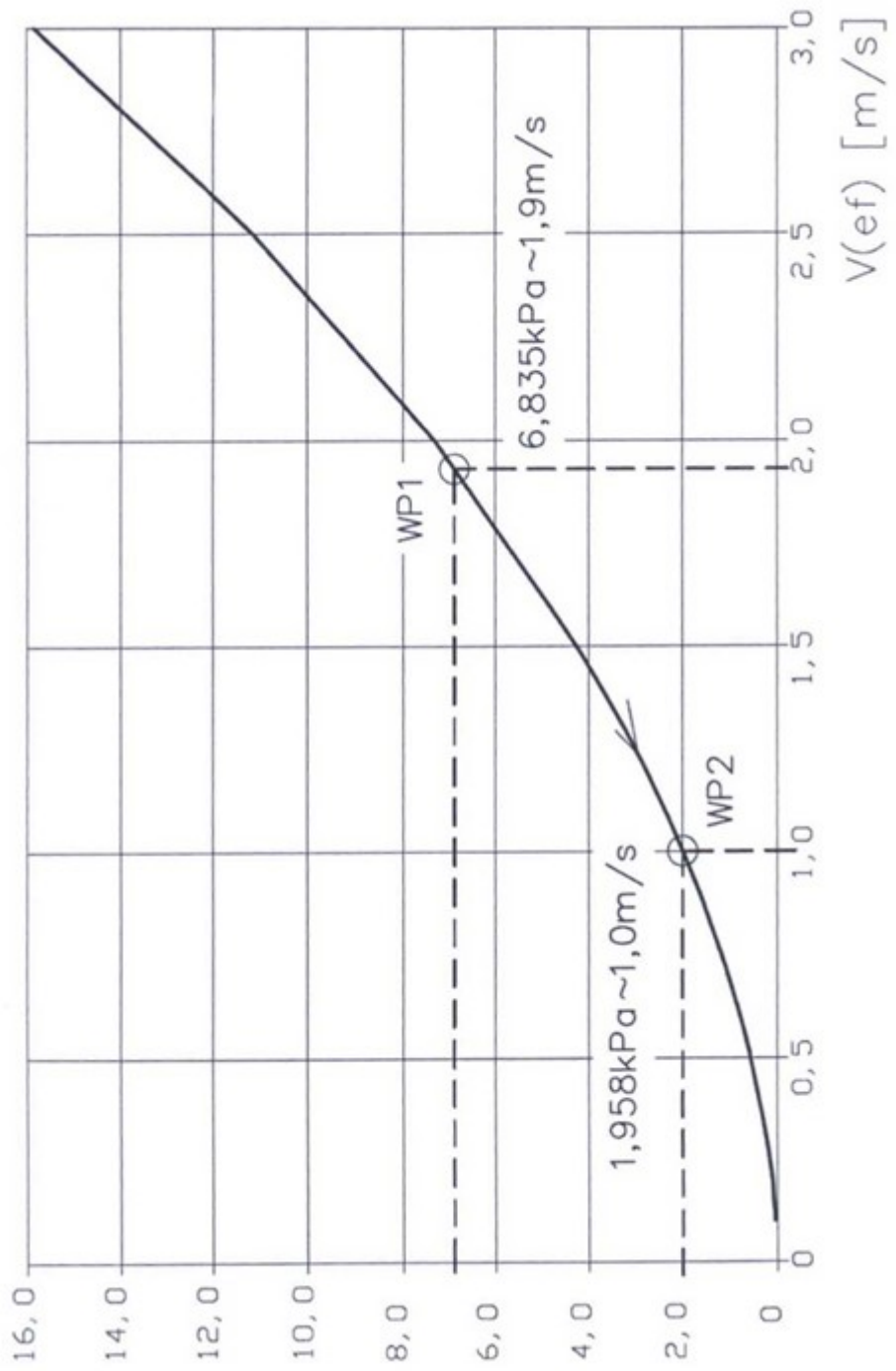
Obr. 3


DETAIL:24(P'-P)
27
ϕD1
22b
26b
H4
H2
Hx
H1
16
25
P
15
17b
21a
26a
ϕD
22a
18
P'
24
ϕD1
DN
21b
H3
H5

Obr. 4


H8
H9
16
25
15
21
26
22
18
17b
24
20
31
23
H7
19
28
29
30
o3
i3
H3
i1
o2
o1

Obr. 5


V(ef) [m/s]
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0
16,0
14,0
12,0
10,0
8,0
6,0
4,0
2,0
0
6,835kPa~1,9m/s
1,958kPa~1,0m/s
WP1
WP2

Obr. 6