

POSÚDENIE BEZPEČNOSTI PRÁCE S ČISTIARENSKÝMI KALMI

SAFETY ASSESSMENT OF SEWAGE SLUDGE

Anna MICHALÍKOVÁ - Maroš SIROTIK - Lenka BLINOVÁ

ABSTRAKT

Čistiarenský kal vzniká ako produkt čistenia odpadových vôd. Svojím zložením a obsahom kontaminantov predstavuje potenciálne nebezpečenstvo pre pracovníkov z hľadiska biologických, chemických a fyzikálnych faktorov. Najvyššie riziko predstavuje mikrobiálna infekcia, vibrácie a hluk v prevádzkach. Pre všetky identifikované riziká je nevyhnutné navrhnuť bezpečnostné a preventívne opatrenia a určiť používanie príslušných OOPP.

Kľúčové slová: bezpečnosť, čistiarenský kal

ABSTRACT

Sewage sludge is produced as a product of wastewater treatment. It presents a potential hazard to workers in terms of biological, chemical and physical factors. The microbial infection, vibration and noise are the highest risk factors. For all of identified risks is necessary to design the safety precautions and to determine the use of the PPE.

Key words: safety, sewage sludge

ÚVOD

Čistiarenský kal ako jeden z produktov v procese čistenia komunálnych odpadových vôd, tvorí približne 1-2% objemu vyčistených odpadových vôd. Je však v ňom transformovaných 50-80% z pôvodného znečistenia. Znečistenie predstavujú rôzne mikroorganizmy (okrem iných aj infekčné) a často krát aj ťažké kovy, preto je čistiarenský kal svojimi vlastnosťami nebezpečný nielen pre životné prostredie, ale najmä pre pracovníkov, ktorí s ním denne prichádzajú do kontaktu. Kaly môžu obsahovať:

- látky organického pôvodu (až 60% v sušine),
- zlúčeniny dusíka a fosforu,
- toxické látky,
- ťažké kovy (Zn, Pb, Cu, Cr, Ni, Cd, Hg, As),
- polychlóvané bifenylly (PCB), polycyklické aromatické uhľovodíky (PAU), dioxíny, pesticídy, alkylsulfonoly, polyfenoly,
- mikroorganizmy, vrátane patogénnych (*Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Chromobacterium*, *Azotobacter*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter*, *Mycobacterium*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter* a iné). Okrem týchto druhov baktérií sa môžu v aktivovanom kale vyskytovať v malom množstve huby, plesne a kvasinky, prvoky, vírniky, hlístovce, kôrovce aj riasy a vírusy,
- anorganické zlúčeniny kremíka, hliníka, železa, vápnika, horčíka a iné [1,2,3].

Okrem biologických faktorov sú pracovníci čistiarní odpadových vôd vystavení fyzikálnym faktorom ako napríklad hluk, ktorého zdrojom sú pracovné zariadenia (kalolis na lisovanie kalu), chemickým faktorom súvisiacimi s prevádzkou čistiarne (flokulanty na zahusťovanie kalu) a mechanickým faktorom (pád do nádrže a pod.).

Typy čistiarenských kalov

Na jednotlivých stupňoch čistenia odpadových vôd dochádza k vzniku rôznych typov kalov. Podľa toho, kde dochádza k ich separácii a podľa základných parametrov, sú charakterizované kaly:

Primárny kal pochádza z procesov u sedimentácie v mechanickom stupni čistiarne odpadových vôd, je tvorený z ľahko usaditeľných častíc, má nízky obsah prchavých látok a má výbornú odvodňovaciu schopnosť. Jeho negatívnou vlastnosťou je, že veľmi rýchlo fermentuje.

Sekundárny (biologický) kal vzniká v biologickom stupni čistiarne odpadových vôd, obsahuje veľa mikroorganizmov, v usadzovacích nádržiach sa separuje od vyčistenej odpadovej vody, časť tohto kalu sa

odčerpáva ako prebytočný kal, ktorý sa potom odvodňuje a spracováva v kalovom hospodárstve. Druhá časť kalu sa vracia späť do aktívneho procesu ako vratný kal.

Terciárny kal je výsledkom fyzikálno-chemického čistenia odpadovej vody (zrážacie reakcie a flokulácia), je tvorený produktmi týchto reakcií, charakteristika tohto kalu je závislá na druhu použitých chemikálií [4].

Biologické faktory

Keďže pri práci s kalmi dochádza k riziku expozície zamestnancov biologickým faktorom, musí sa určiť povaha, stupeň a trvanie expozície BF, aby sa posúdilo riziko, ktoré sa vypracuje na základe všetkých dostupných informácií a obsahuje:

- klasifikáciu BF, ktoré predstavujú alebo môžu predstavovať nebezpečenstvo pre zdravie ľudí,
- odporúčanie orgánov na ochranu zdravia na sledovanie BF, ktorým sú alebo môžu byť zamestnanci vystavení,
- informácie o ochoreniach, ktoré môžu vzniknúť pri vykonávaní práce,
- možné alergické alebo toxické účinky súvisiace s prácou zamestnancov,
- znalosti o ochoreniach, ktoré utrpel zamestnanec a majú priamu súvislosť s jeho prácou.

Pri expozícii biologickým faktorom môže dôjsť k sérii týchto ochorení:

- gastroenteritída (črevná chrípka), ktorá sa vyznačuje kŕčmi a bolesťami žalúdka, hnačka a vracanie,
- leptospiróza (choroba prenášaná zo zvieratá na človeka), príznaky sú podobné chrípke s trvalými a silnými bolesťami hlavy, poškodenie pečene, obličiek a krvi, zdrojom je moč potkanov,
- hepatitída, ktorá sa vyznačuje zápalom pečene,
- profesionálna astma, ktorá vedie k záchvatom, dýchavičnosti, tlaku na hrudníku, je spôsobená vdychovaním živých alebo mŕtvych organizmov,
- infekcie očí a kože,
- zriedkavo alergická alveolitída (zápal pľúc) s horúčkou, dýchavičnosťou, suchým kašľom a bolesťami svalov a kĺbov [5,6].

Chemické faktory

Pri práci v ČOV používajú pracovníci rôzne chemikálie ako sú mazadlá, čistiace prostriedky, chemické roztoky, organické polyméry, anorganické koagulanty a teda sú vystavení ich pôsobeniu.

Na zahusťovanie kalu sa používa flokulant (napr. SOKOFLOK), čo je aniónaktívny polymér rozpustený vo vode. Používa sa vo forme prášku, ktorý sa dáva do automatizovaného zariadenia na prípravu roztoku. Napriek tomu, že nie je definovaný ako nebezpečný ani toxický, môže sa pri nesprávnej manipulácii vyskytnúť prah, ktorý je veľmi hydrofobný a môže spôsobiť podráždenie očí, pokožky a dýchacích orgánov. Z ekologického hľadiska je tento typ flokulantu charakterizovaný rizikovými vetami H412-škodlivý pre vodné organizmy s dlhodobými účinkami a H413-môže vyvolať dlhodobé škodlivé účinky pre vodné organizmy.

Primárnou kontamináciou čistiarenských kalov ťažkými kovmi je priemyselná výroba, dažďové vody a komunálne vody. V čistiarenských kaloch sa sledujú hlavne kadmium, olovo, ortuť a arzén, ktorý je tiež z hľadiska toxicity klasifikovaný ako ťažký kov. Ich limitné hodnoty koncentrácie sú uvedené v zákone č. 188/2003 Z.z. o aplikácii čistiarenského kalu a dnových sedimentov do pôdy a o doplnení zákona č. 343/2012 Z.z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

Ťažké kovy môžu byť prítomné v anaeróbne vyhnitom čistiarenskom kale v niekoľkých formách. Môžu byť rozpustené vo vodnej fáze ako ióny, ako organické a anorganické komplexy (vo všeobecnosti zanedbateľné množstvo), vyzrážané ako soli alebo hydroxidy, spoločne vyzrážané z oxidmi kovov alebo spojené s biologickými zvyškami. Rozdelenie ťažkých kovov na tieto formy závisí na chemických vlastnostiach jednotlivých kovov a charakteristik čistiarenského kalu, ako sú napr. pH, teplota, redox potenciál [7].

Fyzikálne faktory

Na pracovisku odvodnenia kalu vzniká hluk, ktorého zdrojom sú lisy alebo iné zariadenia ako napríklad čerpadlá a dúchadlá.

Pri posudzovaní rizika sa dbá najmä na:

- úroveň, typ a dĺžku trvania expozície hluku,
- limitné hodnoty expozície hluku a akčné hodnoty expozície hluku,
- účinky na bezpečnosť a zdravie zamestnancov,

- informácie o emisiách hluku, uvedené výrobcami pracovného zariadenia,
- dostupnosť OOPP,
- ďalšie informácie podľa §3, odseku 3 zákona 115/2006 o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku [5,6].

Strojné zariadenia sú takisto zdrojom vibrácií, ktoré môžu nepriaznivo vplyvať na pracovníka, ktorý ich obsluhuje. Vibrácie spôsobujú najmä pocit nepohody pracovníka a pri dlhej expozícii môžu vyvolať trvalé poškodenie zdravia.

Ďalším dôležitým faktorom je mikroklíma na pracovisku. Keďže pracovníci na ČOV strávia väčšinu času vonku, sú v zime vystavení nadmernému chladu a v lete zasa teplu. Pri nízkej teplote bývajú najčastejšie zasiahnuté uši líca a nos, zároveň však skrehnú končatiny, čo má za následok nižšiu obratnosť a hrubá vrstva oblečenia znižuje pohyblivosť. Zvyšuje sa tak riziko pádu zamestnanca do nádrže s kalom a následné utopenie.

Pri prácach v horúčavách zasa klesá výkonnosť pracovníka, pretože sa zvyšuje únava a klesá aj pozornosť pracovníka čo vedie i k častejším úrazom. Vtedy treba dodržiavať pitný režim, režim práce a odpočinku a striedanie zamestnancov.

Základné opatrenia na zníženie vplyvov jednotlivých faktorov

Cesty vniknutia mikroorganizmov do tela sú rôzne. Najbežnejším spôsobom nakazenia je kontaktom ruky s ústami, či už pri jedení, pití alebo fajčení alebo pri kontakte s používanými rukavicami. Potom je to i pri kontakte s pokožkou cez škrabance, rezné rany alebo hlboké rany. Určité mikroorganizmy môžu vstúpiť do tela očami alebo nosom ich vdýchnutím (vo forme prachu, aerosólu alebo pary). Podobným spôsobom môže dôjsť aj k ohrozeniu ťažkými kovmi.

Vzhľadom k tomu, že **mikroorganizmy aj ťažké kovy** sú neoddeliteľnou súčasťou odpadových vôd a teda aj kalov, sa riziko nedá odstrániť. Preto by expozícia mala byť eliminovaná alebo minimalizovaná opatreniami na zníženie rizika:

- zabezpečiť školenie zamestnancov a zdravotný dohľad,
- poskytovať vhodné OOPP (rukavice odolné voči vode a oderu, obuv, ochrana dýchacích orgánov a očí,
- používať čistiace prostriedky (mydlá, dezinfekčné prostriedky, uteráky a pod.),
- zabezpečiť prostriedky prvej pomoci (čistá voda, dezinfekcia, sterilné obvazy).

Pri použití **flokulantu** v práškovej forme sa v prostredí pri manipulácii vyskytujú prachové častice. Na ochranu dýchacích orgánov sa odporúča používať ochrannú masku tam, kde je celková koncentrácia prachu je viac než 10 mg/m^3 . Odporúča sa používať ochranné gumené rukavice, bezpečnostné ochranné okuliare a ochranný odev. Pri rozsypaní vytvára prášok pri zvýšenej vlhkosti vzduchu šmykľavé povrchy a hrozí nebezpečenstvo pošmyknutia. Preto je dôležité udržiavať na pracovisku poriadok a hygienu. Po každom prerušení práce si musí pracovník dôkladne umyť ruky mydlom alebo dezinfekčnými prostriedkami.

Pri navrhovaní opatrení na zníženie **hladiny hluku** je povinnosťou zamestnávateľa posúdiť úroveň hluku a ak je treba, zabezpečiť aj meranie hladiny hluku.

Opatrenia na zníženie rizík:

- výber prijateľného pracovného zariadenia s čo najnižšími emisiami hluku,
- stavebné a priestorové riešenie pracovného priestoru,
- primerané informácie a praktický výcvik zamestnancov,
- zníženie hluku technickými prostriedkami,
- organizáciu práce zameranú na zníženie hluku (obmedzením trvania expozície hluku, režim práce a odpočinku).

Ak tieto riziká nie je možné odstrániť organizačnými a technologickými opatreniami, zamestnávateľ poskytne zamestnancom OOPP na ochranu sluchu (zátky do uší, slúchadlá, prilby) [8].

Dôležitým prvkom z hľadiska obmedzenia **vibrácií** je zabezpečenie stability strojov, resp. ich umiestnenie na dostatočne tuhé podlažie. Nezanedbateľný význam má správna údržba pracovných prostriedkov (nastavenie, mazanie).

Ak nemožno dosiahnuť zníženie hodnôt vibrácií pod akčné hodnoty expozície technickými opatreniami, je potrebné uplatniť organizačné opatrenia (vhodný režim práce a odpočinku, obmedziť dĺžku expozície pracovníkov vibráciám, zabezpečiť prerušovanie práce dostatočne dlhými intervalmi bez pôsobenia vibrácií).

Náhradným opatrením je vybavenie zamestnancov osobnými ochrannými pracovnými prostriedkami. Zamestnávateľ je povinný im poskytnúť informácie o výsledkoch merania a hodnotenia vibrácií, o prekročení najvyšších prípustných hodnôt expozície, prijatých opatreniach, účinnom spôsobe ochrany zdravia a ako zisťovať a ohlásiť príznaky poškodenia zdravia a nároku zamestnancov na preventívne lekárske prehliadky.

ZÁVER

Problematika čistiarenských kalov je téma, vyžadujúca si vzhľadom na ich pomerne vysokú produkciu určitú pozornosť. Obsah niektorých nežiaducich látok nachádzajúcich sa v kaloch môžu mať nepriaznivý vplyv na zdravie ľudí i životné prostredie.

V pracovnom prostredí čistiarní odpadových vôd sa stretávame z fyzikálnymi, chemickými a biologickými faktormi pôsobiacimi na zamestnancov. Chemickým faktorom, a z neho vyplývajúcim zdravotným rizikom, je prítomnosť ťažkých kovov v čistiarenských kaloch a používanie chemických látok v technologickom procese. Biologickým faktorom, ktoré pri nakladaní s biologickými odpadmi vzniká, je riziko infekcií, ktoré vyplýva z obsahu patogénnych a podmienene patogénnych mikroorganizmov nachádzajúcich sa v kaloch. Z fyzikálnych faktorov sú to hlavne hluk a vibrácie, ktorých zdrojom sú strojné zariadenia v jednotlivých prevádzkach.

Zamestnanci prichádzajúci do styku s týmito látkami musia byť oboznámení z ich účinkami na organizmus a ŽP, správnou manipuláciou a zásadami poskytnutia prvej pomoci. Ďalšími opatreniami pre zníženie rizika a zabezpečenie ochrany pracovníkov je používanie pridelených osobných ochranných pracovných prostriedkov (OOPP) a dôsledné dodržiavanie hygienických zásad počas práce i po práci – zákaz jesť, piť, fajčiť mimo určené priestory, dôkladné umytie alebo dezinfekcia rúk a kontaminovaných častí tela, uloženie odevov v oddelených šatniach (oddelené uloženie pracovného a civilného oblečenia), organizačné a technologické opatrenia na zníženie hladiny hluku a vibrácií.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] MALÝ, J., MALÁ, J. Chemie a technologie vody. 2006. Brno: ARDEC. ISBN 80-86020-50-9
- [2] HÝBLEROVÁ, Kristýna: Hnojivé účinky čistiarenských kalů pro topoly. Biom.cz [online]. [cit. 2013-02-04]. Dostupné na internete: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/hnojive-ucinky-cistirenskych-kalu-pro-topoly>>. ISSN: 1801-2655.
- [3] KUTIL, Josef, DOHÁNYOS, Michal. Efektivní využití a likvidace čistiarenských kalů. [online]. [cit. 2012-11-22]. Dostupné na internete: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/efektivni-vyuziti-a-likvidace-cistirenskych-kalu-2>>. ISSN: 1801-2655.
- [4] Sludge Dewatering. [online]. [cit. 2012-12-05]. Dostupné na internete: <http://www.snf-group.com/IMG/pdf/Water_Treatment_3_E.pdf>
- [5] Health and safety executive. Working with sewage. [online] - [cit. 2012-22-11]. Dostupné na internete <www.hse.gov.uk/pubns/indg198.pdf>
- [6] BALOG, K. a kol. 2006. Inžinierstvo pracovného prostredia. - Bratislava: STU. ISBN 80-227-2574-9
- [7] RULKENS, W. Removal of heavy metals from sewage sludges. 1989. - In: Sewage Sludge Treatment and Use. Elsevier Applied Science. The Netherlands.
- [8] NV SR 115/2006 o minimálnych zdravotných a bezpečnostných požiadavkách na ochranu zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou hluku.

ADRESY AUTOROV

Anna MICHALÍKOVÁ, Ing., CSc., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika

Maroš SIROTIK, RNDr., PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika

Lenka BLINOVÁ, Ing., PhD., Slovenská technická univerzita v Bratislave, Materiálovotechnologická fakulta Trnava, Ústav bezpečnostného a environmentálneho inžinierstva, Botanická 49, 917 01 Trnava, Slovenská republika

RECENZENT

Ružena KRÁLIKOVÁ, Doc. Ing. PhD., Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta, Katedra environmentalistiky, Park Komenského 5, 042 00 Košice, Slovenská republika