

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

24668

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:
C02F 7/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2012 - 26254**
(22) Přihlášeno: **21.06.2012**
(47) Zapsáno: **05.12.2012**

(73) Majitel:

Vysoké učení technické v Brně, Brno, CZ
Botanický ústav AV ČR, v.v.i., Průhonice, CZ
SIGMA Výzkumný a vývojový ústav, s.r.o., Lutín, CZ
ASIO, spol. s r.o., Jiřkovice, CZ

(72) Původce:

Šoukal Jiří Ing., Olomouc, CZ
Pochylý František Prof. Ing. CSc., Brno, CZ
Maršálek Blahoslav doc. Ing. CSc., Brno, CZ
Pírek Oldřich Ing., Brno, CZ

(74) Zástupce:

Ing. Petr Soukup, Vídeňská 8, Olomouc, 77200

(54) Název užitého vzoru:

Systém redukce sinic ve vodních nádržích

CZ 24668 U1

Systém redukce sinic ve vodních nádržích

Oblast techniky

Předložené technické řešení spadá do oblasti nechemického způsobu čištění všech typů povrchových vodních ploch a týká se systému redukce sinic ve vodních nádržích, který svým čerpacím a provzdušňovacím účinkem cíleně postupně obohacuje kyslíkem všechny vrstvy vodní masy a umělé promíchává vodní sloupec, čímž je umožněna změna biotických a abiotických podmínek ve vodním prostředí.

Dosavadní stav techniky

Sinice jsou častým původcem jevu známého jako vodní květ, při němž dochází k přemnožení některých vodních fotosyntetizujících organismů nad určitou mírou. Problém představuje především vodní květ v sladkovodních nádržích, které jsou využívány jako zdroj pitné vody a k rekreaci. Dosud známá systémová řešení čištění povrchových vodních nádrží s omezením výskytu sinic jsou velmi nákladná a v mnoha případech i velmi těžko proveditelná, jelikož spočívají jednak v komplexní revitalizaci vodní nádrže, jednak v realizaci komplexní soustavy čištění komunálních vod na extrémně vysoké parametry vyčištění a jednak v zásadním snížení intenzity zemědělské produkce relevantního území.

Redukce sinic ve vodních nádržích je v současné době prováděna různými fyzikálními, chemickými a biologickými metodami či technologiemi, které se liší efektivitou účinku vůči sinicím, mírou prevence růstu sinic, mírou ovlivnění vodního ekosystému, požadavky na technologické vybavení a v neposlední řadě i ekonomickou náročností. Redukce sinic ve velkoplošných nádržích je prováděna v podstatě čtyřmi hlavními způsoby. Prvním známou metodou je inhibice sinic pomocí vhodné účinné látky, kdy se převážně používají chemické látky, které mají obvykle krátkodobý účinek s rizikem nežádoucích vedlejších efektů. Druhým známým způsobem redukce sinic je využití působení elektrického či elektromagnetického pole. Třetí používanou metodou je kavitace, kdy je využíváno působení ultrazvukové frekvence ke vzniku dutin v kapalině, a to při lokálním poklesu tlaku a jejich následovaných implozích. Předkládané zařízení na redukci sinic ve vodních nádržích je založeno na využití posledního, čtvrtého, způsobu, což je nechemické omezení rozvoje sinic obohacováním vodní masy kyslíkem metodou aerace a destratifikace.

Aerace, neboli provzdušňování, je vhnání směsi vzduchu nebo přečerpávání aerované vody do potenciálních anoxických vrstev, zejména hypolimnia. Hypolimnium je spodní nejchladnější vrstva vody v jezerech a vodních nádržích těsně nad sedimenty s neměnnou teplotou, kde se pro nízkou koncentraci kyslíku a nedostatek světla většinou nevyskytují fotosynteticky aktivní organismy. Destratifikace je pak umělé promíchávání vodního sloupce, kdy dochází ke zrušení jednotlivých vodních vrstev ve vodní nádrži. Základem principu destratifikace je zvýšení podílu rozpuštěného vzduchu, zejména kyslíku ve spodních vrstvách vodního sloupce, aby se jednak předešlo nepříznivým vlivům anoxie vznikající při stratifikaci nádrže u dna a jednak se snížilo uvolňování fosforu ze sedimentů. Promíchávání vodního sloupce je rovněž účinné pro omezení výskytu i těch druhů sinic, které jsou schopné regulace své pozice ve vodním sloupci pomocí plynových měchýřků. Destratifikací je tato výhoda zrušena, a tak může dojít k podpoře růstu dalších skupin fytoplanktonu, především rozsivek a zelených řas.

Při destratifikaci se množství rozpuštěného kyslíku řídí Henryho zákonem a je závislé na statickém tlaku a teplotě. S poklesem teploty a růstem hydrostatického tlaku se množství rozpuštěného kyslíku zvyšuje. Vlivem atmosférického tlaku na hladině dochází k obohacování horních vrstev vody v nádrži kyslíkem. Účelem destratifikace je tedy postupné obohacování všech vrstev vodní masy kyslíkem, kde účinnost tohoto obohacování závisí na množství rozpuštěného kyslíku v horních vrstvách u hladiny, výkonu čerpadla, charakteru proudění vyvolaném čerpadlem a částečně na změnách hustoty vody.

K okysličování vod se používá řada typů aeračních zařízení různých koncepcí. Jedná se buď o jemnobublinkové trubkové provzdušňovače či speciální směšovače vody a vzduchu, nebo se

jedná o ponorné aerátory buď zavěšené na hladině nebo usazené na dně nádrže či jiné vodní plochy. Většinou se jedná o zařízení vertikálního uspořádání tvořená elektromotorem a hydraulickou částí sestávající z oběžného kola a statoru, na který je napojeno vzduchové sací potrubí. Různé druhy funkčních řešení hydraulických částí ponorných aerátorů jsou popsány například ve spisech US 6273402, US 6270061, US 5582777, US 5389310, FR 2804884, EP 993862, EP 847799, EP 577552, JP 58008589, WO 01/60504, CA 2248128, US 6736377, DE 29819704 nebo US 4925598. Všechna tato řešení používají buď jednodiskové nebo dvoudiskové oběžné kolo s lopatkami vytvořenými na jedné ploše, zpravidla spodní, či obou plochách disků nebo lopatkami umístěnými mezi disky.

K promíchávání vodní masy se používá řada typů zařízení různých konstrukčních provedení. Jedno z takovýchto zařízení je popsáno například ve spise KR 20000018177 A, kde podstatou technického řešení je otevřené oběžné kolo, pomocí kterého je přisáván vzduch a míchán s tekutinou. Směs je dopravována do malých hloubek, kde dochází k obohacování kalu kyslíkem. Další technické řešení je známe ze spisu GB 1236434 A. Jedná o zařízení na povrchovou aeraci s možností dopravy směsi obohacené kyslíkem do malých hloubek. Dále je známe čerpadlo s možností přisávání vzduchu a dopravu směsi do místa s nízkým obsahem kyslíku, jak je uvedeno ve spise CN 2721620 Y. Další provzdušňovací zařízení je známe ze spisu DE 19942802 A1, jehož podstatou je speciální rotační aerátor s možností přisávání vzduchu do radiálních ramen a jeho dopravou do zvolené hloubky v nádrži. Dále jsou ve spisech JP 8299982 A a DE 3205083 popsána zařízení, čerpající vodu bez obsahu kyslíku z velkých hloubek do speciálního míchacího zařízení, kde se voda obohacuje kyslíkem a vrací se zpět do hloubky. Rovněž jsou známe aerační, respektive destratifikační, věže, které slouží k promíchávání a okysličení vodního sloupce a využívají principu dopravy okysličené vody z vyšších vrstev pod hladinou do bezkyslíkatých oblastí, které se vyskytují zejména nade dnem. K aerátoru umístěnému nade dnem, je přiváděn vzduch, který je míchán s vodou, a tato směs vzduchu a vody je tryskami vypouštěna do okolního bezkyslíkatého prostředí.

Výše uvedená technická řešení jsou sestrojena buď za účelem aerace vody s přisáváním vzduchu nebo k promíchávání vody v nádržích, avšak neumožňují kombinaci těchto principů. Při návrhu účinného destratifikačního zařízení je nutno dbát jednak na to, aby výsledné proudění kapaliny nemělo stacionární charakter, při kterém vznikají stacionární víry bránící promíchávání vodního sloupce, a jednak na to, aby nedocházelo ke vznosu sedimentů nacházejících se na dně nádrže. Žádné z výše uvedených technických řešení však neřeší problém zvedání sedimentů ze dna nádrže v důsledku vírů, které vznikají při výtoku vody z aeračního zařízení, ani vznik stacionárních vírů, které udržují dnové sedimenty ve vznosu v určité oblasti nádrže, kde tvoří rozsáhlý stacionární vír, takže nedochází k dokonalému promíchávání jednotlivých vrstev nádrže, ale ke vzniku rozsáhlých rotujících vrstev v podobě vírů. Zároveň je třeba zajistit vhodným řešením bezpečnost plavby ve velkoplošných nádržích, poněvadž je aerační zařízení umístěno zpravidla na hladině, kde brání lodní a rekreační dopravě a může dojít k jeho poškození, případně úrazu.

Cílem předkládaného technického řešení je představit nový systém redukce sinic ve vodních nádržích, kterým je dosaženo obohacení vodní masy kyslíkem ve všech vrstvách nádrže, kde konstrukčním uspořádáním jednotlivých aeračních a destratifikačních zařízení je zamezeno jednak vzniku stacionárních vírů a jednak zvedání sedimentů ze dna nádrže, a zároveň je zajištěna bezpečnost plavby na hladině vodní nádrže.

Podstata technického řešení

Stanoveného cíle je do značné míry dosaženo technickým řešením, kterým je systém redukce sinic ve vodních nádržích, který je tvořen alespoň jednou základní aeračně-destratifikační sestavou obsahující jednak minimálně jedno destratifikační zařízení, sestávající z teleskopicky uspořádaného dvoutubusového destratifikačního tělesa, které je vybaveno ovladatelnou destratifikační jednotkou, a jednak minimálně jedno aerační zařízení, sestávající z teleskopicky uspořádaného dvoutubusového aeračního tělesa, které je opatřeno regulovatelnou aerační jednotkou,

příčemž destratifikační zařízení a aerační zařízení jsou vybavena kotvicími členy, jsou pod nimi umístěny protiproudové bariérové prvky a jsou bateriově uspořádána v součinné vzdálenosti „L“, jejíž maximální hodnota je dána vztahem

$$L = 70 \text{ m.}$$

- 5 Ve výhodném provedení kotvicí člen sestává z jednak kotvicí desky situované na dně nádrže a jednak z kotvicího kloubu pro upevnění spojovacího členu vytvořeného ve formě tyče nebo lana nebo táhla nebo řetězu, propojujícího destratifikační zařízení a/nebo aerační zařízení s kotvicím členem.

- 10 V optimálním případě je protiproudový bariérový prvek situován nad kotvicí deskou kotvicího členu, sestává ze sady sít a/nebo záclon, je umístěn ve vertikálním nebo horizontálním nebo šikmém směru, přičemž je upevněn pevně nebo visutě s alespoň jedním volným okrajem.

- 15 Také je výhodné, když je destratifikační zařízení tvořeno dutým vertikálně situovaným destratifikačním tělesem, které sestává z dolního tubusu, do něhož je nasunut teleskopicky stavitelný horní tubus, kde ke každému z tubusů, a to hornímu tubusu a spodnímu tubusu, jsou připevněny plováky pro vyrovnávání kolísání hladiny a nastavení hloubky provzdušňovací hladiny, přičemž horní tubus je vybaven jednak vstupním sacím hrdlem opatřeným ochranným filtrem a jednak rotační komorou, v níž je umístěna destratifikační jednotka, a kde dolní tubus je opatřen výstupní talířovou tryskou s žebrováním, pod kterou je umístěna horizontální vodící deska, jejíž horizontální průměr je větší než horizontální průměr talířové trysky.

- 20 Při optimálním provedení sestává destratifikační jednotka z destratifikačního čerpadla propojeného s výhodou s frekvenčním měničem otáček pro regulaci průtoku kapaliny destratifikačním tělesem, přičemž destratifikační jednotka je vybavena prvky pro umožnění nastavení reverzního chodu proudění kapaliny a destratifikační zařízení je vytvořeno tak, že poměr vstupní plochy „S₁“ na sacím hrdle a výstupní plochy „S₂“ na talířové trysce je dán vztahem:

$$25 \quad S_2 : S_1 > (1 - \xi)^{0,5},$$

kde (ξ) je ztrátový součinitel výkonu destratifikační jednotky.

- Dále je výhodné, když je aerační zařízení tvořeno dutým vertikálně situovaným aeračním tělesem, které sestává ze spodního tubusu, do něhož je nasunut teleskopicky stavitelný vrchní tubus, kde vrchní tubus je vybavený na horním okraji sacím víkem a kde spodní tubus je zakončen na 30 spodním konci míchací komorou s aerační jednotkou, kdy k míchací komoře je připojena rozváděcí jednotka pro horizontální usměrnění toku kapaliny, přičemž ke každému z tubusů, a to spodnímu tubusu a vrchnímu tubusu, jsou připevněny plovákové členy pro vyrovnávání kolísání a nastavení provzdušňovací hladiny a do aeračního tělesa je vložena aerační trubice, která je svým horním koncem vyvedena nad hladinu do vzduchové komory a dolním koncem do míchací komory. Aerační jednotka přitom sestává z kalového aeračního čerpadla propojeného s výhodou s 35 frekvenčním měničem otáček pro zajištění regulace průtoku kapaliny aeračním tělesem.

- Konečně je výhodné, když je vzduchová komora aeračního zařízení umístěna nad hladinou a je naplněna aeračním médiem pro zvýšení aeračního účinku, když rozváděcí jednotka aeračního 40 zařízení obsahuje alespoň dvě výtlačná ramena, která jsou připevněna ke statoru aeračního čerpadla a jsou bočně vyvedena z míchací komory a mají nestejný délkový či šířkový rozměr a/nebo jsou opatřena koncovými difuzory.

- Předkládaným technickým řešením se dosahuje vyššího účinku v tom, že prostřednictvím předkládaného způsobu redukce sinic a systému k provádění tohoto způsobu je dosaženo cíleného 45 okysličení vodní masy a současně vertikálního přeskupení vodního sloupce, což má za následek zvýšení účinnosti vnosu kyslíku do spodních vrstev nádrže při nižší spotřebě energie. Jednotlivá zařízení na redukci sinic ve vodních nádržích podle technického řešení jsou průmyslově výrobitelná a využitelná pro většinu přírodních a umělých vodních nádrží, přičemž velikost a výkon předkládaných zařízení lze sestavit do typové a výkonové řady dle požadovaného energetického výkonu.

Popis obrázků na připojených výkresech

Konkrétní příklady provedení technického řešení jsou schematicky znázorněny na připojených výkresech, kde:

- 5 obr. 1 je schematický boční pohled bateriového uspořádání destratifikačního a aeračního zařízení,
- obr. 2 je situační schéma bateriového uspořádání destratifikačních a aeračních zařízení v systému,
- obr. 3 je boční schematický řez destratifikačním zařízením,
- obr. 4 je boční schematický řez aeračním zařízením,
- obr. 5 je spodní pohled na rozváděcí jednotku aeračního zařízení, a
- obr. 6 je spodní pohled na rozváděcí jednotku aeračního zařízení v alternativním provedení.
- 10 Výkresy, které znázorňují představované technické řešení a následně popsané příklady konkrétních provedení v žádném případě neomezují rozsah ochrany uvedený v definici, ale jen objasňují podstatu technického řešení.

Příklady provedení technického řešení

- 15 Systém redukce sinic sestává z alespoň jedné základní aeračně-destratifikační sestavy obsahující minimálně jedno destratifikační zařízení 1 a jedno aerační zařízení 2. Jak je znázorněno na obr. 1 a obr. 2, jednotlivá destratifikační zařízení 1 a aerační zařízení 2 jsou bateriově uspořádána v součinné vzdálenosti „L“, která je stanovena na základě proudů kapalin vycházejících z jednotlivých destratifikačních a aeračních zařízení 1, 2 a z podmínek okolního prostředí. Maximální součinná vzdálenost „L“ je 70 m, přičemž v soutokovém bodě „A“ mezi jednotlivými zařízeními 1, 2
- 20 je rychlost okysličené kapaliny „v“ větší než 2 cm/s a směrem k hladině 4 je vytvořen alespoň jeden okysličovací proud „V“, který je regulovatelný prostřednictvím aeračního zařízení 2 a/nebo destratifikačního zařízení 1. Destratifikační zařízení 1 a aerační zařízení 2 jsou vybavena kotvicími členy 6, například ve formě kotvicích desek 61, které jsou situovány na dně 5 nádrže v místě pod destratifikačními zařízeními 1 a aeračními zařízeními 2 a jsou opatřeny kotvicími klouby 62
- 25 pro upevnění spojovacích členů 7, realizovaných například ve formě tyčí, lan, táhel či řetězů. Pomocí spojovacích členů 7 jsou kotvicí členy 6 propojeny s destratifikačními zařízeními 1 a/nebo aeračními zařízeními 2. Pro eliminaci vzniku vodních vírů pod destratifikačními zařízeními 1 nebo aeračními zařízeními 2 jsou nad kotvicími členy 6 umístěny protiproudové bariérové prvky 3 realizované blíže nepopisovanou sadou sít nebo záclon, které mohou být umístěny jak ve
- 30 vertikálním, tak horizontálním směru, přičemž mohou být upevněny pevně nebo visutě s alespoň jedním volným okrajem.

- Destratifikační zařízení 1 je v příkladném provedení podle obr. 3 tvořeno dutým vertikálně situovaným destratifikačním tělesem 11, které sestává z dolního tubusu 111, do něhož je nasunut teleskopicky stavitelný horní tubus 112. Ke každému z tubusů 111, 112 destratifikačního tělesa 11
- 35 jsou připevněny plováky 113 sloužící pro vyrovnávání kolísání hladiny 4. Součástí horního tubusu 112 je vstupní sací hrdlo 1121, které je opatřeno ochranným filtrem 1122, realizovaným například ve formě síta nebo soustavy žeborů a sloužícím pro zabránění vniknutí nežádoucích předmětů a ryb do destratifikačního tělesa 1. Dále je v horním tubusu 112 vytvořena rotační komora 1123, ve které je umístěna destratifikační jednotka 12 sestávající z destratifikačního čerpadla 121 a
- 40 neznázorněného frekvenčního měniče otáček pro regulaci průtoku kapaliny destratifikačním tělesem 11. Dolní tubus 111 je zakončen talířovou tryskou 13 vybavenou radiálním žebrováním 131 a pod talířovou tryskou 13 je pro usměrnění toku kapaliny připevněna horizontální vodící deska 14, s výhodou kruhová, jejíž horizontální průměr je větší než horizontální průměr talířové trysky 13.

- 45 Proudění kapaliny z destratifikačního zařízení 1 je ovlivněno výkonem destratifikačního čerpadla 121 a ztrátový součinitelem ξ , který je závislý na vstupní a výstupní ploše destratifikačního zařízení 1, když poměr vstupní plochy „S₁“ na sacím hrdle 1121 a výstupní plochy „S₂“ na talířové trysce 13 je dán vztahem:

$$S_2 : S_1 > (1 - \xi)^{0,5} .$$

Aerační zařízení 2 je v příkladném provedení podle obr. 4 tvořeno dutým vertikálně situovaným aeračním tělesem 21, které sestává ze spodního tubusu 211, do něhož je nasunut teleskopicky stavitelný vrchní tubus 212, vybavený na horním okraji sacím víkem 2121. Ke každému z tubusů 211, 212 aeračního tělesa 11 jsou připevněny plovákové členy 213 sloužící pro vyrovnávání kolísání hladiny 4. Spodní tubus 211 aeračního tělesa 21 je zakončen míchací komorou 22, ve které je umístěna aerační jednotka 23 sestávající z kalového aeračního čerpadla 231 a neznázorněného frekvenčního měniče otáček pro regulaci průtoku kapaliny aeračním tělesem 21. Do aeračního tělesa 21 je vsunuta aerační trubice 24, která je svým horním koncem vyvedena nad hladinu 4 do vzduchové komory 25 a dolním koncem do míchací komory 22, přičemž do vzduchové komory 25 nad hladinou 4 může být přiváděno aerační médium pro zvýšení aeračního účinku.

Jak je znázorněno na obr. 5 a obr. 6, k míchací komoře 22 je připojena rozváděcí jednotka 26 pro zajištění horizontálního usměrnění toku kapaliny. Rozváděcí jednotka 26 obsahuje tři nebo čtyři tvarovaná výtlačná ramena 261 trubkovitého tvaru, která jsou připevněna ke statoru 2311 aeračního čerpadla 231 a jsou bočně vyvedena z míchací komory 22, přičemž jejich vnější koncové části jsou v alternativním provedení buď osazeny směrem vně se rozšiřujícími difuzory 262 deskovitěho či trubkovitého tvaru nebo jednotlivá výtlačná ramena 261 mají v neznázorněném alternativním provedení nestejný délkový či šířkový rozměr.

Při činnosti systému je sací hrdlo 1121 horního tubusu 112 destratifikačního zařízení 1 umístěno pod vodní hladinou 4 v hloubce, která nebrání provozu na hladině 4. Stabilní hloubka ponoření destratifikačního tělesa 11 je zajištěna plováky 113, přičemž kolísání hladiny je vyrovnáváno teleskopicky pomocí zasouvání a vysouvání horního tubusu 112 v dolním tubusu 111. Při aktivaci destratifikační jednotky 12 je kapalina nad sacím hrdlem 1121 s vysokým obsahem rozpuštěného kyslíku nasávána do horního tubusu 112, kde v místě rotační komory 1123 prostupuje přes destratifikační čerpadlo 121 až do spodního tubusu 111, kde je poté prostřednictvím taliřové trysky 13 vypouštěna v horizontálním směru, přičemž pomocí žebrování 131 uvnitř trysky 13 je zabráněno nežádoucí rotaci kapaliny a tvorbě vírů. Výtok kapaliny průřezem trysky 13 způsobuje změnu tlaku vodní masy pod tryskou 13, čímž může docházet ke vzniku proudění způsobující vznos sedimentů v blízkosti dna 5. Proto tok kapaliny z destratifikačního tělesa 11 je po výstupu z trysky 13 dále usměrňován prostřednictvím vodicí desky 14, přičemž vzdálenost vodicí desky 14 ode dna 5 nádrže je dána průtokovým množstvím kapaliny, které je závislé na výkonu destratifikačního čerpadla 121. Průtok kapaliny destratifikačním tělesem 11 je regulován pomocí destratifikační jednotky 12, kdy změnou otáček je možno měnit množství promíchané vody v nádrži. Destratifikační jednotku 12 je možné nastavit i na reverzní chod s prouděním kapaliny opačným směrem, tedy k vodní hladině 4, čímž je umožněno jednak vypláchnutí ochranného filtru 1122 na sacím hrdle 1121 a jednak rozvíření či čeření vodní hladiny 4 způsobující okysličení kapaliny pod vodní hladinou 4.

Rovněž sací víko 2121 vrchního tubusu 212 aeračního zařízení 2 je při činnosti systému umístěno pod vodní hladinou 4. Stabilní hloubka ponoření aeračního tělesa 21 aeračního zařízení 2 je zajištěna plovacími členy 213, přičemž kolísání hladiny 4 je opět vyrovnáváno teleskopicky pomocí zasouvání a vysouvání vrchního tubusu 212 ve spodním tubusu 211. Při aktivaci aeračního čerpadla 231 je kapalina nad sacím víkem 2121 s vyšším obsahem rozpuštěného kyslíku nasávána přes aerační těleso 21 do míchací komory 22, do které je současně aerační trubicí 24 ejektorovým efektem přísávan vzduch ze vzduchové komory 25. Výsledná směs vody a kyslíku je při výstupu z míchací komory 22 usměrňovaná pomocí výtlačných ramen 261 rozváděcí jednotky 26, čímž se snižuje možnost vzniku víru pod aeračním zařízením 2.

Způsob redukce sinic ve vodních nádržích systémem dle technického řešení je založen na principu vysokého obohacení všech jednotlivých vrstev vodního prostředí kyslíkem, což má za následek omezení výskytu sinic z důvodu změny biotických a abiotických podmínek ve vodním prostředí. Účinné okysličení celého vodního sloupce je umožněno pomocí kombinace umělého okysličování a promíchávání. Okysličování je prováděno aeračním zařízením 2, kdy je voda pod hladinou 4 s relativně vyšším obsahem kyslíku nejprve nasávána do míchací komory 22, kde je současně přiváděno aerační trubicí 24 aerační médium 251 ze vzduchové komory 25, a vzájemným promícháním pomocí aerační jednotky 23 s možností regulace průtoku kapaliny vzniká

vodní směs s vysokým obsahem kyslíku. Tato vodní směs je prostřednictvím rozváděcí jednotky 26 vypouštěna a usměrňována do anoxických vrstev vodního sloupce, zejména v blízkosti dna 5. Pro vyšší účinnost oxidace může být aerační médium 251 do vzduchové komory 25 a dále do aerační trubice 24 vháněno pomocí neznázorněného kompresorového zařízení. Čím více kyslíku může být u dna vypuštěno, tím vyšší bude účinnost oxidace. Promíchávání je prováděno destratifikacním zařízením 1, kdy je opět voda pod hladinou 4 s relativně vyšším obsahem kyslíku nejprve pomocí destratifikační jednotky 12 s možností regulace průtoku kapaliny nasávána do rotační komory 1123 destratifikačního tělesa 11, a poté je vypouštěna z destratifikačního tělesa 11

10 skrze talířovou trysku 13 do anoxických vrstev vodního sloupce, zejména v blízkosti dna 5, přičemž voda může být vypouštěna v podobě mnoha horizontálních proudů nebo rotačně rozptylována. Proudů okysličené vody z aeračních zařízení 2 a destratifikačních zařízení 1 se stékají ve soutokovém bodě „A“, kde směrem k hladině 4 vyvolávají vertikální okysličovací proud „V“ s minimální rychlostí kapaliny „v“ $> 2 \text{ cm/s}$. K přenosu kyslíku do ostatních vrstev vodního sloupce dochází při pohybu kyslíku či vodní směsi směrem vzhůru k vodní hladině 4 a současně

15 je pomocí protiproudových bariérových prvků 3 zabráněno vzniku vnosu sedimentu a nežádoucích vodních proudů.

Průmyslová využitelnost

Zařízení podle technického řešení může být používáno k čištění povrchových vodních nádrží vzniklých přirozeně či umělou výstavbou přehradní hráze na vodním toku, kdy prostřednictvím

20 cíleného okysličení a vertikálního přeskupení vodní masy je dosaženo významné redukce sinic ve vodní nádrži.

N Á R O K Y N A O C H R A N U

1. Systém redukce sinic ve vodních nádržích prostřednictvím změny biotických a abiotických podmínek a principu obohacení vodního prostředí kyslíkem pomocí využití aeračního zařízení

25 (2) a destratifikačního zařízení (1), **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je tvořen alespoň jednou základní aeračně-destratifikační sestavou obsahující jednak minimálně jedno destratifikační zařízení (1), sestávající z teleskopicky uspořádaného dvoutubusového destratifikačního tělesa (11), které je vybaveno ovladatelnou destratifikační jednotkou (12), a jednak minimálně jedno aerační

30 zařízení (2), sestávající z teleskopicky uspořádaného dvoutubusového aeračního tělesa (21), které je opatřeno regulovatelnou aerační jednotkou (23), přičemž destratifikační zařízení (1) a aerační zařízení (2) jsou vybavena kotvicími členy (6), jsou pod nimi umístěny protiproudové bariérové prvky (3) a jsou bateriově uspořádána v součinné vzdálenosti „L“, jejíž maximální hodnota je dána vztahem

$$L = 70 \text{ m.}$$

35 2. Systém redukce sinic ve vodních nádržích podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že kotvicí člen (6) sestává z jednak kotvicí desky (61) situované na dně (5) nádrže a jednak z kotvicího kloubu (62) pro upevnění spojovacího členu (7) vytvořeného ve formě tyče nebo lana nebo táhla nebo řetězu, propojujícího destratifikační zařízení (1) a/nebo aerační zařízení (2) s kotvicím členem (6).

40 3. Systém redukce sinic ve vodních nádržích podle některého z nároků 1 a 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že protiproudový bariérový prvek (3) je situován nad kotvicí deskou (61) kotvicího členu (6), sestává ze sady sít a/nebo záclon, je umístěn ve vertikálním nebo horizontálním nebo šikmém směru, přičemž je upevněn pevně nebo visutě s alespoň jedním volným okrajem.

45 4. Systém redukce sinic ve vodních nádržích podle některého z nároků 1 až 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že destratifikační zařízení (1) je tvořeno dutým vertikálně situovaným destrati-

fikačním tělesem (11), které sestává z dolního tubusu (111), do něhož je nasunut teleskopicky stavitelný horní tubus (112), kde ke každému z tubusů, a to hornímu tubusu (112) a spodnímu tubusu (111), jsou připevněny plováky (113) pro vyrovnávání kolísání hladiny (4) a nastavení hloubky provzdušňovací hladiny, přičemž horní tubus (112) je vybaven jednak vstupním sacím hrdlem (1121) opatřeným ochranným filtrem (1122) a jednak rotační komorou (1123), v níž je umístěna destratifikační jednotka (12), a kde dolní tubus (111) je opatřen výstupní talířovou tryskou (13) s žebrováním (131), pod kterou je umístěna horizontální vodící deska (14), jejíž horizontální průměr je větší než horizontální průměr talířové trysky (13).

5. Systém redukce sinic ve vodních nádržích podle některého z nároků 1 až 4, **v y z n a č u - j í c í s e t í m**, že destratifikační jednotka (12) sestává z destratifikačního čerpadla (121) propojeného s výhodou s frekvenčním měničem otáček pro regulaci průtoku kapaliny destratifikačním tělesem (11), přičemž destratifikační jednotka (12) je vybavena prvky pro umožnění nastavení reverzního chodu proudění kapaliny.

6. Systém redukce sinic ve vodních nádržích podle některého z nároků 1 až 5, **v y z n a č u - j í c í s e t í m**, že destratifikační zařízení (1) je vytvořeno tak, že poměr vstupní plochy „S₁“ na sacím hrdle (1121) a výstupní plochy „S₂“ na talířové trysce (13) je dán vztahem:

$$S_2 : S_1 > (1 - \xi)^{0.5},$$

kde (ξ) je ztrátový součinitel výkonu destratifikační jednotky (12).

7. Systém redukce sinic ve vodních nádržích podle některého z nároků 1 až 6, **v y z n a č u - j í c í s e t í m**, že aerační zařízení (2) je tvořeno dutým vertikálně situovaným aeračním tělesem (21), které sestává ze spodního tubusu (211), do něhož je nasunut teleskopicky stavitelný vrchní tubus (212), kde vrchní tubus (212) je vybavený na horním okraji sacím víkem (2121) a kde spodní tubus (211) je zakončen na spodním konci míchací komorou (22) s aerační jednotkou (23), kdy k míchací komoře (22) je připojena rozváděcí jednotka (26) pro horizontální usměrnění toku kapaliny, přičemž ke každému z tubusů, a to spodnímu tubusu (211) a vrchnímu tubusu (212), jsou připevněny plovákové členy (13) pro vyrovnávání kolísání a nastavení provzdušňovací hladiny (4) a do aeračního tělesa (21) je vložena aerační trubice (24), která je svým horním koncem vyvedena nad hladinu (4) do vzduchové komory (25) a dolním koncem do míchací komory (22).

8. Systém redukce sinic ve vodních nádržích podle některého z nároků 1 až 7, **v y z n a č u - j í c í s e t í m**, že aerační jednotka (23) sestává z kalového aeračního čerpadla (231) propojeného s výhodou s frekvenčním měničem otáček pro zajištění regulace průtoku kapaliny aeračním tělesem (11).

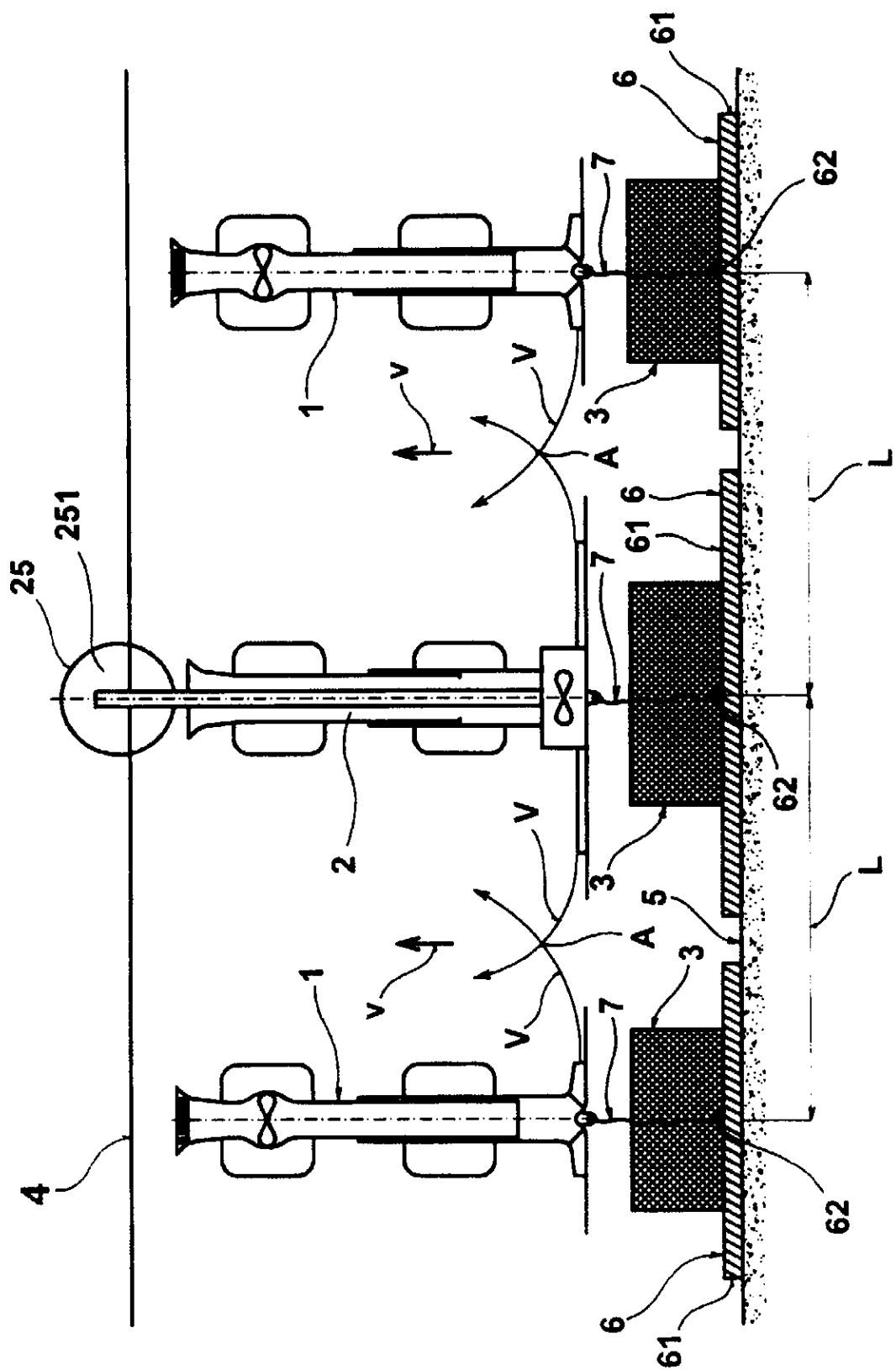
9. Systém redukce sinic ve vodních nádržích podle některého z nároků 1 až 8, **v y z n a č u - j í c í s e t í m**, že vzduchová komora (25) aeračního zařízení (2) je umístěna nad hladinou (4) a je naplněna aeračním médiem (251) pro zvýšení aeračního účinku.

10. Systém redukce sinic ve vodních nádržích podle některého z nároků 1 až 9, **v y z n a č u - j í c í s e t í m**, že rozváděcí jednotka (26) aeračního zařízení (2) obsahuje alespoň dvě výtlačná ramena (261), která jsou připevněna ke statoru (2311) aeračního čerpadla (231) a jsou bočně vyvedena z míchací komory (22).

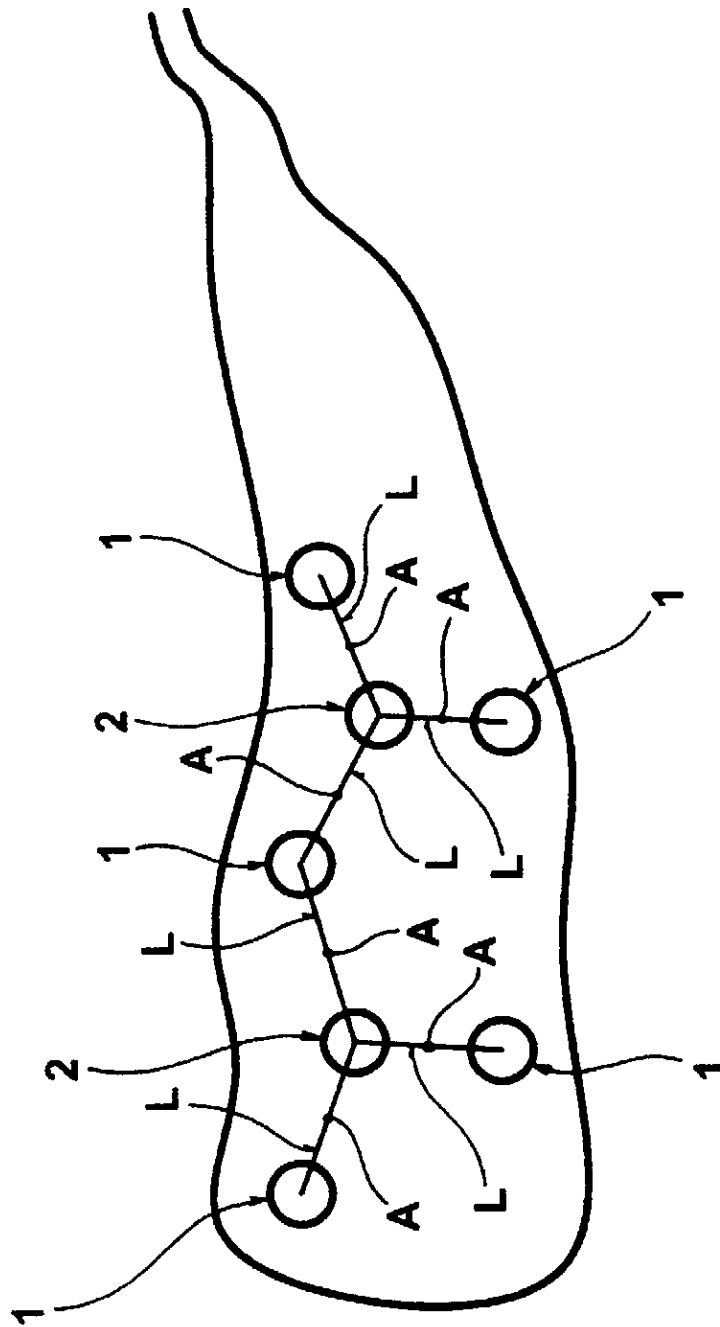
11. Systém redukce sinic ve vodních nádržích podle některého z nároků 1 až 10, **v y z n a č u - j í c í s e t í m**, že výtlačná ramena (261) rozváděcí jednotky (26) aeračního zařízení (2) mají nestejný délkový či šířkový rozměr a/nebo jsou opatřena koncovými difuzory (262).

Seznam vztahových značek:

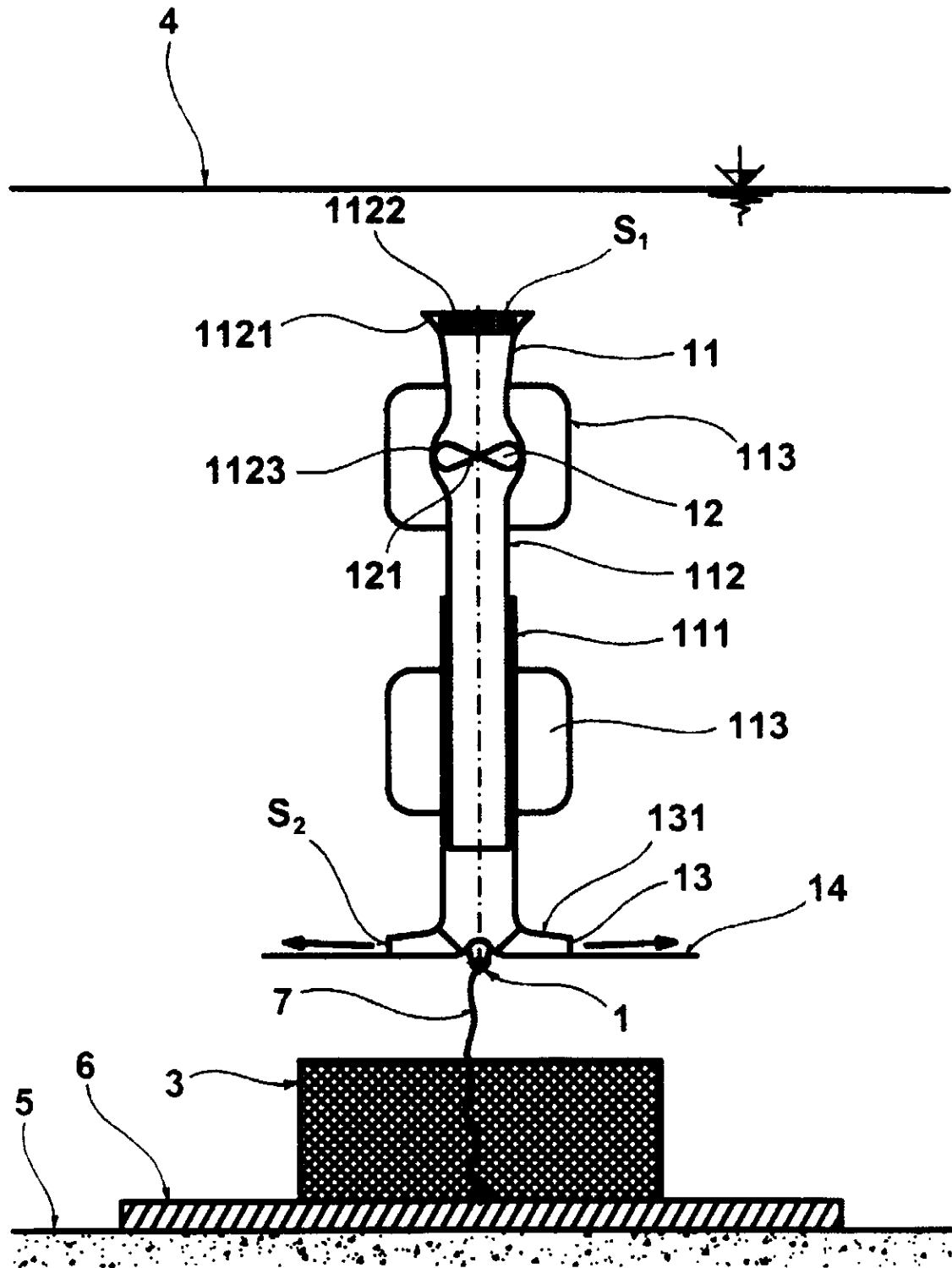
1	destratifikační zařízení
11	destratifikační těleso
111	dolní tubus
112	horní tubus
1121	sací hrdlo
1122	ochranný filtr
1123	rotační komora
113	plovák
12	destratifikační jednotka
121	destratifikační čerpadlo
13	talířová tryska
131	radiální žebrování
14	vodicí deska
2	aerační zařízení
21	aerační těleso
211	spodní tubus
212	vrchní tubus
2121	sací víko
213	plovákový člen
22	míchací komora
23	aerační jednotka
231	aerační čerpadlo
2311	stator
24	aerační trubice
25	vzduchová komora
251	aerační medium
26	rozdávěcí jednotka
261	výtlačné rameno
262	difuzor
3	bariérový prvek
4	hladina
5	dno
6	kotvicí člen
61	kotvicí deska
62	kotvicí kloub
7	spojovací člen
„A“	soutokový bod
„L“	součinná vzdálenost
„V“	okysličovací proud
„v“	rychlost kapaliny
ξ	ztrátový součinitel
„S ₁ “	vstupní plocha destratifikačního tělesa
„S ₂ “	výstupní plocha destratifikačního tělesa.



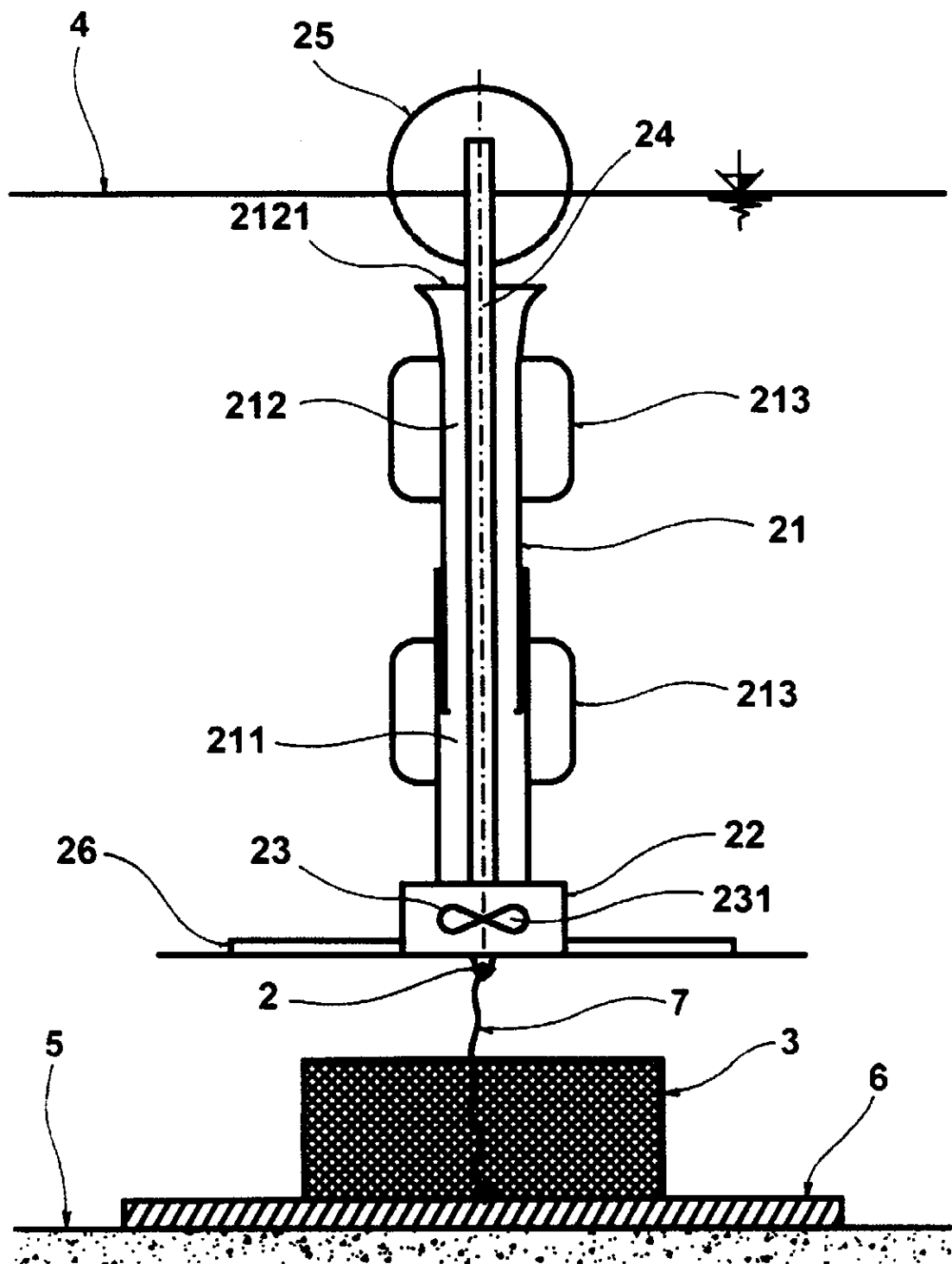
OBR. 1



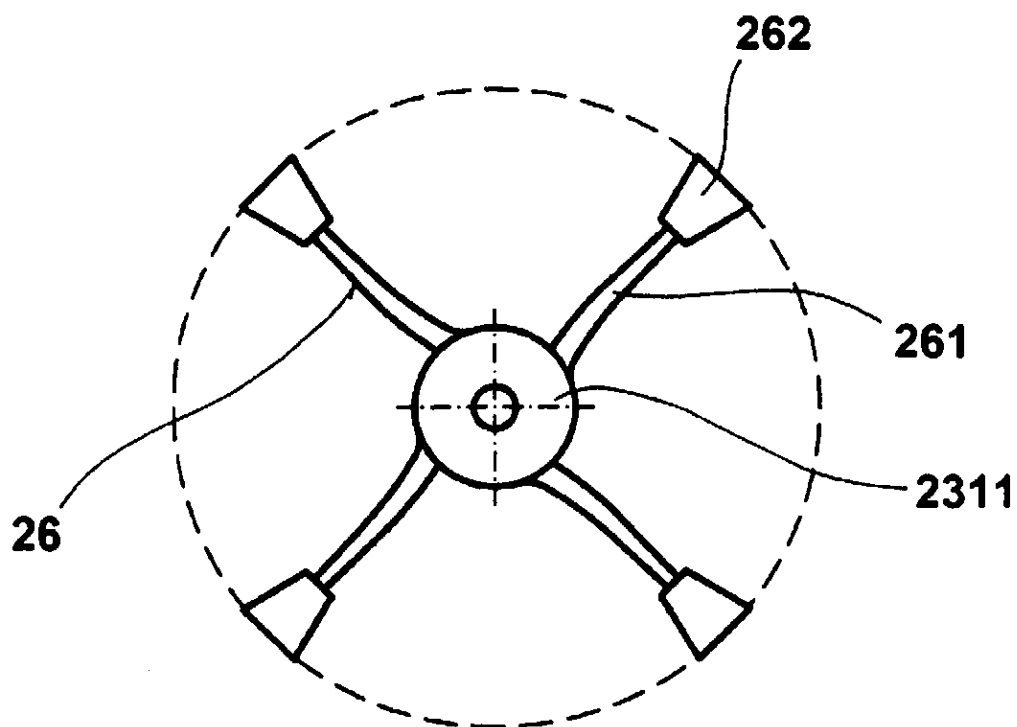
OBR. 2



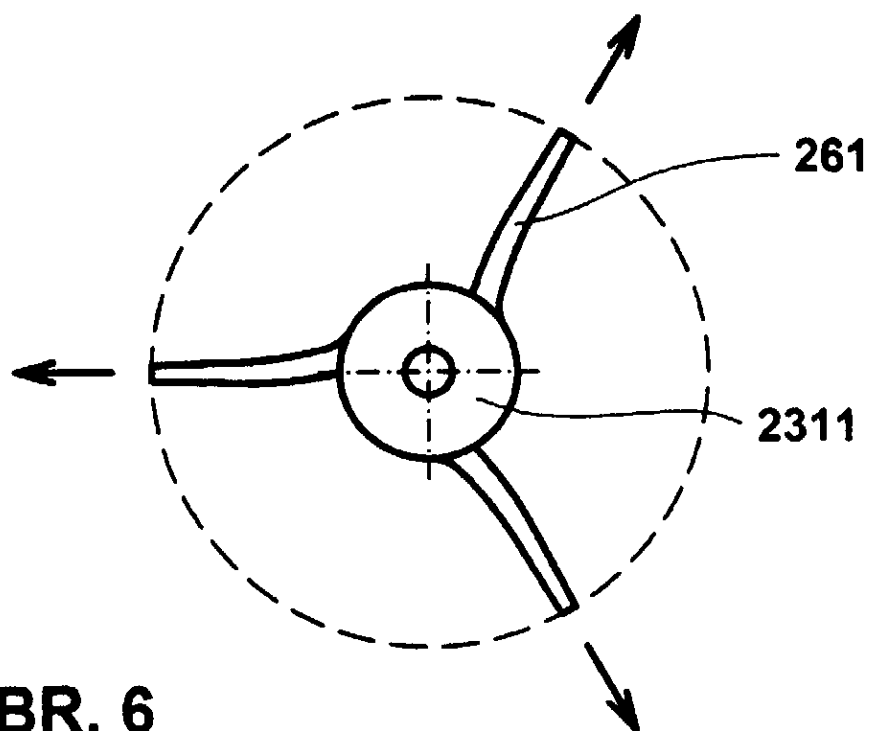
OBR. 3



OBR. 4



OBR. 5



OBR. 6

Konec dokumentu