

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

ZAŘÍZENÍ PRO VNOS KYSLÍKU DO VODY

DEVICES FOR OXYGEN ADDING INTO WATER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

L'UBOŠ CHMATIL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. JAROSLAV ŠTIGLER, Ph.D.

BRNO 2008

ANOTACE

Předložená práce obsahuje teoretickou část, která podrobněji vysvětluje problematiku zařízení na vnos kyslíku do vody, principy, které je možné využít pro vnos kyslíku do vody, oblasti v kterých je tyto zařízení možné využít a jejich rozbor.

ANNOTATION

This thesis includes the theoretical part explaining problematic of devices for oxygen adding into water, principles that can be used for adding oxygen into water, areas where can be these devices used and their analysis.

KLÍČOVÉ SLOVÁ

Aerace, vnos kyslíku do vody, zařízení pro vnos kyslíku do vody, aerační zařízení, flotace, čištění vody

KEY WORDS

Aeration, oxygen adding into water, devices for oxygen adding into water, aerating devices, water cleaning

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Chmatil, L. *Zařízení na vnos kyslíku do vody*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav, 2008, 22 s. Vedoucí bakalářské práce Ing Štigler Jaroslav, PhD.

PREHLÁSENIE

Čestne prehlasujem, že som uvedenú bakalársku prácu vypracoval samostatne s použitím ďalej uvedenej odbornej literatúry.

V Brne dňa 20.5.2008

POĎAKOVANIE

Veľké poďakovanie vyjadrujem pánovi Ing. Jaroslavovi Štiglerovi, Ph.D. za rady a spoluprácu pri riešení problematiky a tiež za poskytnutie cenných informácií a pripomienok.

OBSAH

ÚVOD	11
1. VNOS KYSLÍKU DO VODY	12
1.1 Čistenie vody pomocou vnosu kyslíka	12
1.1.1 Použitie hydrocyklónov pri čistení vody.....	12
1.1.2 Použitie flotácie pri čistení vody.....	14
1.1.3 Použitie biologických rototov pri čistení vody.....	15
1.1.4 Ďalšie využitie aerátorov v praxi.....	16
1.2 Druhy vnosu kyslíku do vody	16
1.2.1 Gravitačné prevzdušňovanie.....	16
1.2.2 Mechanická aerácia.....	16
1.2.3.Pneumatická aerácia.....	17
1.2.4 Hydropneumatická aerácia.....	17
2. ZARIADENIA NA VNOS KYSLÍKU DO VODY	18
2.1 Aeračná turbína HKA	18
2.1.1 Popis funkcie.....	18
2.1.2 Princíp činnosti.....	19
2.1.3 Technické údaje.....	20
2.1.4 Použitie.....	20
2.1.5 Prednosti a vlastnosti.....	21
2.1.5 Účinnosť čistenia.....	21
2.2 Ponorné axiálne miešacie a prevzdušňovacie zariadenie PAMP	21
2.2.1 Princíp funkcie, využitie.....	22
2.2.2 Technické údaje.....	22
2.2.3 Použitie.....	22
2.2.4 Prednosti, výhody a vlastnosti.....	23
2.3 Prevzdušňovacia turbína BSK GIGANT	24
2.3.1 Popis funkcie, použitie.....	24
2.3.2 Prednosti a vlastnosti.....	24
2.4 Membránové jemnobublinové elementy	25
2.4.1 Popis.....	25
2.4.2 Využitie.....	25
2.4.3 Vnos kyslíka.....	25
2.4.4 Výhody a charakteristika.....	26
2.5 AM- Ponorný aerátor – mixér	26
2.5.1 Použitie.....	26
2.5.2 Konštrukcia a charakteristika.....	26
2.5.3 Výhody a vlastnosti.....	27
2.6 Ponorné dúchadlo s bočným otvorom	27
2.6.1 Charakteristika.....	27
2.6.2 Použitie.....	28
2.7 Ostatné zariadenia na vnos kyslíka do vody	28

2.7.1 Kaskády.....	28
2.7.2 Ventilačné panvy, veže.....	29
2.7.3 Tryskové prevzdušňovače.....	30
2.7.4 Difúzorový prevzdušňovač.....	31
2.8 Zhrnutie a porovnanie aeračných zariadení.....	32
3. ZÁVER.....	33
4. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	34

ÚVOD

Obsah kyslíku vo vode je dôležitá vlastnosť, ktorú u vody sledujeme. Obsahu kyslíku sa pohybuje v hodnotách, ktoré môžu byť pre naše konkrétne požiadavky dostačujúce, nedostačujúce alebo príliš vysoké. V prípade, že hodnota obsahu kyslíku vo vode je pre nás nedostačujúca, je potrebné ju zvýšiť. Tento dej sa uskutočňuje prostredníctvom vnosu kyslíku do vody, na čo nám slúžia mnohé prístroje, zariadenia, systémy. Vnos kyslíku do vody sa dá uskutočniť aj bez pomoci ľuďmi skonštruovaných zariadení, a to prirodzenou formou alebo inými spôsobmi vytvorenými v prírode – medzi prírodné spôsoby možno zahrnúť napríklad aj vodopády. Vnos kyslíku do vody je dej, ktorý je v praxi, najmä priemyselnej, hojne využívaný, a to prakticky všade tam kde potrebujeme zmeniť kvalitatívne vlastnosti vody, či už odstrániť znečistenie, nevhodné látky a častice, alebo len zvýšiť obsah kyslíka vo vode. Ako príklady využitia vnosu kyslíku do vody možno uviesť všeobecne známe čistiare odpadových vôd, úpravu pitnej vody, rybníkárstvo, akvaristiku a pod. Je to obzvlášť dnes, kedy sa problematika kvality vody, stále sa zvyšujúci nedostatok pitnej vody vo svete, ekológia a znečistenie vody stávajú vážnymi problémami, ktoré sa snažia vlády, organizácie a firmy vyriešiť a odstrániť, alebo aspoň eliminovať.

Cieľom tejto práce je oboznámiť čitateľov s dôležitosťou vnosu kyslíku do vody, princípmi, ktoré je možné využiť pri vnose kyslíku do vody, popísať jednotlivé typy aeračných zariadení, zistiť ich výhody a nevýhody, vhodnosť použitia, a zistiť oblasti, v ktorých aeračné zariadenia nachádzajú uplatnenie.

1. VNOS KYSLÍKU DO VODY

Cieľavedomý vnos kyslíku do vody je dej, pri ktorom dochádza k vnášaniu kyslíku (plynného) do kvapaliny (vody), dochádza k nemu úmyselne a cieľavedome za účelom zvýšenia kvality vody, odstránenia nečistôt a nevhodných častíc za pomoci rôznych zariadení a prístrojov fungujúcich na viacerých princípoch. Taktiež k tomuto vnosu dochádza aj v prírode, a to prirodzenou cestou, bez pričinenia sa človeka a jeho činnosti. Táto oblasť je ale pre nás pri riešení zariadení na vnos kyslíku do vody prakticky nepodstatná. Vnos kyslíku nastáva všade tam, kde sa do vody vnáša alebo dostáva vzduch, a to preto, lebo kyslík patrí medzi základné plyny obsiahnuté vo vzduchu (vzduch obsahuje približne 21% kyslíku). Vnos kyslíku do vody je teda úzko spojený s vnosom vzduchu (a tým pádom súčasne aj kyslíku) do vody – alebo tiež prevzdušňovaním, takzvanou aeráciou vody.

Vnos kyslíku do vody je ovplyvnený mnohými faktormi, medzi ktoré patria teplota vody a vzduchu, kvalita vody (hlavne obsah rôznych látok, častíc). Tieto faktory ovplyvňujú aj veľkosť vzduchovej bubliny vytvorenej pri vnose kyslíku do vody (veľkosť bubliny je podstatne ovplyvnená aj zariadením na vnos kyslíku do vody, jeho parametrami a konštrukciou). Veľkosť vzduchovej bubliny obsahujúcej kyslík je dôležitá v praktickom využití aerácie.

1.1 ČISTENIE VODY POMOCOU VNOSU KYSLÍKA

Najvýznamnejšie uplatnenie vnosu kyslíka do vody je v súčasnosti v čistení a úprave kvality vody. Pri tomto procese sa využíva viacerých spôsobov vnosu a tým pádom aj veľké množstvo rôznych zariadení a prístrojov, ktoré tento dej vykonávajú. Čistenie vody rozlišujeme na čistenie mechanické (vodu zbavujeme mechanických nečistôt), čistenie chemické (vodu zbavujeme chemických nečistôt) a čistenie biologické (zbavovanie vody biologických nečistôt).

Význam okysličovania (vnosu kyslíku do vody) je v biologickom a mechanickom čistení.

1.1.1 Použitie hydrocyklónov pri čistení vody

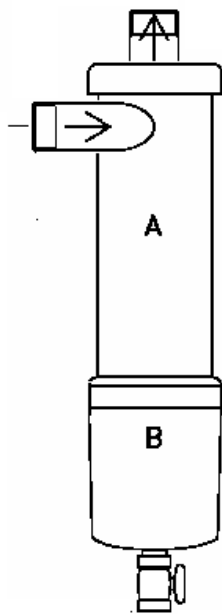
Z dôvodu cenových a priestorových požiadaviek kladených na zariadenia na vnos kyslíku do vody je snaha používať cenovo málo náročné a rizikové zariadenia. V zhode s hľadaním riešení týchto požiadaviek bola snaha dosiahnuť tento požadovaný cieľ okysličovaním vody za použitia hydrocyklónov.

Hydrocyklóny síce nie sú primárne určené na vnos kyslíku do vody, tento jav nastáva alebo môže nastať ako sprievodný. Primárnou úlohou hydrocyklónov je filtrovanie chemicky čistej a neagresívnej vody s obsahom pevných častíc. Hydrocyklóny nie sú určené na čistenie a filtrovanie zápalných, agresívnych a inak chemicky znečistených kvapalín. Možno ich použiť na čistenie vody z vrtov a studní v domácnostiach, rekreačných oblastiach, záhradách a podobne.

Voda je vedená hydrocyklónom vysokou silou a urýchľovaná vírom, ktorý oddeľuje nežiaduci materiál z vody s možným znečistením vďaka rozdielnym hmotnostiam a hustotám vody a nečistôt. Ťažšie častice sú vyhodené a dopravené na koniec prístroja spolu s menším množstvom vody a čistená voda je dopravovaná na opačný koniec a potom ďalej von. Touto cestou možno požadovať nielen oddelenie častíc, ktoré sú ťažšie než voda, ale tiež zložiek ako sú napríklad kvapka oleja alebo kvapky rozpúšťadiel.

Odkedy zariadenia na vnos kyslíku do vody pozostávajú z cyklónov a vodné pumpy môžu byť porovnateľne menšie a ľahko prenosné, hydrocyklóny môžu byť tiež umiestnené na ďalších lokalitách, kde predtým mohli byť použité len biologické rotory a biologické filtre. Týmito miestami sú napríklad jazerá, priehrady, ale tiež aj autoumyvárne. Tým pádom je možné vďaka veľkosti a jednoduchosti použiť toto zariadenie v blízkosti znečistenia. Dočasný odtok a pridávanie látok z obrábanej pôdy môže byť kompenzovaný v blízkosti zdroja (pôdna erózia, znečistenie pôdy). Nedostatok kyslíka ústiaci v úhyn rýb, ktorý ľahko nasleduje po vypustení materiálu do vody, nemusí nastať (využitie v rybníkárstve). Príkladom a ukážkou využitia týchto zariadení v rybníkoch, malých nádržiach, sú napríklad pumpa s motorom a cyklón, ktoré sa aranžujú na raft. Raft sa dá dokonca ukotviť spôsobom, že voda bude usmernene prúdiť okolo raftu. S vhodnými rozmermi cyklónu a porovnateľných malých púmp je možné dosiahnuť požadovaného efektu usmerneného prúdenia vody.

Ak je požadované, okysličujúce cyklóny môžu byť použité na dosiahnutie rôznych druhov čistenia odrazu. Okrem okysličovania môžu oddeľovať ťažké, neorganické častice, a to tiež ak má cyklón svoj pracovný bod v hornej časti zariadenia. Horná časť (A) postúpi ťažký materiál do usadzovacej nádrže. Voda dopravená do dolnej časti obsahuje vzduch, ktorý je tlačенý dole do nádrže tlakom a rýchlosťou vody. Od momentu kedy existuje nadbytok vzduchu vo vode vo forme bubliniek, tieto bublinky stúpajú k hladine a zdvíhajú so sebou malé znečistenia k povrchu, kde tvoria penu, ktorá je neskôr odstránená.



Obr. 1.1: Hydrocyklón [9]

Hoci použitie cyklónov nevedie k požadovanému tvaru oddeľovania znečistenia a nečistí vodu úplne (vo vode je malá úroveň zbytkových nečistôt), možno túto vodu však aj naďalej použiť v praxi – jedná sa teda o vodu nie pitnú, ale len úžitkovú. Zbytkový kusok nečistôt nepotrebuje byť ihneď z vody odstránený, ale môže ostať po celý čas v časti s nečistotami (usadzovacia nádrž B), zatiaľ čo čistá voda sa môže oddeliť a použiť k danému účelu. Čistá voda odteká, najvhodnejším riešením je cez rezervoár – nedochádza k zmiešaniu čistej vody a nečistôt. Čistenie môže byť týmto spôsobom viac účinné, keď zamedzíme cyklónu vziať veľmi malé množstvo čistej vody (obsahujúcej ešte stále isté množstvo drobných nečistôt), ktoré by bolo prepravené k rezervoáru, voda teda dosiahne vyššej kvality. Ľahšie nečistoty môžu byť postupne prepravené do usadzovacej nádrže, ktorú potom treba v prípade potreby vyprázdňovať. Voda usadzovacej nádrže môže byť vypustená pomocou uzáveru a potom odtečie.

Aby hydrocyklóny fungovali dostatočne dobre, je cenovo náročné zostaviť zariadenia s požadovanými vlastnosťami, z tohto dôvodu tento systém nie je vo veľkej miere využívaný v biologickom čistení vody. Zaujímavý technologický dôvod na ich využitie alebo výskum je, že vo vnútri hydrocyklónov je vytvorený podtlak, ktorý indukuje vnos vzduchu a tým pádom aj kyslíku do vody.

1.1.2 Použitie flotácie pri čistení vody

Flotácia je fyzikálny dej, pri ktorom dochádza k vynášaniu pevných, v kvapaline suspendovaných častíc, jemnými bublinkami vzduchu k hladine.. Je to fyzikálne – chemický proces separácie látok z vody vynášaním pomocou vzduchu a kyslíku na hladinu, kde sa látky neskôr odstránia. Tento dej je založený na princípe molekulovej príľnavosti separovaných látok k povrchu rozhrania dvoch fáz, najčastejšie plynu a vody.

Flotácia je dej, ktorý sa vo veľkej miere využíva v procese čistenia a úpravy vody. V prípade čistenia vody pomocou vzduchu je flotácia základným fyzikálnym dejom, ktorý sa pri tomto čistení využíva. Súčasťou vnosu vzduchu do vody je aj vnos kyslíku, a to z dôvodu že kyslík patrí medzi základné plyny obsiahnuté vo vzduchu a atmosfére.

Aby sme mohli flotáciu uskutočniť, je potreba predtým vniesť do vody dostatočné množstvo vzduchu, a zabezpečiť ich stály prísun. Do znečistenej a riešenej vody sa vnáša vzduch a ten uvoľnený vo forme bubliniek stúpa nahor smerom k hladine, cestou na seba viaže nečistoty, strháva ich so sebou smerom k hladine. Nečistoty príľnuté na bublinku vzduchu sa pohybujú vplyvom vztlakovej sily. Tam sa potom tieto nečistoty jednoducho odstránia preč, pozbierajú. Flotácia je teda dej, kde je nevyhnutným predpokladom pre uskutočnenie vysoký obsah vzduchu vo vode a teda je potrebný vnos vzduchu do vody, aby tento dej mohol aj naďalej prebiehať.

Flotácia sa delí na:

- prirodzenú;
- fyzikálnu: podtlaková, tlaková, beztlaková;
- chemickú;
- elektroflotáciu;
- biologickú flotáciu;
- iónovú flotáciu.

Prirodzená flotácia

Prirodzená flotácia je dej pri ktorom nastáva prosté vyplavovanie suspendovaných látok na hladinu kvapliny s hustotou menšou ako je hustota kvapaliny. Prejavuje sa napríklad u dispergovaných ľahkých olejov a pod.

Fyzikálna flotácia

Fyzikálna flotácia je založená na zložitom fyzikálnom procese zachycovania látok na bublinkách plynu. Bublínková tlaková flotácia je najčastejšie používaným spôsobom flotácie. Podľa toho, akým spôsobom sa vytvárajú bublinky, ju delíme na podtlakovú (uvoľňovanie plynu podtlakom), tlakovú (uvoľňovanie bubliniek z nasýtenej vody tlakom) a beztlakovú (vzduch sa vháňa do flotačnej jednotky za normálneho tlaku).

Chemická flotácia

Chemická flotácia je spôsob, pri ktorom vnášanie látok spôsobujú bublinky plynu, ktorý sa tvorí z do vody pridanej chemikálie (napr. peroxid vodíka).

Biologická flotácia

Biologická flotácia využíva pre separáciu nečistôt plyn, ktorý je produktom životných pochodov baktérií.

Elektroflotácia

Elektroflotácia pracuje na princípe tvorby plynu elektrolýzou vody. Iónová flotácia je druh elektroflotácie, ktorá sa vykonáva pridávaním do vody aktívnych iónov s nábojom opačným ako majú ióny separovaných látok. Vzduchové bubliny potom adsorbujú aktívnu látku spolu so separovanými látkami.

Tlaková flotácia

Tlaková flotácia sa zaraďuje k fyzikálnej flotácii a je najčastejšie používanou flotáciou, pretože je i najlepšie preskúmanou. Pri tomto druhu flotácie sa kvapalina nasýti tlakovým vzduchom a proces flotácie prebieha buď v nádrži s podtlakom alebo v otvorenej nádrži. Pri znížení tlaku sa uvoľňujú jemné vzduchové bublinky o veľkosti niekoľko desiatok mikrometrov, ktoré vynášajú suspendované látky na hladinu. Flotovateľnosť upravovanej vody sa určuje statickými flotačnými testami. Na výsledný efekt tlakovej flotácie majú okrem konštrukčných prvkov flotačného zariadenia taktiež vplyv vzájomne sa ovplyvňujúce technologické parametre, ako napr. doba zdržania, sýtiaci pretlak a množstvo vzduchu.

1.1.3 Použitie biologických rotorov pri čistení vody

Hlavnú časť nečistôt, ktoré v súčasnosti znižujú kvalitu vody, je znečistenie organickým materiálom. V snahe čistiť znečistenú vodu od organického materiálu sa používa biologický filter alebo tiež biologický rotor. Tento spôsob ako sa starať o organický materiál je v praxi tiež využívaný a rozloženie organických nečistôt je dosiahnuté mikroorganizmami. Biologické rotory sú napríklad z vlnitého plastického materiálu, ktorý vytvára vďaka vlnitosti veľký priestor pre mikroorganizmy. Polovica rotora je skrytá pod vodou, aby čistila, plastický povrch s mikroorganizmami uloženými na nej tvorí kontakt s vodou obsahujúcou organické nečistoty.

Výživnou a potrebnou látkou pre mikroorganizmy je kyslík. Ten sa dostáva k mikroorganizmom z vody alebo vzduchu, pričom vnos zo vzduchu do vody nastáva pomocou rotácie rotorov. Keď nastane dostačujúci rast mikroorganizmov, zväčšujúci sa materiál nečistôt začne strácať hrúbku na vrstve, odlupuje sa a padá ako vločka z rotora dole do vody na dno nádrže. Organický materiál je touto cestou premenený do bahnitej zložky, ktorá môže byť odfiltrovaná dávajúc výslednú čistejšiu vodu. Toto biologické čistenie má ale nevýhodu - a tou je, že vyžaduje vhodné strojové zariadenie. Povrch biologického rotora alebo biologického filtra vyžadujú veľké plochy a taktiež v tomto prípade existuje riziko preťaženia a nevhodného chodu.

1.1.4 Ďalšie využitie aerátorov v praxi

Zariadenia na vnos kyslíku do vody majú široké uplatnenie v praxi. Okrem vyššie zmieneného čistenia a úpravy vody sa tiež využívajú aj v ďalších oblastiach, tými sú hlavne rybochovné stanice a rybochovné zariadenia, akváriá.

K dôležitým využitiam podobným čisteniu vôd sa tiež radia prevzdušňovacie nádrže, kalové nádrže a kalové stabilizátory, kanálové prevzdušňovanie. Aerátory sa využívajú aj v prerušovaných prevzdušňovacích procesoch.

Podstatnú úlohu zohrávajú aeračné zariadenia tam, kde treba do vody dodať kyslík alebo vzduch ako látku nevyhnutnú pre život živočíchov – napríklad rýb. Do tejto oblasti možno zaradiť rybníky, rybochovné stanice, akvaristické prevzdušňovanie – jazerá, chovné rybníky, akváriá. Zariadenia dodávajú (vnášajú do vody) dostatočné množstvo kyslíka, a vytvárajú tak vhodné podmienky pre život rýb.

Ďalšie možnosti využitia, hlavne ale v súvislosti s čistením vody, sú uvedené pri konkrétnych zariadeniach pre vnos kyslíka do vody, ktoré sú rozobraté v tejto práci.

1.2 DRUHY VNOSU KYSLÍKU DO VODY

Počas prevzdušňovania vody dochádza okrem vnosu iných plynov do vody aj k vnosu kyslíku ktorý je obsiahnutý vo vzduchu (obsah kyslíka vo vzduchu je 21%). Práve vnos kyslíku do vody je pri prevzdušňovaní vody – aerácii vody, dejom pre nás podstatným a požadovaným. Existuje viacero druhov (spôsobov) vnosu kyslíku do vody, k základným patria gravitačné prevzdušňovanie, mechanická, pneumatická a hydropneumatická aerácia.

1.2.1 Gravitačné prevzdušňovanie

Gravitačné prevzdušnenie je základný typ aerácie, dochádza k nemu aj samovoľne v prírode, napríklad u vodopádov. Pri gravitačnom prevzdušnení, kedy voda prepadá cez priehradu či prevzdušňovacie kaskády, dochádza k uvoľňovaniu energie sprevádzanom zväčšovaním styčnej plochy na rozhraní medzi vodou a vzduchom. Voda sa triešti na kvapky, čím sa zväčšuje jej povrchová plocha a dochádza ku zrýchlenému prestupu kyslíku do vody.

1.2.2 Mechanická aerácia

Mechanická aerácia je založená na rozrušovaní hladiny povrchovými aerátormi. Základným prvkom aerátorov, pomocou ktorých dochádza k vnosu kyslíku, je obežné koleso, ktoré rozrušuje hladinu. Rýchlosť prestupu kyslíku závisí na hĺbke ponorenia obežného kolesa, jeho priemere a veľkosti otáčiek. V praxi sa používa celá rada povrchových (hladinových) aerátorov horizontálneho aj vertikálneho typu.

1.2.3 Pneumatická aerácia

Pneumatická (difúzna) aerácia spočíva na základe prevzdušňovania vody jemnými bublinkami a prestupe kyslíku do vody difúziou. Difúzia je samovoľné prenikanie častíc jednej látky (kvapaliny, plynu) do druhej látky alebo pohyb častíc v jednej látke pod vplyvom spádu, napr. koncentrácie alebo teploty. Vzduch je vháňaný ku dnu nádrže, kde sa dostáva do vody dierovanými trúbkami. Aerátory využívajúce pneumatickú aeráciu sa rozdeľujú podľa veľkosti do vody vnesených bubliniek na hrubo-, stredne- a jemnobublínkové. Jemnobublínová aerácia nastáva pri veľkosti priemeru bublín $d = 1$ až 4 mm, strednobublínková pri $d = 4$ až 10 mm a hrubobublínková pri $d > 10$ mm. K najúčinnnejším riešeniam patrí jemnobublínková aerácia, ktorá zabezpečuje prevzdušňovanie napríklad cez mikroporézne materiály. Mikroporézny materiál je materiál so štruktúrou uzatvorených mikropórov.

1.2.4 Hydropneumatická aerácia

Hydropneumatická aerácia využíva aerátory, ktoré sa skladajú z ponorného čerpadla a zmiešavacej komory, v ktorej dochádza k zmiešaniu prúdu vody a prisávaného vzduchu. Týmto zmiešaním sa do vody vnáša vzduch a súčasne aj kyslík.

2. ZARIADENIA NA VNOS KYSLÍKU DO VODY

V tejto kapitole budú rozobraté niektoré zariadenia na vnos kyslíku do vody, ktoré je možné dostať na našom trhu, a ktoré sa líšia princípom funkcie, využitím.

Dôležitou kvalitatívnou veličinou popisujúcou tieto zariadenia uvedenou na porovnanie u niektorých uvedených zariadení je oxygenizačná kapacita (OC), ktorá je definovaná ako množstvo kyslíku ktoré je dané zariadenie schopné dodať za jednotku času do jednotkového objemu danej nádrže pri jeho nulovej koncentrácii v nádrži.

$$OC = K_L a' \cdot c' \cdot t$$

Kde OC je oxygenizačná kapacita udávaná obvykle v jednotkách $[g \cdot m^{-3} \cdot h^{-1}]$ alebo $[kg \cdot m^{-3} \cdot d^{-1}]$. Koeficient $K_L a'$ sa stanovuje experimentálne.

Oxygenizačná kapacita je ovplyvnená veľkosťou vzduchových bublín, výškou vodného stĺpca, intenzitou aerácie, zaťažením aeračného elementu a obsahom organických látok vo vode.

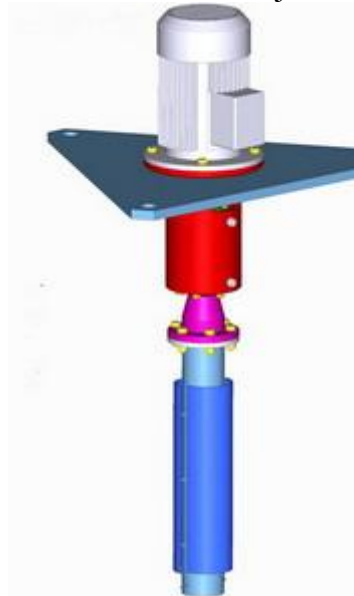
Ďalšou vlastnosťou ktorú u zariadení je vhodné sledovať je kyslíkový vnos. Kyslíkový vnos predstavuje množstvo (hmotnosť) kyslíka, ktoré je zariadenie schopné dodať na jednotku príkonu daného zariadenia.

$$KV = m/P$$

Kde KV je kyslíkový vnos udávaný obvykle v jednotkách $[kg \cdot kWh^{-1}]$.

2.1 AERAČNÁ TURBÍNA HKA

Dodávateľom danej aeračnej turbíny HKA je firma SBH water spol. s.r.o. Praha.



Obr. 2.1: Aeračná turbína HKA [3]

2.1.1 Popis funkcie, využitie

Jedná sa o typ turbíny, ktorú možno parametrami zaradiť do skupiny výrobkov a produktov, ktoré fungujú na princípe jednobublinovej aerácie. Zariadenie je určené k použitiu v čistiarňach odpadových vôd a úpravovňach vody. Tiež aj všade tam, kde sa jedná len o potrebu premiešania obsahu nádrže.

Turbína je vertikálneho prevedenia, usadená na troch základových šrouboch upevnených na mostnej konštrukcii. V jej spodnej časti je funkčný rotor vytvorený stredovou trúbkou, ku ktorej sú navarené dve oblúkové krídla. Rotor môže byť buď žiarovo pozinkovaný alebo z nerezovej ocele, vhodný pre agresívne prostredie. Medzi stredovou trúbkou a krídlami vzniká priestor – komora.

2.1.2 Princíp činnosti

Po roztočení rotora sa voda v komore neudrží a za prevádzkových otáčiek vnika do komory zhora podtlakom atmosférický vzduch, ktorý zaplní po celej dĺžke komoru a dostáva sa pomocou mixovania do spodných vrstiev nádrže. V komore dochádza k veľmi intenzívnej turbulencii a v tejto fáze vznikajú veľmi jemné vzduchové bublinky s priemerom 1 až 5 mm, ktoré sýtia aktivačnú zmes kyslíkom. Prevzdušnená voda stúpa k hladine.

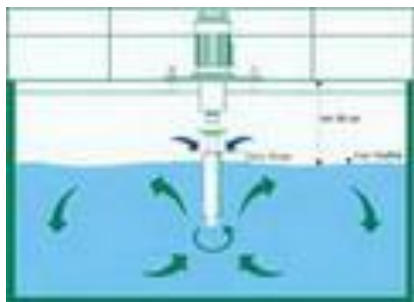
Uvedený proces zaručuje veľmi efektívne prevzdušnenie a premiešanie obsahu nádrže pri nízkej spotrebe elektrickej energie. Prístroj je podstatou činnosti dmychadlo, ktoré priamo nasáva atmosférický vzduch a namiesto zložitých obvodov a výústovacích elementov slúži k doprave vzduchu do aktivačnej nádrže komory. Hydraulický proces obstaráva výkonné miešadlo na konci rotora, ktoré dôkladne premieša celý obsah nádrže. V hornej časti turbíny je hriadeľ uložený v hornom a dolnom guľčikovom ložisku. Rotačný pohyb obstaráva prírubový elektromotor s priamym náhonom bez prevodovky.

Základný ponor turbíny je cca 15 cm od hornej hrany pracovnej komory, minimum je 10 cm. Optimálna vzdialenosť medzi maximálnou výškou hladiny a hornou časťou mostu, z ktorého vychádzajú tri základové šrouby je 90 cm, minimum 85 cm a maximum 150 cm.

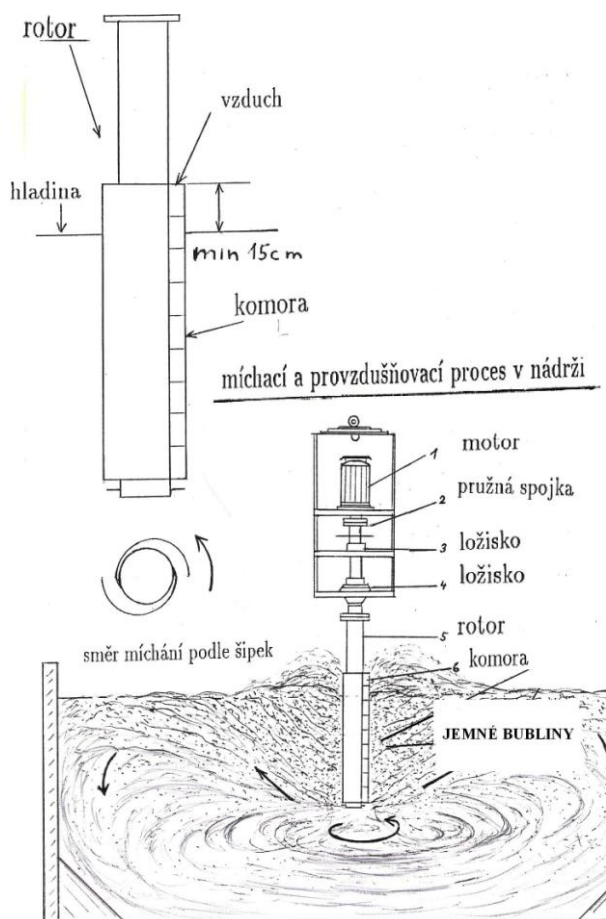
Prevádzkové podmienky sú obdobné ako u jemnobublinových systémov, množstvo usaditeľných látok po 30 minútach by sa malo pohybovať podľa hodnôt udaných výrobcom v rozmedzí 200-650 ml/l. pri vyššej koncentrácii aktivovaného kalu by sa prejavilo nedostatočné zásobovanie systému kyslíkom a zhoršenie čistiaceho efektu na odtoku.

Vnos kyslíku do vody u aeračnej turbíny je založený na hydropneumatickom princípe (zariadenie sa skladá z ponorného čerpadla a zmiešavacej komory, v ktorej dochádza k zmiešaniu prúdu vody a prisávaného vzduchu), vzduch je nasávaný podtlakom. Veľkosťou vytvorených bublín vzduchu vo vode ho možno zaradiť k jemnobublinovej aerácii.

Modré šípky znázorňujú turbulenciu, podtlakové nasávanie atmosférického vzduchu do komory pri prevádzkových otáčkach. Zelené šípky znázorňujú ako nasatý vzduch opúšťa komoru a mieša sa s kvapalinou. Pri prevádzkových otáčkach sa rozmixuje na jemné bublinky. Veľké zelené šípky znázorňujú hydraulický pohyb jemných bubliniek a smer miešania v nádrži za pomoci oblúkovitých krídiel (komôr) a miešacích lopatiek nastavených v potrebnom uhle na konci rotora.



Obr. 2.2a: Princíp funkcie aeračnej turbíny HKA [3]



Obr. 2.2b: Princíp funkcie aeračnej turbíny HKA [3]

2.1.3 Technické údaje :

- oxygenizačná kapacita 2,2 kg O₂/kWh
- tvorba jemných bublín
- použitie pre všetky typy čistiarní odpadových vôd s dosadzovacou nádržou a čerpanie vratného kalu
- nízka hlučnosť
- ľahká montáž a demontáž, vysoká životnosť, minimálna a ľahká údržba
- funkčná schopnosť i pri kolísaní hladiny vody v nádrži
- použitie pre malé, stredné i veľké čistiarne odpadových vôd s počtom obyvateľov spádovej oblasti od 150
- možnosť upevnenia na plávajúcu konštrukciu
- netvorí aerosoly
- účinnosť čistenia až 99%

2.1.4 Použitie:

Hlbinná komorová turbína je určená k prevzdušňovaniu a miešaniu aktivačných nádrží čističiek odpadových vôd a úpravovní vody. Zariadenie sa vyznačuje vysokou flotačnou účinnosťou, lebo jeho jemné bublinky a vysoká miešacia schopnosť dokážu zdvihnúť nečistoty (kaly, tuky, ľahké predmety) z dna nádrže na hladinu. Zariadenie je použiteľné na

miešanie i pre čistenie priemyslových odpadových vôd, ktoré sú biologicky čistiteľné. Vhodné je predovšetkým k čisteniu odpadových vôd z potravinárskej výroby.

Systém HKA je riadený frekvenčným meničom a pri zmene otáčiek pracuje ako výkonné miešadlo, preto môže byť použitý nielen k trvalému prevzdušňovaniu aktívnej zmesy, ale i v zložitých procesoch, akými je simultánna nitrifikácia, denitrifikácia, prerušované prevzdušňovanie.

2.1.5 Prednosti a vlastnosti:

Turbína HKA má až 30% úspory energie oproti súčasným povrchovým zariadeniam pri rovnakom technologickom výkone. Toto zariadenie je vhodné pre nové ČOV, ale aj pre rekonštrukcie a intenzifikácie súčasných aeračných systémov výmenou staršieho zariadenia za nové bez veľkého finančného zaťaženia s pomerne jednoduchou montážou bez odstavnej nádrže. Zariadenie je tiež možné prevádzkovať i prerušovane pri vyššom technologickom výkone pomocou kyslíkovej sondy alebo časového spínania.

Spotreba elektrickej energie pre čistiaci proces kolíše v závislosti na množstve odpadovej vody od 0,42 do 1,5 kWh/m³ vyčistenej vody, podľa skutočného množstva a zloženia odpadových vôd.

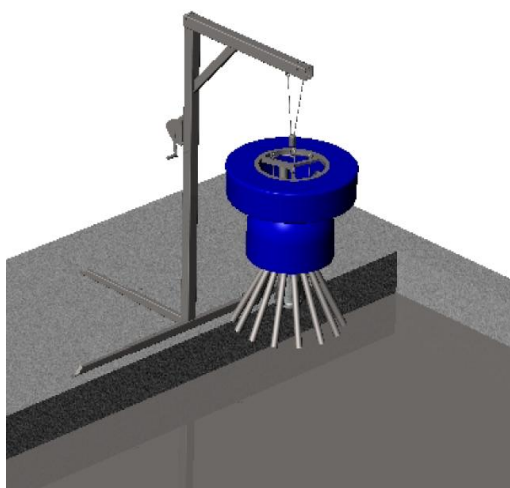
Ďalšou výhodou tohto zariadenia je, že netvorí aerosoly, chod sa vyznačuje nízkou hlučnosťou, čistenie vody prebieha s vysokou účinnosťou a zariadenie možno upevniť na plávajúcu konštrukciu

2.1.6 Účinnosť čistenia:

Priemerná oxygenizačná kapacita je 2,2 kg O₂/ kWh. Najlepšiu účinnosť dostaneme pri umiestnení do stredu nádrže na mosty alebo konštrukcie od povrchových aerátorov. Spotreba elektrickej energie pre čistiaci proces kolíše v závislosti na množstve odpadovej vody 0,42 do 1,5 kWh/m³ vyčistenej vody podľa skutočného množstva a zloženia odpadových vôd. Účinnosť čistenia daná výrobcom je až do 99%.

2.2 PONORNÉ AXIÁLNE MIEŠACIE A PREVZDUŠŇOVACIE ZARIADENIE PAMP

Dodávateľom daného ponorného axiálneho miešacieho a prevzdušňovacieho zariadenia PAMP je firma Alvest s.r.o. Skalka nad Váhom.



Obr. 2.3: zariadenie PAMP [12]

2.2.1 Princíp funkcie

Obežné koleso je poháňané ponorným elektromotorom a toto koleso prečerpáva veľké množstvo kvapaliny, pričom využíva dynamický účinok prúdiacej kvapaliny. Ten zabezpečuje nasávanie veľkého množstva vzduchu takto vzniknutým podtlakom. Násavanie vzduchu a jeho následné premiešanie s vodou nastáva v zmiešavacej komore.. Z tohto vzduchu sa vo vode tvoria jemné bublinky a dynamický účinok následne vytlačuje zmes vody a jemných bubliniek vzduchu do prevzdušňovaného objemu nádrže.

Vnos kyslíku u zariadenia PAMP funguje na princípe mechanickej aerácie, pričom hlavnú úlohu zohráva práve obežné koleso.

2.2.2 Technické údaje

Hodnoty oxygenizačnej kapacity danej výrobcom za nasledujúcich podmienok: teplota aktivačnej zmesi je 10⁰C, koncentrácia kalu v aktivačnej nádrži je cca 4kg/m³, nadmorská výška aktivácie je 200 metrov nad morom sú 1mg/l. U hlbších nádrží je možné pre väčšie veľkosti zariadenia PAMP 7,5 a viac dosiahnuť za optimálnych podmienok vyššie oxygenizačné hodnoty. Podstatnou vlastnosťou zariadení PAMP je to, že i napriek zvyšujúcej sa koncentrácii kalu sa znižuje priemer vzduchových bubliniek, čo spôsobuje zvýšenie vnosu kyslíka. Zariadenie PAMP možno preto využiť pre oddelenú aeróbnu stabilizáciu prebytočného kalu.

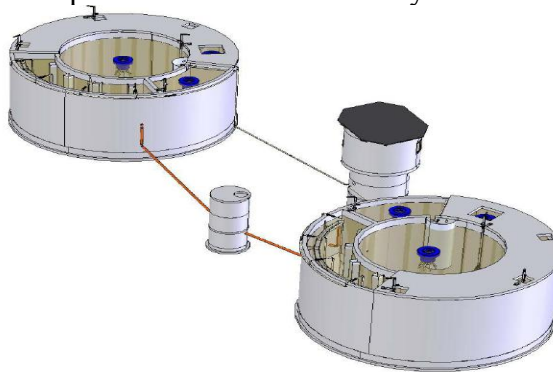
Pre málo koncentrované odpadové vody a aktivácie s aeróbnou stabilizáciou prebytočného kalu je oxygenizačná hodnota zariadení PAMP vyššia ako je prevádzková spotreba kyslíka. Preto je vhodné chod zariadení a zároveň aj spotrebu elektrickej energie regulovať v závislosti od kyslíkovej sondy.

Zariadenie PAMP je v aktivačnej nádrži s vodou ukotvené na nosnom plaváku, a to z dôvodu zaistenia maximálneho prevzdušňovacieho výkonu v prípade kolísania hladiny vody v tejto aktivačnej nádrži. Ukotvenie zariadenia na zvolenom pôdorysnom mieste aktivácie sa uskutoční pomocou lán, uchytených na obvode nádrže. Tieto láná slúžia v prípade potreby i k premiestneniu zariadenia k stene nádrže, napríklad pre prípad údržby. Vytiahnutie zariadenia z nádrže a osadenie do nádrže je riešené pomocou prenosného otočného zdviháku.

2.2.3 Použitie

Zariadenie tvorí v čistej (nekalovej) vode niekoľkonásobne väčšie bublinky, čo znižuje oxygenizačnú kapacitu oproti hodnote oxygenizačnej kapacity v kalovej vode. Je to spôsobené tým, že kalová voda má vyššiu viskozitu. Preto namerané oxygenizačné kapacity koncentrácie kyslíku vo vode sú približne 1 mg/l. ponorné axiálne miešacie

a prevzdušňovacie zariadenie je určené k prevzdušňovaniu aktivačných nádrží biologických



čistiarní odpadových vôd a rybníkov.

Obr. 2.4: Konštrukcia zariadenia PAMP [12]

2.2.4 Prednosti, výhody a vlastnosti

„Na základe merania skutočných hodnôt oxygenizačnej kapacity na viacero reálnych ČOV sa predpokladá, že skutočná spotreba elektrickej energie pri prevzdušňovaní je asi o 20 % nižšia ako u jemnobublinových prevzdušňovacích systémov používaných v praxi, ktoré sú v prevádzke dlhšie než 2 roky.“ [12]

Prednosti zariadenia PAMP pre prevzdušnenie priemyselných a komunálnych biologických čistiarní odpadových vôd sú hlavne tieto :

- zariadenie neobsahuje žiadne mechanické prevody, ktoré by zhoršovali prenos energie a tým znižovali účinnosť a hlavne by tvorili riziko závary a poškodenia
- úroveň hluku je minimálna – zariadenie je celé ponorené pod hladinou vody
- počas prevádzky nedochádza k tvorbe aerosolov
- nižšia spotreba elektrickej energie o cca 20% oproti iným jemnobublinovým prevzdušňovacím systémom používaným v praxi dlhšie než 2 roky
- hydraulickým prúdením v nádrži sa vytvára kinetický selekčný tlak potláčajúci nadmerný rast vláknitých mikroorganizmov – znižuje sa kalový index a zlepšujú sa separačné vlastnosti kalu
- konštrukčné riešenie a materiálové prevedenie zabezpečuje podstatne vyššiu životnosť ako u jemnobublinových systémov – je to spôsobené tým, že v zariadení PAMP nie je použitá prevzdušňovacia membrána
- vyššia oxygenizačná kapacita u plytkých nádrží v porovnaní s inými jemnobublinovými systémami
- miešanie vzduchu a kvapaliny v zmiešavacej komore pri vysokej rýchlosti a turbulentii a následné prúdenie zmesi ku dnu aktivačnej nádrže zodpovedá podstatne vyšším tlakovým pomerom pôsobiacim na bublinku, než je skutočná hĺbka vody v nádrži (za zvýšeného tlaku sa dosahuje lepšieho vnosu vzduchu a kyslíku do vody a tým pádom aj oxygenizačnej kapacity)
- PAMP môže slúžiť vďaka jednoduchému spôsobu uchytenia a osadenia ako mobilné zariadenie pre prípad havárie prevzdušňovania v niektorej čistiarni

2.3 PREVZDUŠŇOVACIA TURBÍNA BSK GIGANT

Dodávateľom uvedenej Prevzdušňovacej turbíny BSK GIGANT je firma GESS-CZ, s.r.o. Hranice



Obr. 2.3: Turbína BSK Gigant [13]

2.3.1 Popis funkcie, použitie:

Prevzdušňovacie turbíny BSK gigant sú nízkootáčkové povrchové aerátory so zvislou osou, slúžiace k sýteniu vody vzdušným kyslíkom za neustáleho premiešavania obsahu nádrže. Tieto turbíny sú určené predovšetkým pre aktivačné nádrže biologických čistiarní odpadových vôd charakteru splaškového a priemyslového. Možno ich tiež použiť pre zvyšovanie kyslíkovej bilancie v rôznych rybníkoch, odkalištiach a pod, vhodné je použitie pre rybochovné zariadenia kde zabezpečujú nezamrznutie hladiny v okolí prevzdušňovača a intenzívne dodávajú do vody kyslík.

Prevzdušňovacia turbína je tvorená obežným kolesom, ktoré je ponorené do prevzdušňovanej kvapaliny. Obežné koleso je letmo pripojené k hnaciemu hriadeľu. Tým pádom je zabezpečený dostatočný odvod hladiny od nosného prvku turbíny a vlastný pohon - prevodovka s elektromotorom, je ľahko prístupná pre potreby údržby. Nosná časť predĺžovacieho závesu v tvare trojuholníku je opatrená tromi kotevníkmi a zároveň staviteľnými šroubmi pre potreby regulácie ponoru a tým i výkonu prevzdušňovača. Turbína rozrušuje vodnú hladinu a pomocou tohto rozrušenia dochádza k vnosu kyslíku, aerácii.

Vnos kyslíku do vody u zariadenia BSK Gigant je na princípe mechanickej aerácie, pretože hlavnú úlohu v zmiešavaní vzduchu s vodou zohráva obežné koleso (turbína).

2.3.2 Prednosti a vlastnosti

Vysoký kyslíkový vnos 1,8 až 3 kg O₂ / kWh za štandardných podmienok, nízke náklady (spotreba elektrickej energie) na odbúranie 1 kilogramu kalu – u BSK – 1,1 až 0,43 kWh / kg. Ďalšou prednosťou je veľký čerpací výkon spojený s dobrým premiešaním celého obsahu nádrže a nízke stavebné náklady, zariadenie BSK je možné použiť v jednoduchých nádržiach a sú adaptabilné na už realizované stavby po prevedení rekonštrukcie.

Výhodou sú aj vedľajšie účinky, ako napríklad už vyššie spomenuté rozrážanie vodnej hladiny a zamedzenie jej zamŕznutiu v okolí obežného kolesa.

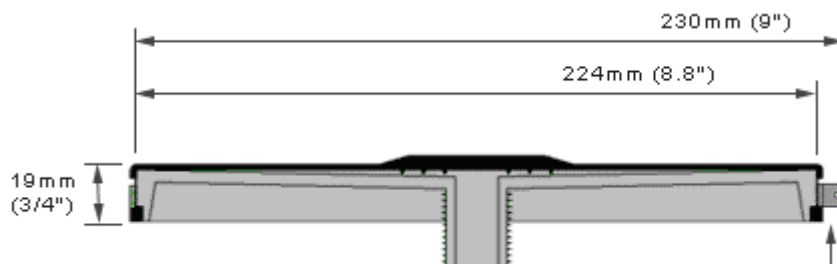
2.4 MEMBRÁNOVÉ JEMNOBUBLINOVÉ ELEMENTY

2.4.1 Popis

„Membránový jemnobublinový prevzdušňovací element má hladkú vnútornú pórovitú štruktúru a jeho živcové viazanie má prirodzený baktériostatický efekt. Tento efekt pôsobí proti možnému rastu rias v prípade aktivovaného kalu. Hladká okrúhla štruktúra zabezpečuje okrem ostatných funkcií hlavne aby nedošlo k zápcham, zaručuje nízke straty tlaku a minimalizuje prevádzkové náklady.“ [8]



Obr. 2.5: Membránový diskový difúzor [8]



Obr. 2.6: Membránový diskový difúzor – priečny rez [8]

2.4.2 Využitie

Využitie diskových difúzorov s EPDM membránou:

- prevzdušňovacie nádrže
- kalové nádrže, kalové stabilizátory
- postupné dávkovanie v reaktoroch
- kanálové prevzdušňovanie
- prerušované prevzdušňovacie procesy
- bytové, mestské a priemyselné čističky odpadových vôd - ČOV
- akvaristické prevzdušňovanie – jazerá, chovné rybníky, akváriá
- rybníky

2.4.3 Vnos kyslíku

Použitím jednej vysoko elastickej membrány v spojení s jednou mikrodrážkou je množstvo vnosu kyslíka prevzdušňovača v oblasti najvyššej možnej efektivity. Vnos kyslíku u membránového jemnobublinového elementu spočíva na princípe pneumatickej aerácie, kde k aerácii dochádza na základe prevzdušňovania vody jemnými bublinkami a prestupu kyslíka do vody difúziou cez polopriepustnú membránu

2.4.4 Výhody a charakteristika

Diskové difúzory majú v prevádzke nízke systémové straty, ich premiešavacie a zdvíhacie schopnosti udržiavajú prenos kyslíka v oblasti vysokej efektivity. Použitie vysokokvalitných membrán zaručuje lepšiu trvácnosť difúzoru. Obsluha zariadenia je jednoduchá, pretože samočistiaci dizajn membránového jemnobublinového elementu bráni tvorbe prekážok a usadenín. Hodnoty prietoku vzduchu sa môžu pohybovať v širokých škálach – od 10 do 150 litrov na jeden difúzor, t.j. 0,6 – 9 m³ za hodinu. Formované rezy ponúkajú nízke spájanie vzduchových bublín a tiež aj odolnosť proti rozťahovaniu a roztrhnutiu. Neodlučiteľný poistný ventil je vo vnútri navrhnutý spôsobom, aby zabráňoval presakovaniu tekutiny alebo spätnému nasávaniu vody pri prerušovanom prevzdušňovaní. Stredná časť je zahustená, s tromi zapustenými tesniacimi o-kružkami. Tesniace otvory sú samočinné, chod je spoľahlivý v trvalom i prerušovanom režime. Štruktúra membrán podporovaná skleným vláknom a spevnená nylonovou základovou doskou tvorí vysokopevný celok, a to aj pri nižšej hmotnosti a má vysokú odolnosť voči väčšine poľnohospodárskym chemikáliám, hydrokarbónom, slabým kyselinám a rozpúšťadlám.

2.5 AM – PONORNÝ AERÁTOR – MIXÉR

Dodávateľom AM-Ponorného aerátora je firma SIGMA Lutín

2.5.1 Použitie

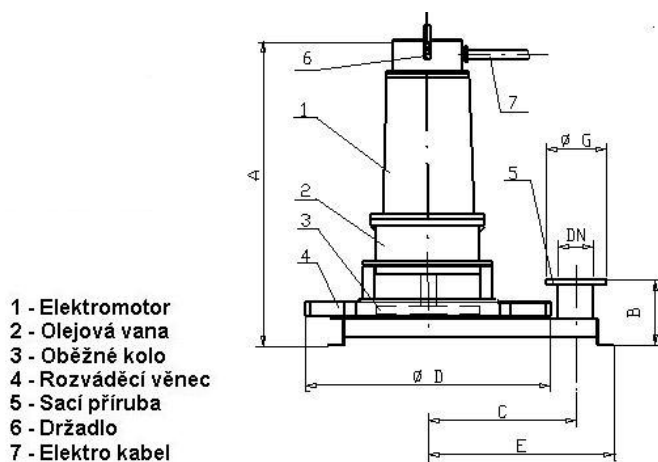
Ponorný aerátor – mixér AM SIGMA je určený k účinnému prevzdušňovaniu so súčasným premiešavaním vôd najmä:

- v aktivačných nádržiach čistiarní odpadových vôd. Aerátor-mixér je mechanický prevzdušňovací systém spájajúci efektívne prevzdušňovanie s rovnako efektívnym premiešavaním. Prevzdušňovaním so súčasným premiešavaním sa zvyšuje prenos kyslíka do vody, znemožňujú sa anaeróbne procesy a kal sa neusadzuje na dne nádrže.
- v rybochovných zariadeniach - rybníkoch, jazerách, priehradách, bazénoch apod. Aerátor uskutočňuje okysličovanie vody a tým vytvára priaznivé prostredie pre život rýb. Ryba je síce schopná prežiť i pri veľmi nízkych hodnotách vo vode rozpusteného kyslíka, ale v dobre preokysličenej vode prežíva ďaleko lepšie.

2.5.2 Konštrukcia a charakteristika

Jedná sa o agregát – monoblok pozostávajúci z ponorného elektromotora a hydraulickej časti, oddelenej od motorickej jednotky olejovou vaňou a podľa konkrétneho typu aerátoru buďto mechanickou upchávkou a guferom alebo dvojicou mechanických upchávok. Hydraulická časť nasáva prostredníctvom sacieho potrubia vzduch i vodu, aby za pomoci obežného kola a rozvážacieho venca rozptýlila jemnobublínkovú disperziu voda - vzduch do okolného prostredia - nádrže, rybníka, jazera, priehrady, bazénu apod.

K vnosu kyslíku do vody dochádza pneumatickou aeráciou, zmiešavanie vody so vzduchom nastáva v potrubí, pričom až takto vzniknutá zmes je rozptýlená v okolí pomocou obežného kola.



Obr. 2.7: priečny rez AM – ponorným aerátorom [5]

2.5.3 Výhody a vlastnosti

Významnou výhodou tohto zariadenia je účinné premiešavanie vody popri jej okysličovaní. Ďalej tiež široké využitie v praxi. K nevýhodám tohto zariadenia patrí použitie oleja v olejovej vane – môže dôjsť prípadnému znečisteniu vody.

2.6 PONORNÉ DMYCHADLÁ S BOČNÝM KANÁLOM TMV

Dodávateľom daného Ponorného dmychadla s bočným kanálom TMV je firma IN-ECO.



Obr. 2.8: Ponorné dmychadlo s bočným kanálom TMV [11]

2.6.1 Charakteristika

„Ponorné dmychadlo s bočným kanálom má variabilné použitie, pracuje spoľahlivo s nízkymi nárokmi na údržbu.“ [11]

Charakteristika ponorného dmychadla s bočným otvorom: bezolejové prevedenie, chladenie je zabezpečené médiom. Nie sú použité rotačné tesniace systémy. Výhodou sú tiež nízke investičné náklady, bezhlučný chod, vysoký výkon a nízke prevádzkové náklady.

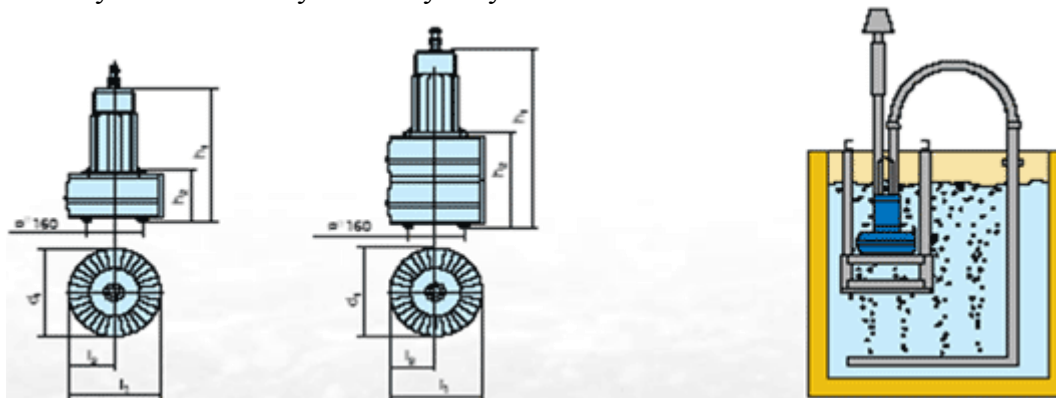
K vnosu kyslíka u tohto zariadenia dochádza pomocou pneumatickej aerácie, kde dmychadlo najskôr nasáva vzduch pomocou dynamického účinku vody z okolného prostredia

a potom ho vháňa do dierkovaných trubiek umiestnených pri dne nádrže, na tomto mieste dochádza k tvoreniu bubliniek a vzduch je prevzdušnený a okysličený.

2.6.2 Použitie

Použitie ponorných dmychadiel s bočným otvorom je možné vo viacerých aplikáciach:

- čistiare odpadových vôd -prevzdušňovanie biologicky znečistených vôd
- prevzdušňovanie chemicky znečistených vôd
- okysličovanie vody v chovných rybníkoch



Obr. 2.9: schéma použitia Ponorného dmychadla TMV [11]

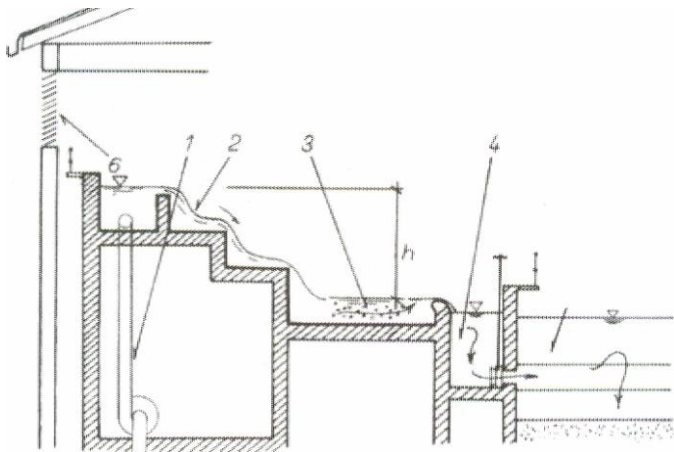
2.7 OSTATNÉ ZARIADENIA NA VNOS KYSLÍKA DO VODY

V tejto časti budú rozobraté ďalšie zariadenia na vnos kyslíka do vody, líšiac sa na princípe aerácie a bude uvedená ich stručná charakteristika, popis činnosti. Budú rozobraté kaskády, prevzdušňovacie panvy a veže, tryskové prevzdušňovače a difúzorové prevzdušňovače

2.7.1 Kaskády

Kaskády sú pomerne jednoduchý prípad zariadení na vnos kyslíka nevyžadujúce strojové vybavenie. Možno ich zaradiť k zariadeniam fungujúcim na základe gravitačnej aerácie. Potenciálna energia medzi 2 vrstvami hladín vody sa využíva k miešaniu vody so vzduchom. Najjednoduchší prípad kaskády je jez. Ak sa niekoľko stupňov, tým vytvára sa kaskáda. Behom prietoku vody kaskádou (stupňom kaskády) dochádza k 2 odlišným mechanizmom prestupu plynu:

- 1.) prepadajúci prúd tvorí hladinu, dochádza k prestupu plynu medzi hladinou a vzduchom.
- 2.) Pri vtoku prúdu do vody dochádza ku strhávaniu značne väčšieho množstva vzduchu než v prvom prípade. Množstvo vzduchu závisí na strednej rýchlosti v mieste dopadu na hladinu vody.



Obr. 2.10: Kaskáda [2]

1- surová voda, 2 - stupeň, 3 – vývarište 4 - prevzdušená voda, 5 - rýchlofilter, 6 - ventilácia

U kaskád prevažuje prevzdušňovanie bublinami – kaskády a priehrady sú teda výhodné pre obohacovanie vody kyslíkom.

K obohateniu vody kyslíkom stačí často 1 prepad. Rozdelenie na väčší počet stupňov vedie teoreticky ku zníženiu prevzdušnenia (dochádza k zníženiu rýchlosti dopadajúcej vody na hladinu – rýchlosť dopadajúcej vody je úmerná výške z ktorej padá).

Kaskády vyžadujú výšku, ale stačí im malý priestor. Nepotrebnú skoro žiadnu údržbu.

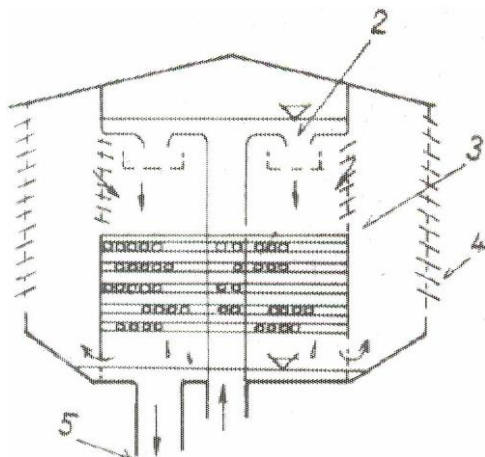
U kaskád dochádza ku gravitačnému prevzdušňovaniu, voda voľne padá (steká) medzi jednotlivými stupňami kaskády.

2.7.2 Ventilačné panvy, veže

Ventilačné panvy a veže majú veľký špecifický povrch, prietok vzduchu a dlhú strednú dobu styku. Sú preto vhodné k desorpcii rozpustných plynov a odstraňovaniu pachov.

Panvy sú naplnené materiálom s veľkým povrchom (koksom, keramickými a plastovými časticami).

Vo ventilačných vežiach sú krížom cez seba uložené plastové tyče, po ktorých steká voda. Pri veľkom obsahu rozpustených solí sa behom prevzdušňovania tvoria na plochách styku vody s pevným podkladom inkrustácie, ktoré sa ťažko odstraňujú.



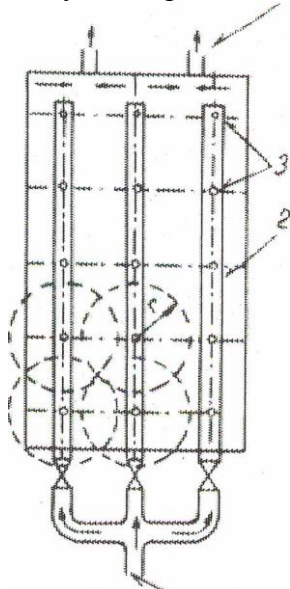
Obr. 2.11: Vetracia veža [2]

1 – surová voda 2 – rozdeľovací žľab 3 - tyče 4 – vetranie 5 – prevzdušená voda

U ventilačných paniev a veží dochádza ku gravitačnému prevzdušňovaniu, voda steká po plastických tyčiach smerom nadol vďaka pôsobeniu zemskej tiaže.

2.7.3 Tryskové prevzdušňovače

Tryskové prevzdušňovače sa používajú pri absorpcii kyslíku a desorpcii oxidu uhličitého.



Obr. 2.12: Trykový prevzdušňovač [2]

1 – surová voda, 2 – potrubie, 3 – tryska, 4 – prevzdušnená voda

U trykových prevzdušňovačov sa využíva na vnos kyslíku a aeráciu princíp hydropneumatickej aerácie.

Prevzdušňovanie sa dosahuje vytvorením drobných kvapiek v tryskách upevnených na privádzacom potrubí. Prevzdušnená voda sa rozstrekuje na vrstvu zrnitých častíc. Výhodou tohto spôsobu prevzdušňovania je, že je vytvorený veľký špecifický povrch. Doba styku kvapky a vzduchu je tiež veľká, dochádza tým teda k vyššiemu prevzdušneniu.

Trysky bývajú uložené pod rovnakým uhlom a vodorovne, a to tak, aby nedochádzalo k zrážaniu paprskov. Najčastejšie bývajú uložené na dne alebo pod stropom..

Prevzdušňovacie komory sa musia odvetrávať ventilátormi.

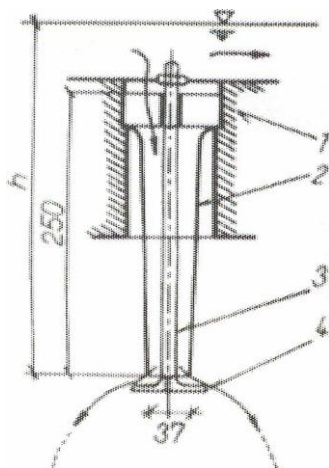
Nevýhodou zariadení je veľká potreba plochy a energie, preto sa budujú len pre malé prietoky, tiež aj potreba odvetrávania.

V priemysle sa používajú tlakové prevzdušňovacie zariadenia.

K trykovým prevzdušňovačom patrí aj Drážďanská tryska.

Drážďanská tryska sa používa pri prevzdušňovaní podzemných vôd obsahujúcich rozpustené soli železa a mangánu.

V úpravniach vody sa používajú špirálové trysky.



Obr. 2.13: Drážďanská tryska [2]

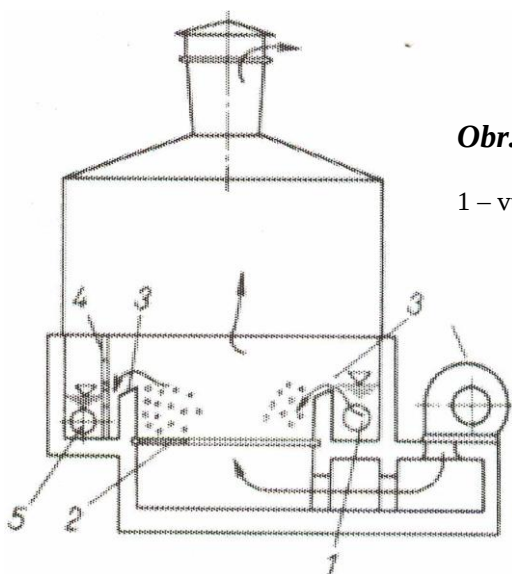
1 – strop, 2 – plášť, 3 – driek, 4 – tanier

2.7.4 Difúzorový prevzdušňovač

Prestup plynu zo vzduchu do vody nastáva tromi spôsobmi: pri vzniku bubliny na výtoku z difúzoru, po dráhe bubliny, pri rozptýlení bubliny na hladine vody.

Posledný jav má malý vplyv na prestup vzduchu. Najdôležitejším faktorom je rozmer bubliny a s ním spojená vzostupná rýchlosť. Rozmer bubliny vo vode závisí na veľkosti výtokového otvoru, je výsledkom vztlaku bubliny vo vode a tangenciálnej sily prekonávajúcej trenie na výtoku. Rýchlosť prestupu vzduchu závisí na ďalších súčiniteľoch: na rozmere a tvare prevzdušňovacej nádrže, na umiestnení difúzoru v nádrži a na prietoku plynu v jednotke difúzoru.

Najrozšírenejšie sú zariadenia založené na princípe známom pod názvom Inka. Veľmi dobrý účinok zariadení Inka sa pripisuje skutočnosti, že ku styku dochádza na povrchu bublín, na ktorom je veľmi tenká vodná blana. V prevzdušňovanej vrstve vody prúdia vo zvislom smere častice vody, čo spôsobuje rýchlu výmenu stykovej plochy a prispieva k zvýšenému prestupu vzduchu.



Obr. 2.14.: Prevzdušňovacie zariadenie INKA [2]

1 – vtok, 2 – dierované dno, 3 – prieliv, 4 – stavítko, 5 – výtok, 6 – výtok

2.8 ZHRNUTIE A POROVNANIE AERAČNÝCH ZARIADENÍ

Je dosť obtiažne komplexne a všeobecne hodnotiť a porovnávať všetky, alebo aspoň vyššie zmienené zariadenia na vnos kyslíku do vody, a to z dôvodu, že použité informácie a hodnoty sú od výrobcu, a ten sa snaží udávať len vhodné a dobré hodnoty ktoré vykreslia jeho produkt v dobrom svetle. Informácií o zariadeniach fungujúcich v praxi od ich užívateľov alebo ďalších skupín je relatívne málo, respektíve menej než od výrobcov.

Vhodnosť zariadení záleží na mieste, kde ich chceme umiestniť, aké parametre od nich požadujeme a akých vlastností má upravovaná voda dosiahnuť, samozrejme v súčasnosti zohráva významnú úlohu aj cenové kritérium.

Na porovnanie aeračných zariadení môžu poslúžiť viaceré kritériá, napríklad oxygenizačná kapacita, kyslíkový vnos, príkon, účinnosť, cena a prípadne ďalšie podľa našej konkrétnej potreby.

Ak sa jedná o kritérium ceny, porovnanie na základe podkladov od firiem uvedených v katalógoch je prakticky nemožné, porovnať sa dá len na základe zaslanej požiadavky s konkrétnymi údajmi. Potom firmy pošlú späť približnú cenovú ponuku (zvyčajne vrátane montáže), ktorá záleží aj od miesta montáže, spôsobu montáže a potrebných úprav.

U aerátorov uvedených v tejto práci môže na porovnanie poslúžiť charakteristika produktu, jeho vlastnosti a výhody, ktoré sú zvyčajne udané výrobcom. Je tiež zrejmé, že výrobcovia pri prezentácii svojich produktov neuvádzajú a nechcú uvádzať nevýhody a negatívne vlastnosti ich produktov z marketingových dôvodov a hlavne potreby predat' svoje produkty zákazníkom. Teda nebude sa jednáť o príliš objektívne porovnanie. Jednotlivé nevýhody je možné zistiť a odpozorovať na základe použitia v praxi, po čase kedy už majú užívatelia a zákazníci skúsenosti s daným zariadením.

3. ZÁVER

Úvod práce má za úlohu vniesť do problematiky zariadení na vnos kyslíku do vody.

- 1.) V prvej časti práce je rozobraté využitie a dôležitosť aerácie (prevzdušňovania a teda aj vnosu kyslíku) vody v praxi, rozobraté sú niektoré základné typy zariadení a postupy aj s využitím a princípom funkcie a spôsobom aerácie. Ďalej je v prvej časti uvedený a rozdelený princíp vnosu kyslíku do vody, druhy aerácie.
- 2.) Druhá časť pojednáva o niektorých konkrétnych aerátoroch, vybratých na základe princípu funkcie, výrobcu, využiti v praxi a použitej technológii. Táto časť má za úlohu rozobrať výrobky, popísať princíp funkcie, využitie v praxi, ich výhody, prípadné nevýhody, vlastnosti a charakteristiku.

Po spracovaní uvedenej témy možno zhrnúť, že existuje viacero princípov, ktoré je možné využiť pre vnos kyslíku do vody, tieto sa líšia účinnosťou a spôsobom vnosu. Vnos kyslíku je súčasťou prevzdušňovacieho procesu vody – takzvanej aerácie. Na základe týchto rozličných princípov aerácie fungujú zariadenia na vnos kyslíku do vody.

Zariadenia na vnos kyslíku do vody majú v praxi (nielen priemyselnej) veľký význam, a to hlavne z dôvodu, že s ich pomocou dostáva voda požadovaných kvalitatívnych vlastností, zvyšuje sa jej kvalita a zlepšujú sa podmienky pre existenciu živočíchov v nej. Zariadenia nachádzajú svoje uplatnenie a využitie všade tam, kde dochádza k znečisteniu vody, alebo kde treba zásobovať vodou pitnou (vodu treba upraviť aby sa stala pitnou, obzvlášť dôležité je to v miestach s nedostatkom vody alebo jej vysokou spotrebou) alebo aj úžitkovou a samozrejme tam, kde treba vodu prevzdušniť, okysličiť. Vlastnosti týchto zariadení sa líšia na základe použitej technológie aerácie, veľkosti, prevedenia.

Čo sa týka zariadení na vnos kyslíku, tak existuje mnoho ich výrobcov a dodávateľov, pričom veľa produktov je patentovo chránených. Mnohé firmy vyrábajú produkty využívajúce rovnaký spôsob okysličovania, pričom tieto zariadenia sa líšia len minimálne a sú si dosť podobné, a to aj konštrukčným prevedením. Isté odlišnosti sú v cene, vďaka pomerne vysokej konkurencii sú výrobcovia nútení vyrábať čo najkvalitnejšie výrobky pri čo najnižšej cene..

4. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] ČISTÝ, M.: Rybníky a malé vodné nádrže II, STU Bratislava 2005, 94 str.
- [2] HLAVÁČ, J. a kolektív: Vodárenství, Brno 2005, 517 str.
- [3] *Aerační turbína HKA* [online]. © 2007 SBH WATER, spol. s r.o. Dostupné z WWW: <<http://www.sbhwater.cz/turbina-HKA>> [cit. 2008-02-25]
- [4] *Aeróbne systémy čistenia biologického čistenia odpadových vôd* [online]. © 2000-2008 Atlas.sk, a.s. Dostupné z WWW: <<http://referaty.atlas.sk/prirodne-vedy/ekologia/4781/aerobne-systemy-biologickeho-cistenia-odpadovych-vod>> [cit. 2008-02-20]
- [5] *AM- Ponorný aerátor (mixér)* [online]. © 2007 Sigma výzkumný a vývojový ústav, s.r.o. Dostupné z WWW: <<http://www.sigma-vvu.cz/am.htm>> [cit. 2008-02-25]
- [6] *Čistenie vody* [online]. © 2000-2008 Atlas.sk, a.s. Dostupné z WWW: <<http://referaty.atlas.sk/prirodne-vedy/ekologia/16159/cistenie-vody>> [cit. 2008-02-22]
- [7] *Fyzikálna úprava vody* [online]. © 2000-2008 Atlas.sk, a.s. Dostupné z WWW: <<http://www.tahaky-referaty.sk/Fyzikalna-uprava-vody/11611/>> [cit. 2008-02-20]
- [8] *Membránové difúzory* [online]. © 2005 IN-ECO, spol. s r.o. Dostupné z WWW: <<http://www.in-eco.sk/membranove-difuzory-difuzor.php>> [cit. 2008-02-25]
- [9] *Pieskové filtre* [online]. © 1995-2008 Aquamonts s.r.o. Dostupné z WWW: <http://www.aquamonts.sk/produkty/filtre-priemyselne-a-do-domacnosti/HCYKLON%20DD,%20HD%20n.pdf> [cit. 2008-05-19].
- [10] *Ponorné axiální míchací a provzdušňovací zařízení PAMP* [online]. © 2007 SBH WATER, spol. s r.o. Dostupné z WWW: <<http://www.sbhwater.cz/PAMP>> [cit. 2008-02-25]
- [11] *Ponorné duchadlá s bočným kanálom TMV* [online]. © 2005 IN-ECO, spol. s r.o. Dostupné z WWW: <<http://www.in-eco.sk/ponorne-duchadla.php>> [cit. 2008-02-25]
- [12] *Prevzdušňovacie zariadenie PAMP*. [online], Dostupné z WWW: <<http://www.alvest.sk/Download/Katalóg%20výrobníkov%20fy%20Alvest%20s%20r.o.pdf>> [cit. 2008-02-22].
- [13] *Provzdušňovací turbíny BSK Gigant* [online]. ©2006 Gess, s.r.o.. Dostupné z WWW: <http://www.gess.cz/modules.php?op=modload&name=PagEd&file=index&topic_id=1&page_id=5> [cit. 2008-02-22]
- [14] *Structure for an oxygen adding and aeration device* [online]. © 2004-2007 FreePatentsOnline.com. Dostupné z WWW: <<http://www.freepatentsonline.com/6736377.html>> [cit. 2008-02-20]
- [15] *VODA Intenzivnější čištění a efektivnější měření . Nejlepší technologie* [online]. Praha : © Technický Týdeník. Dostupné z WWW: <<http://www.techtydenik.cz/detail.php?action=show&id=461&mark=>> [cit. 2008-02-20]
- [16] *Vysoko výkonné jemnobublínkové difúzory* [online]. © 1994-2008 Bios Zvarík, aktualizované 23. 04. 2008. Dostupné z WWW: <www.bios-zvarik.sk/dokumenty/difuzory.doc> [cit. 2008-02-25]