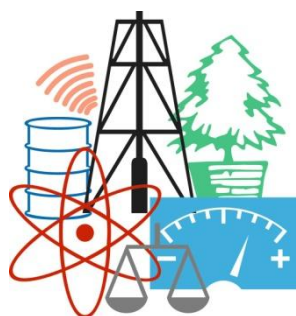


WASTE FORUM



ELECTRONIC PEER-REVIEWED JOURNAL ON ALL TOPICS
OF INDUSTRIAL AND MUNICIPAL ECOLOGY

RECENZOVANÝ ČASOPIS PRO VÝSLEDKY VÝZKUMU A VÝVOJE
Z OBLASTI PRŮMYSLOVÉ A KOMUNÁLNÍ EKOLOGIE

YEAR 2017

No. 1

Pages 1 – 41

Patron of the issue

dekonta

OBSAH / INDEX

Úvodní slovo šéfredaktora / Editorial	3
Pro autory / For authors	4
Passive sampling approaches and their applicability for contaminated sites monitoring Metody pasivního vzorkování a jejich využití pro monitoring kontaminovaných lokalit <i>Hanne B. KRINGBERG, Torgeir RØDSAND, Randi S. TELSTAD, Ondřej LHOTSKY, Eva KRAKOROVA, Tomas CAJTHAML</i>	5
Behavior of thermal insulation materials made from row and waste bast fibers from agriculture Chování tepelně izolačních materiálů vyrobených ze surových a odpadních lýkových vláken ze zemědělství <i>Vítězslav NOVÁK, Jiří ZACH</i>	17
Přehled technologií kalového hospodářství komunálních ČOV The overview of sewage sludge management in municipal waste-water treatment plants <i>Jarmila ČECHMÁNKOVÁ, Jan MATEJKA, Luboš NOBILIS, Jan MAŇHAL, Viera HORVÁTHOVÁ, Jan SKÁLA</i>	24
Nerecenzované a komerční příspěvky / Not peer-reviewed and commercial papers	
Návštěvnost stránek a stahování čísel časopisu WASTE FORUM v letech 2013 – 2016 Readership and downloads of the journal WASTE FORUM in 2013 – 2016 <i>Ondřej PROCHÁZKA</i>	33

WASTE FORUM – recenzovaný časopis pro výsledky výzkumu a vývoje pro průmyslovou a komunální ekologii

ISSN: 1804-0195; www.WasteForum.cz. Vychází čtvrtletně.

Časopis je na Seznamu neimpaktovaných recenzovaných periodik vydávaných v ČR. Vychází od roku 2008.

Ročník 2017, číslo 1

Vydavatel: CEMC – České ekologické manažerské centrum, IČO: 45249741, www.cemc.cz

Adresa redakce: CEMC, ul. 28. pluku 524/25, 101 00 Praha 10, ČR, fax: +420/274 775 869

Šéfredaktor: Ing. Ondřej Procházka, CSc., tel.: (+420) 723 950 237, e-mail: prochazka@cemc.cz, wasteforum@seznam.cz

Redakční rada: Ing. Vratislav Bednařík, CSc., doc. Ing. Vladimír Čablík, CSc., prof. Dr. Ing. Miroslav Černík, CSc., prof. Ing. Tomáš Havlík, DrSc., prof. Ing. František Hrdlička, CSc., Ing. Slavomír Hredzák, CSc., prof. Ing. Dagmar Juchelková, Ph.D., prof. Ing. František Kaštánek, CSc., doc. RNDr. Jana Kotovicová, Ph.D., doc. Dr. Ing. Martin Kubal, prof. Ing. Mečislav Kuraš, CSc., prof. Mgr. Juraj Ladomerský, CSc., prof. Ing. Petr Mikulášek, CSc., ass. prof. Norbert Miskolczi, prof. Ing. Lucie Obalová, Ph.D., Ing. Miroslav Punčochář, CSc., DSc., doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc, prof. Ing. Lubomír Šooš, PhD. , prof. dr. hab. inž. Barbara Tora.

Web-master: Ing. Vladimír Študent

Redakční uzávěrka: 8. 1. 2017. **Vychází:** 20. 3. 2017



Úvodní slovo šéfredaktora

Vážení čtenáři,

máte před sebou první číslo již desátého ročníku tohoto časopisu (toto letí!). Obsahuje tři recenzované příspěvky, z nichž jeden (ten první) mne velmi potěšil skladbou autorů. Hned první tři jsou z Norska. Vysvětlím, proč mne to potěšilo.

Při předchozím neúspěšném pokusu o zařazení časopisu WASTE FORUM (WF) do databáze SCOPUS před pěti lety nám bylo vytčeno, že v něm publikují jen domácí autoři a že se zabývá pouze problémy lokálního významu. To první byla více méně pravda, to druhé ne, ale co naděláte.

Loni jsme požádali znovu a byli jsme vyzváni, abychom podrobně popsali změny, ke kterým od minula došlo. Proto vítám každého publikujícího autora/spoluautora ze zahraniční instituce. Vedle toho jsem provedl analýzu návštěvnosti internetových stránek časopisu a rozsahu stahování jednotlivých čísel. Výsledky jsou zajímavé a povzbuzující. Proto jsem se rozhodl se o ně s vámi podělit a tak na konci čísla v části vymezené pro nerecenzované příspěvky najdete o tom podrobnou zprávu.

Dále se snažíme rozšířit redakční radu o členy působící na univerzitách a výzkumných institucích mimo Českou či Slovenskou republiku. Pokud byste věděli o někom, kdo by měl o čestné členství v redakční radě WF zájem, dejte mi prosím vědět.

Co je ale nejjistější cesta k zařazení do Scopusu a k získání impakt-faktoru, je citování článků z WF v dalších pracích, pokud možno publikovaných jinde. To už ale redakce zařídit nedokáže! O to se musí postarat sami autoři a jejich kolegové!

*Na závěr ještě jedno upozornění: **Redakční uzávěrka příštího čísla je 8. dubna, dalšího pak 8. července 2017.***

Ondřej Procházka

Editorial

Dear readers,

this is the first issue of the WASTE FORUM tenth edition. It contains three reviewed papers and one non-reviewed article. Here is the reason why.

The reason for rejection of including our journal in Scopus database five years ago was "a limited readership as papers are in Czech and are often very focused on regional interests. This seems likely to lead to low citation rates."

Last year we've applied for inclusion in database again and were asked to describe in detail all the changes that have occurred since the last application. Therefore, I've analyzed the origin of contributions by location of authors' home institutions, as well as readership and the number of downloads of individual issues. The results were encouraging, so I've decided to publish them in this issue.

Announcement: Editorial deadline for the next issue is extended to April 3, 2017.

Ondřej Procházka

Pro autory

Časopis vychází pouze v elektronické podobě a čísla jsou zveřejňována na volně přístupných internetových stránkách www.WasteForum.cz.

Do redakce se příspěvky zasílají v kompletně zalomené podobě i se zabudovanými obrázky a tabulkami, tak zvaně „**printer-ready**“. Pokyny k obsahovému členění a grafické úpravě příspěvků spolu s přímo použitelnou **šablonou grafické úpravy** ve WORDu jsou uvedeny na www-stránkách časopisu v sekci **Pro autory**. Ve snaze dále rozšiřovat okruh možných recenzentů žádáme autory, aby současně s příspěvkem napsali tři tipy na možné recenzenty, samozřejmě z jiných pracovišť než je autor či spoluautory. Je vždy dobré mít rezervu.

Publikační jazyk je čeština, slovenština a angličtina. Ve snaze, aby se časopis WASTE FORUM dostal do mezinárodních databází vědeckých časopisů, což je nezbytný předpoklad, aby mohl získat časem i impakt-faktor, preferována angličtina. V tomto případě je nezbytnou součástí článku na konci název, kontakty a abstrakt v českém či slovenském jazyce, přičemž rozsah souhrnu není shora nijak omezen.

Uveřejnění příspěvků v časopisu WASTE FORUM je v zásadě bezplatné. Nicméně abychom příjmově pokryli alespoň nezbytné externí náklady spojené s vydáváním časopisu (poplatky za webhosting, softwarová podpora atd.), vybíráme symbolický poplatek za uveřejnění poděkování grantové agentuře či konstatování, že článek vznikl v rámci řešení určitého projektu. Tento poplatek činí 200 Kč za každou stránku u příspěvků v anglickém jazyce, u ostatních je 500 Kč za stránku.

Uzávěrka dalšího čísla časopisu WASTE FORUM je mimořádně již 3. dubna 2017, další pak 8. července.

For authors

WASTE FORUM is an electronic peer-reviewed journal that primarily publishes original scientific papers from scientific fields focusing on all forms of solid, liquid and gas waste. Topics include waste prevention, waste management and utilization and waste disposal. Other topics of interest are the ecological remediation of old contaminated sites and topics of industrial and municipal ecology.

WASTE FORUM publishes papers in English, Czech or Slovak. Articles submitted must include a abstract in Czech (Slovak) or English language, respectively.

Manuscripts for publication in the journal WASTE FORUM should be sent only in **electronic form** to the e-mail address prochazka@cemc.cz or wasteforum@seznam.cz. Manuscripts must be fully formatted (i.e. printer-ready) in MS WORD. The file should have a name that begins with the surname of the first author or the surname of the corresponding author. **Due to the personal connection of the editorial staff with the editors of the professional monthly journal ODPADOVE FORUM, authors need to clearly state that their manuscripts are intended for publication in WASTE FORUM.**

All articles submitted for publication in WASTE FORUM undergo assessment by two independent reviewers. The reviews are dispatched to authors anonymously, i.e. the names of the reviewers are not disclosed to the authors.

All papers that was not subjected to a peer-review are labeled in a header of each page by the text ***Not peer-reviewed and commercial papers.***

Publication of the articles is generally free. However, revenue to cover at least the necessary external costs associated with the issuance of the magazine, we select a symbolic fee for the publication of gratitude grant agency or a statement that the article was created as part of a project solution.. The fee is **200 CZK per each new page for articles reviewed part of issue and CZK 500 for every new page for contributions in the second part of the issue.**

The deadline of the next issue is on April 3, more on July 8, 2017.

Passive sampling approaches and their applicability for contaminated sites monitoring

Hanne B. KRINGBERG^a, Torgeir RØDSAND^a, Randi S. TELSTAD^a,
Ondrej LHOTSKY^b, Eva KRAKOROVA^{b,c}, Tomas CAJTHAML^{c,d}

^aALS Laboratory Group Norway AS, Drammensveien 173, N-0214 Oslo, Norway

^bDEKONTA a.s., Volutova 2523, 158 00 Prague 5, Czech Republic,

e-mail: lhotsky@dekonta.cz

^cInstitute of Microbiology Academy of Sciences of the Czech Republic, v.v.i.,
Videnska 1083, 142 20 Prague 4, Czech Republic

^dInstitute for Environmental Studies, Faculty of Science, Charles University,
Benatska 2, 128 01 Prague 2, Czech Republic

Abstract

This paper summaries information about the passive sampling methods that can be applied for monitoring of contaminated sites. We discuss advantages and disadvantages of passive sampling compared to conventional sampling and describe different types of passive samplers and the processes behind them. In the second part of the paper 4 passive samplers that have been used within the PASSES project are described in detail. Moreover recommendations on the suitability of different samplers for different purposes as well as on their handling are also included based on our experience.

Keywords: passive sampling, monitoring, groundwater contamination

Introduction

The use of passive sampling is reported in the literature since the second half of the 20th century^{1,2,3}. Passive sampling has been widely used in the last decade^{4,5,6,7} and is still a developing field sampling technique for water, air, soil and sediments. This paper focuses on passive sampling of water.

Passive sampling offers significant advantages compared to traditional grab water sampling, because it can adsorb the analyte of interest over a long period of time and thus give an average concentration during a period of several days or weeks (Figure 1). This average concentration is referred to as the time-weighted average (TWA) in the case of integrative samplers or 'concentration memory' in the case of equilibrium samplers.

A passive sampler is deployed in water for weeks or months, and can thus incorporate the episodic changes in contaminant concentration during the monitoring period. Another challenge with standard grab sampling is that the concentration of contaminants in water can be lower than the limit of quantification (LOQ) for standard laboratory analysis; this can in turn cause difficulty in data interpretation. Integrative Passive samplers can accumulate compounds and increase the concentration above the LOQ, and thereby give a good alternative for data interpretation as illustrated in Figure 2.

Passive sampling has also several advantages compared to analyzing biota; it is user friendly, time-saving and also more environmental friendly to handle a canister with membranes compared to catching fish and finding mussels. The sample preparation and analysis of biota is time-consuming and biological factors like lipid content, weight, age, organ size etc. will vary between different individuals⁸. The metabolism and degradation in biota can affect concentration levels of the analytes, and the effect of these processes can vary between different individuals as well as between different environments⁴. Passive samplers can provide similar information with higher reproducibility, for instance the Polar Organic Chemical Integrative Samplers will accumulate water-soluble chemicals which are bio-available, and the results can be compared to exposure of organisms such as fish and mussels. Passive samplers can also be placed in environments where biota are not present due to contamination level, pH, temperature and/or other physical and environmental conditions, for example in ground water.

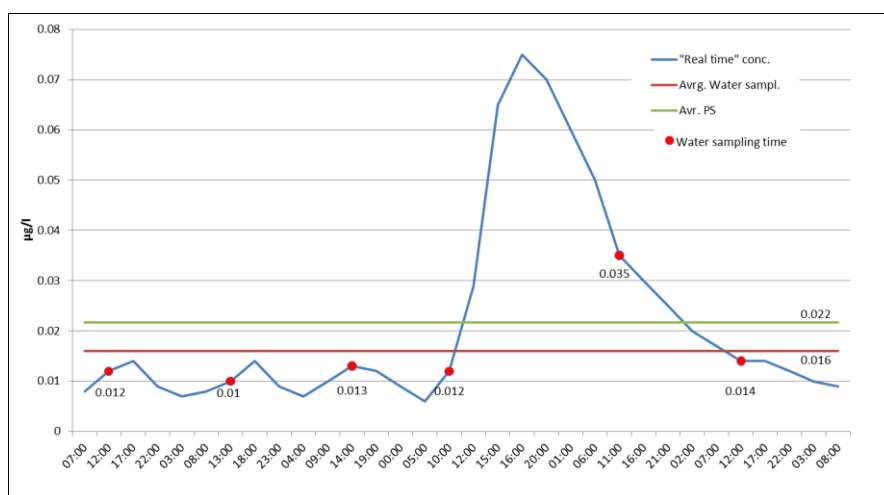


Figure 1: Illustration of how contamination events can occur and be partly overlooked by traditional grab water sampling

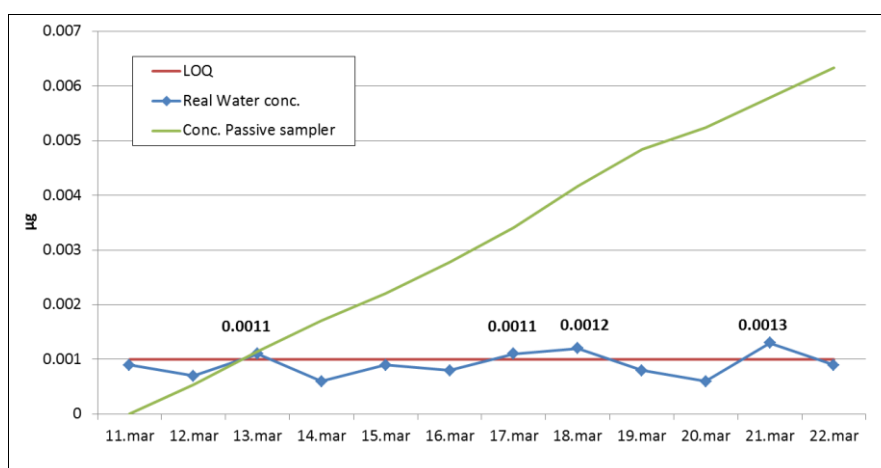


Figure 2: Illustration of water samples analyses versus concentration in an integrative sampler

Passive sampling does not contain any mechanical parts or require any electric power during the sampling period. One passive sampler can replace several grab samples and hence will be more sustainable, as it will reduce the hours spent on field work and the number of analyses, it will also reduce the total cost of analysis.

On the other hand, only analytes dissolved in water can pass by diffusion through the water-boundary layer which is generated due to high viscosity at the surface of the passive sampler, and represents the rate-limiting step. An external factor that might also effect the diffusion is biofouling of the membrane.

There are another factors that affect the uptake, e.g. temperature, pH, salinity and rate of water flow⁹. The effect of water temperature is limited under typical environmental conditions in the range of 5 – 25°C¹⁰. The pH could affect the sampling rate (R_s)¹⁰. Nevertheless, the R_s could be determined in the laboratory within the calibration or predicted by empirical equations^{6,11}. There are several calibration methods for determining the R_s , the most used calibration methods are: static renewal¹²; static depletion¹³; flow-through systems¹⁴; *in situ* calibration¹⁵ and performance reference compound (PRC) based system¹⁶.

Passive samplers

There are different types of sampling devices applicable to nearly all environmental conditions regardless of water type and quality. Generally, all types of passive samplers are classified in one out of two main types: equilibrium samplers and non-equilibrium samplers.

Equilibrium samplers, also called absorption samplers or partition samplers as they are based on partition theory, are devices that rely on diffusion of the compounds to reach thermodynamic equilibrium between the sampler and the water. The equilibrium between the sampler and environment of exposure is achieved after a certain amount of time dependent on the sampler type and analyte. Some equilibrium samplers are filled with deionized water and the concentration measured is therefore more or less similar to the concentration in the surrounding water. The concentration of the water inside the sampler will thus represent the average concentration found in the surrounding water during the time of deployment. This is in contrast to normal grab sampling where the water sample only represents the surrounding water at the moment of sampling. Recently new samplers filled with other materials are gaining attention. The materials used in these samplers are designed to ensure that it will reach a certain uptake and accumulation of the analyte in the sampler before it reaches the equilibrium. This will increase the possibilities for analytical detection of analytes in the sampler in environments where the analyte concentration in the surrounding waters is lower than the LOQ of the analysis. The concentration of analyte in the partition sampler can be used to calculate the concentration in the water phase.

Commercial equilibrium samplers which can be filled with deionized water (or ground water) include:

- Polyethylene Diffusion Bag Sampler (PDB)
- Regenerated-Cellulose Dialysis Membrane Sampler
- Rigid Porous Polyethylene Sampler (RPPS)
- Nylon-Screen Passive Diffusion Sampler (NSPDS)
- Peeper Sampler

Equilibrium samplers with other adsorption media are:

- Polyoxymethylene Sampler (POM)
- Passive Vapour Diffusion Samplers (PVDs)

Equilibrium passive samplers are used for monitoring common contaminants like VOCs and other but can be used also for monitoring of more specific compounds e.g. anilines, bio-toxins, DDT, chlorophenols, Hg ions, hexachlorobenzene, PBDEs, PCBs, PCDD/Fs, pesticides, phenols etc.
4,5,7,17,18,19,20

The second type of samplers are integrative samplers (also called adsorption-, kinetic-, or non-equilibrium samplers), which measure the concentration in the kinetic period before an equilibrium has been reached between the sampler and the surrounding water. Compounds bind strongly to the adsorption media, and because the sorption capacity of the media is normally very high, the time to reach equilibrium can be several days to weeks or months depending on the adsorption media, type of compound, and concentration. The measurement period for integrative samplers starts immediately after deployment and ends when the sampler is retrieved. These devices rely on diffusion and sorption to accumulate compounds in the sampler. But unlike the equilibrium sampler, the analyte is removed from the water during the entire deployment period and accumulated in the sampler.

Commercially available kinetic samplers include:

- Polar Organic Chemical Integrative Samplers (POCIS)
- Semi-Permeable Membrane Devices (SPMD) for lipophilic organic compounds
- GORE™ Sorber Module
- Passive In-Situ Concentration Extraction Sampler (PISCES)
- Solid Phase Microextraction (SPME)
- Membrane-Enclosed Sorptive Coating Sampler (MESCO)
- Diffusive Gradients in Thin-films (DGT)

Passive samplers in the kinetic mode have been recently used for monitoring DDT, endocrine disruptors, pharmaceuticals, pesticides, personal care products, PAHs, PCBs, UV filters, plasticizers, organotin compounds etc.^{4,5,7,17,18,19,20,21,22}

Analytes in both types of passive samplers have to be trapped or retained in a suitable medium. It is therefore important when selecting the type of passive sampler to take into consideration all aspects of the sampling like the contaminants of interest, the contamination level, hydrogeological conditions, water flow velocity etc., as well as the chemical behaviour of the analyte and the mixture of analytes.

Description of selected passive samplers

Semipermeable Membrane Device (SPMD)

The Semipermeable Membrane Device (SPMD) is a passive non-equilibrium sampler that is used to monitor hydrophobic organic compounds that are usually found in trace levels in the testing environment, such as PCBs, PAHs and organochlorine pesticides. The sampler consists of a tubular lay flat low-density polyethylene (LDPE) membrane that is flattened and contain a thin film of a lipid (Triolein) having a high molecular weight. Triolein is a nonpolar lipid found in aquatic organisms. By allowing selective diffusion through transport corridors of organic compounds, the LDPE mimics a biological membrane such as fish gills and human lungs.

The sampling in the SPMD is driven by membrane- and lipid-water partitioning. A typical SPMD set up is shown in Figure 3. By using SPMDs it is possible to estimate the time-integrated dose of waterborne bioavailable pollutants to aquatic organisms.

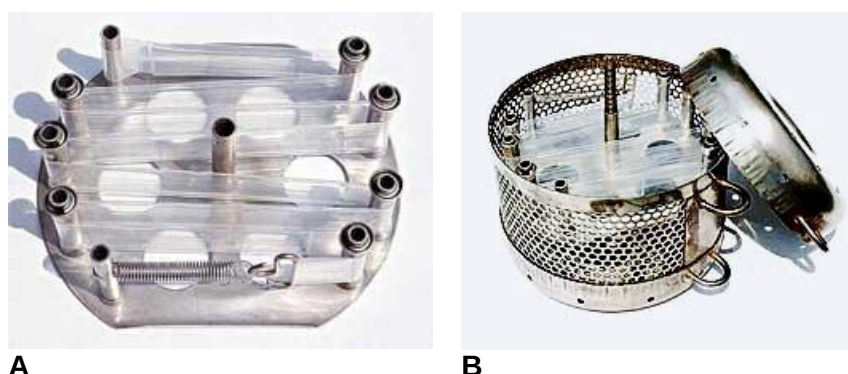


Figure 3: (A) SPMD Entire carrier assembly; (B) A standard canister for SPMDs

Unlike bio-monitoring organisms, SPMDs can be used in waters with poor water quality. Studies of bio-availability and bio-concentration factors have shown that SPMDs are user friendly and less expensive than aquatic animals. This is due to the fact that SPMDs are easy to standardize in different conditions. Since SPMDs are deployed over longer periods of time, the concentrations of analyte represents a time-weighted average.

Other advantages SPMDs have over biota include: fixed sampling locations, easy deployment and retrieval, no problems with mortality, metabolism etc. The ambient water concentration (C_w) can be estimated based on the concentration found in the SPMD (C_{SPMD}), the volume of the triolein in SPMD, the sampling rate (R_s) and the time of deployment (t) as shown in equation 1.²³

$$C_w = \frac{(C_{SPMD} \times V_{SPMD})}{(R_s \times t)} \quad (1)$$

A big drawback of SPMDs is biofouling of the membrane during deployment. The biofouling layer will result in a slower sampling rate because of the impeded flux across the membrane. Thus the impedance factor is specific to each SPMD at any given point in time.

SPMDs are not suitable for groundwater monitoring as they need quite high flow rates in the surrounding water, which is not commonly found in groundwater. To be able to use SPMDs under such conditions an artificial arrangement to increase the water circulation in the well would be necessary, alternatively constantly moving the sampler during the deployment period.

SPMDs must be stored in a fridge prior to deployment. For field deployment of SPMDs it is advised to use stainless steel SPMD carriers as shown in Figure 3. Because SPMDs are a very potent air sampler, a field blank is always recommended for simultaneous exposure during deployment and retrieval. The analytical results from the field blank are then used to adjust the site results to reflect the contamination in water.

Typical deployment periods for SPMDs range from two weeks till two months averaging around 28 days. The deployment time must be adjusted according to a level of expected contamination. After a typical deployment, SPMDs are removed from the aquatic environment and extracted with a nonpolar solvent such as hexane. The extract is then: I. Reduced; II. Cleaned up (typically includes gel permeation chromatography), this process will remove any lipid or polyethylene wax, which might have been carried over during extraction; III. Enriched (using an activated alumina or silica gel column). The enriched extract is then analyzed by chromatographic techniques, such as high-performance liquid chromatography (HPLC) or gas chromatography with various detection methods (GC-FID/PID/ECD, or GC/MS). The extracts can also be used for toxicity testing. In such cases performance reference compounds (PRCs) cannot be incorporated in the SPMDs as it would affect the toxicity.

Polar Organic Chemical Integrative Sampler (POCIS)

The POCIS is constructed to sample polar or hydrophilic organic chemicals with K_{ow} less than 4. Examples of analytes are most pharmaceuticals, illicit drugs, polar pesticides and phosphate flame retardants. The POCIS consists of a solid material, called a sorbent, which is sandwiched between two microporous membranes. The membrane is usually polyethersulfone (PES) with pore size 0.1 μm and the sampler is held together with two stainless steel rings (Figure 4A). PES has a high analyte uptake rate, minimal biofouling and long durability. The membrane allows water and dissolved chemicals to pass through to the sorbent and get trapped in the sorbent. Sediment and larger particles will not pass through the membrane and are thus excluded. The POCIS samples the water-soluble chemicals and can therefore be compared to analyzing biota samples.

The POCIS is an integrative sampler and the analyte accumulates in the sorbent. The results will give an estimation of the TWA concentrations. There are two main types of POCIS which are commercially available with different sorbents: i) pesticide and ii) pharmaceutical. The pesticide POCIS contains a mix of three sorbent materials which are hydroxylated polystyrene-divinylbenzene resin (ISOLUTE® ENV+) and a carbonaceous adsorbent (Amborsorb 1500) dispersed in a styrene divinylbenzene copolymer (S-X3 Bio Beads). The pesticide POCIS can sample pesticides, natural and synthetic hormones, waste water related chemicals and other water-soluble organic chemicals. The pharmaceutical POCIS contains a single sorbent, Oasis HLB. Oasis HLB is designed for pharmaceutical sampling.

Analyte uptake by the POCIS is influenced by the boundary layer diffusion to the sampler surface, diffusion through the PES-membrane and diffusion within the sorbent. The POCIS do not contain a PRCs like the SPMD and this makes the recalculation to the water concentration more challenging. There are some estimated sampling rates from published data of the first order kinetic model for some analytes and thus the results can be recalculated according to this²⁴. For analytes where the sampling rate is not determined, a laboratory can only report the amount of analyte absorbed in the POCIS and the results can only be used qualitatively to compare it with other POCIS results in the same project.

If there is a need for monitoring of several analytes or to reach even lower limits of quantification, it might be necessary to use several POCIS samplers to be able to gather the amount of sample material

needed to perform an analysis. Canisters can deploy several POCIS samplers, so that the sorbents can be mixed together into one large sample. The POCIS is put into the holder (Figure 4B); the holder is placed in a canister and locked (Figure 4C). It is important to close the canister to avoid the POCIS to fall out and get lost. There are many types of commercial canisters available which is specialized for sampling in different types of environment like rivers, lakes, seawater and groundwater. The sampler for rivers, lakes and seawater usually contains a holder which can deploy three POCIS.

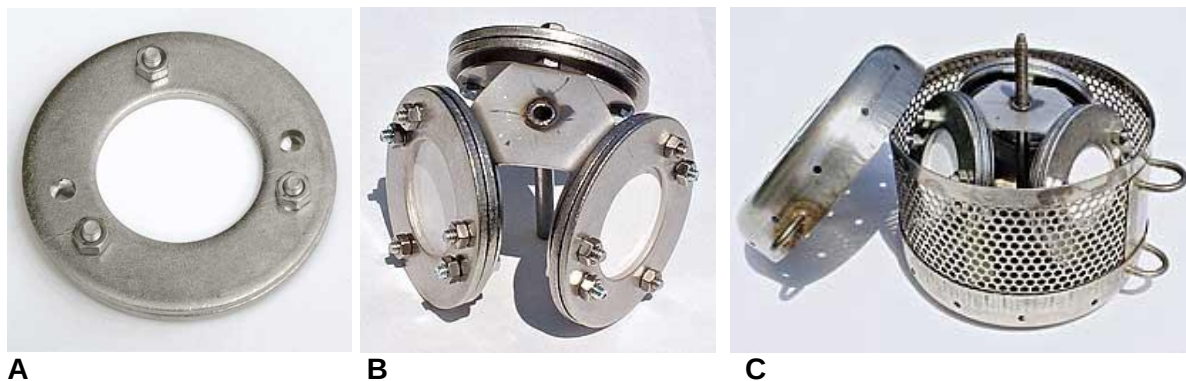


Figure 4: (A) POCIS membranes held together with stainless steel rings; (B) POCIS-holder; (C) Commercially available deployment canister

The average sampling time for passive samplers are 30 days, but deployment times for one week to one year have been performed. A short deployment time will result in smaller volumes of water being sampled, and some important information due to slow uptake of some compounds can be missed. If the deployment time is too long, the integrative samplers will go from the kinetic regime to equilibrium regime and thereby work as an equilibrium passive sampler.

Long deployment time can also lead to the build-up of a biofilm on the sampler. The biofilm might inhibit the sampler to accumulate chemicals and lead to lower results than expected. Long deployment time will also lead to a greater risk of damage or loss, since there are always risks of heavy streams, floods and other events such as vandalism. The commercially produced POCIS is delivered in an air-tight metal can of stainless steel due to its capacity to adsorb compounds from ambient air. Therefore it is recommended to store the POCIS in a freezer until deployment. The can should not be opened before the sampler is deployed in the field.

After sampling, the POCIS should be placed in its original can. It is important to put one POCIS in each box if they are from different sampling points, as individual analysis of each POCIS is needed. As in the case of SPMDs, the POCIS should be put in a freezer as soon as possible after retrieval before being sent to a laboratory. During the analysis of a POCIS generally only the solid sorbent inside of the POCIS is extracted and the membranes are removed. The extract is then analyzed with liquid chromatography having two mass detectors (LC-MS/MS).

Polyethylene Diffusion Bags (PDB, PS VOCs)

Passive diffusion bags, also called passive sampler VOC (PS VOCs), allows for estimation of time-weighted average concentrations for volatile organic compounds, like BTEX and chlorinated aliphatic hydrocarbons. The concentrations measured using diffusion samplers are representative of the groundwater quality at the time of the retrieval of the samplers or of some days before, depending on the time needed to achieve equilibrium.

The passive sampler for VOCs can be used for several types of water, although it is primarily designed for monitoring of groundwater wells. It provides an easy and efficient way to perform field work, without the need of a pump or other sampling devices. PDB consists of a LDPE tube (approximately 35 cm long) in the shape of a cylindrical tube. LDPE acts as a semi-permeable membrane and VOCs diffuse through this membrane. The tube is filled with deionized water through a fill nozzle and closed with a plug. A standard bag holds approximately 350 ml of deionized water.

PDB is an equilibrium sampler and equilibrium is established between VOCs in the bag and the water after a certain deployment time. The appropriate deployment time is dependent on the time required by the sampler to equilibrate with ambient water and the time required for environmental disturbances caused by sampler deployment to return to ambient conditions. The rate at which deionized water in the sampler equilibrates with the ambient water depends on the type of sampled compounds and the water temperature.

A minimum equilibrium time of two weeks is suggested for most field applications. The LDPE membrane can be covered with a polyethylene protective mesh to protect the membrane. It is recommended to use a weight to keep the tube hanging down to make sure that the sampling is performed at the intended target zone within the well (Figure 5A).

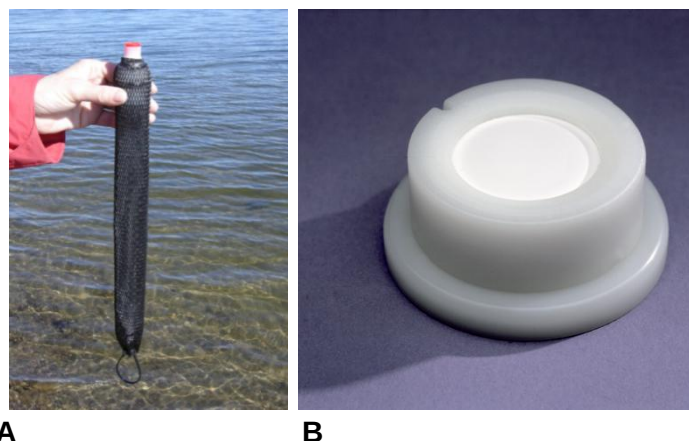


Figure 5: (A) Commercially available PDB (PS VOCs); (B) Typical Diffusion Gradients in Thin Films

The PDB sampler is a simple tube device which does not have to be placed in the freezer or handled following a specific procedure prior to deployment in the field. The average sampling period for this passive sampler is two weeks, which is suggested for most field applications.

When the PS VOCs sampler is retrieved, a discharge tube is pressed into the membrane and a standard vial is filled. The vials are transported to the laboratory and analyzed using standard methods for water samples. The analysis of BTEX and chlorinated aliphatic hydrocarbons are performed with gas chromatography with a flame ionization detector (CG-FID) and a mass detector (GC-MS). To avoid increased uncertainties from loss of analyte due to evaporation or biological decomposition, it is recommended to minimize the storage time before the analysis to less than 48 hours and keep the samples in vials in a dark and cooled place at 4-6°C during storage and transport.

PDBs have a great potential to be used in standard groundwater monitoring. There are several advantages of PDBs: comparable results with conventional sampling; easier analytics of deionized water compared to complex ground water; no need to stabilize samples; possibility to monitor vertical contamination profiles; and results represent longer periods of time.

Diffusion Gradients in Thin Films (DGT)

Many passive samplers used today have the disadvantage that uptake rates for trace substances depend on flow rates. These samplers must therefore be calibrated to enable the water concentrations to be derived from the mass per sample. Diffusive Gradient Thin-films (DGTs) can be used *in situ* to quantitatively measure labile species in aquatic systems without a field calibration. A typical DGT is shown in Figure 5B.

DGTs can be used to detect elements and compounds in aqueous environments such as water, sediment and soil. They are used for detection of bioavailable toxic trace metal contaminants. The DGT

itself consists of a binding gel, a diffusive gel and a membrane filter. The analyte will pass through the filter membrane and diffuse through the diffusive gel before accumulation on the binding gel.

The DGT device consists of a plastic piston (base) and a tight fitted circular cap with an opening as shown in Figure 5B. The binding gel, the diffusive gel and the membrane filter are stacked onto the base and the cap is placed on top of this assembly. The dimensions of the layers may vary depending on the environment, which it will be deployed in. During the deployment, metals, nutrients or organic compounds accumulate in a controlled way on the binding layer. The accumulated amount of each analyte is used to calculate its concentration in water, soil or sediment.

Because there are many different binding layers available for DGTs, this sampler can be used to measure a wide range of compounds. DGT sampling is based on Fick's law and the equation used to find the time-weighted averaged concentration of the analyte is given in equation 2, where: C_{DGT} is the time averaged concentration of the bulk analyte, M is the mass of the analyte on the resin, Δg is the thickness of the diffusive layer and the filter membrane, D is the diffusion coefficient, t is deployment time, and A is the area of the DGT window²⁵.

$$C_{DGT} = \frac{M \Delta g}{DtA} \quad (2)$$

Except water, the DGT sampler is often used in river and other water bodies such as sediments. The DGT directly measures the mean flux of labile species to the device during the deployment. This can be interpreted as the mean concentration at the interface between the device surface and the sediment which is often the same as the concentration in bulk pore-water.

The DGT units must be stored in a refrigerator prior to use and it is very important not to re-move them from the sealed plastic bags prior to use. When deploying the DGT, it is also important not to touch the filter and to get the sampler from the sealed bag into the testing environment as quick as possible. It is also important to deploy it in flowing water that does not have excessive turbulence. To get the right results, it is necessary to keep track of the temperature while the DGT has been deployed.

Use of long deployment times accumulate more metals and lowers the detection limit. On the other hand typical deployment times are usually relatively short (8-48 hours). By increasing and decreasing the thickness of the double boundary layer a low detection limit can be also ensured. On the retrieval of DGTs it is important to rinse the unit with distilled/deionized water and shake off an apparent surface water layer without drying it. Then the sampler should be placed in a clean plastic bag and sealed with a minimum air space before being stored in a refrigerator until analysis. As DGTs can measure a wide range of metal contaminants the final analysis is usually per-formed by the inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS).

Specifics of groundwater passive sampling

Generally, low water flow can cause problems for SPMD and POCIS passive samplers. This is due to the fact that stagnant water forms a 'diverging' zone surrounding the membrane, where the analyte is removed faster from the sorbent than from the surrounding water, and thus creating empty space around the sampler's membrane. In this zone, the equilibrium between the sorbent and the water boundary layer can be achieved, which causes unknown decrease in the uptake of analyte. This phenomenon has been discussed among the sampling specialists and needs to be further investigated.^{26,27} With the POCIS samplers; there is another problem, as no adequate internal standard has yet been found, which makes the analyte calculations inaccurate.

The DGT sampler is affected by strong water flow. When this is the case, the sampler must be placed perpendicular to the flow direction. Placing the DGT sampler perpendicular to the water flow direction ensures that the diffusive boundary layer will not be affected by laminar flow.

The most convenient from the water flow point of view is the PDB (PS VOCs) sampler. There are no big issues associated with the water flow in this kind of sampler.

Generally, for an appropriate selection and use of passive samplers it is needed to take into account not only water flow and target analytes, but important factors such as sampling goals, an expected contamination level (high/low), a potential sampling set-up including space considerations, local hydro-geological conditions etc. It is also crucial to consider potential interpretation of results e.g. comparison with conventional sampling, and the need of calibration of the passive sampler.

There are difficulties to use SPMDs for monitoring of groundwater. On the other hand it is beneficial to use it for monitoring of the water quality during pump and treat. SPMDs can be installed in to the water flow going in and out the pump and treat system. In such a way it is possible to assess the contaminant removal more precisely than using the conventional grab sampling.

Although it is generally complicated to recalculate the concentrations of target contaminants back to the concentration in the ground water, using POCIS samplers they can be used perfectly for assessment of time development of the contamination. The use of the total amounts of contaminants measured in the samplers is beneficial when assessing the potential to degrade the contaminants *in situ*. It means several samplers have to be placed in to the same place at different times.

Conclusions

Passive sampling provides an accurate method for monitoring concentration of trace analytes in different media including water and sediments. Since it is possible to sample over a long period of time, time-weighted concentration or at least 'concentration memory' covering, any episodic changes during the sampling period. Passive sampling can replace series of water samples, and hence reduce need and costs of analysis and field work. Passive sampling is applicable to nearly all types of environmental conditions regardless of water type and quality. However many passive samplers used today are limited by certain water flow conditions as the analytes uptake rates depend on the rate of water flow. Most samplers must also be calibrated to enable the water concentrations to be derived from the mass per sample. The exception is the DGT sampler, which is used to quantitatively measure labile species in aquatic systems without field calibration. PDBs show the highest potential to be used in standard groundwater monitoring.

List of symbols

BTEX – Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene
DDT – Dichlorodiphenyltrichloroethane
DGT(s) – Diffusion Gradients in Thin Film(s)
GC/MS – Gas Chromatography–Mass Spectrometry
GC-FID/PID/ECD – Gas Chromatography-Flame Ion Detector/Photoionization Detector/Electron Capture Detector
HPLC – High-performance Liquid Chromatography
ICP-MS – Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry
LC-MS/MS – Liquid Chromatography Tandem-Mass Spectrometry
LDPE – Low-density Polyethylene
LOQ – Limit of Quantification
NSPDS – Nylon-Screen Passive Diffusion Sampler
PAHs – Polycyclic Aromatic Hydrocarbons
PBDEs – Polybrominated Diphenyl Ethers
PCBs – Polychlorinated Biphenyls
PCDD/Fs – Polychlorinated Dibenzodioxins/furans
PDB – Polyethylene Diffusion Bag Sampler
PES – Polyethersulfone
POM – Polyoxymethylene Sampler
PRCs – Performance Reference Compounds
PS VOCs – Passive Sampler VOCs

PVDs – Passive Vapour Diffusion Samplers
 R_s – sampling rate
RPPS – Rigid Porous Polyethylene Sampler
SPMD – Semipermeable Membrane Device
TWA – Time-Weighted Average
UV – Ultraviolet
VOCs – Volatile Organic Compounds

Acknowledgment

This work was supported by the Norwegian Financial Mechanism 2009–2014 and the Czech Ministry of Education, Youth and Sports under Project Contract number MSMT-23681/2015-1.

References

1. Palmes, E.D., Gunnison, A.F. Personal monitoring device for gaseous contaminants. *Am Ind Hyg Assoc J* 34, 1973, 78 – 81.
2. Fowler, W.K. Fundamentals of passive vapor sampling. *Am Lab* 14, 1982, 80 – 87.
3. Rose, V.E., Perkins, J.L. Passive dosimetry – state of the art review. *Am Ind Hyg Assoc J* 43, 1982, 605 – 621.
4. Vrana, B., Mills, G.A., Allan, I.J., Dominiak, E., Svensson, K., Knutsson, J., Morrison, G., Greenwood, R. Passive sampling techniques for monitoring pollutants in water. *Trends Anal Chem* 24(10), 2005, 845 – 868.
5. Kot-Wasik, A., Zabiegala, B., Urbanowicz, M., Dominiak, E., Wasik, A., Namiesnik, J. Advances in passive sampling in environmental studies. *Anal Chim Acta* 602, 2007, 141 – 163.
6. Seethapathy, S., Gorecki, T., Li, X. Passive sampling in environmental analysis. *J Chromatogr A* 1184, 2008, 234 – 253.
7. Zabiegala, B., Kot-Wasik, A., Urbanowicz, M., Namiesnik, J. Passive sampling as a tool for obtaining reliable analytical information in environmental quality monitoring. *Anal Bioanal Chem* 396, 2010, 273 – 296.
8. Kramer, K. J. M. in: *Quality Assurance in Environmental Monitoring: Sampling and Sample Pretreatment* (Quevauviller P., ed.), chapter 8. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim 1995
9. Křesinová, Z., Petrů, K., Lhotský, O., Rodsand, T., Cajthaml, T. Passive sampling of pharmaceuticals and personal care products in aquatic environments. *European Journal of Environmental Sciences* 6, 2016, 43 – 56.
10. Li, H.X., Helm, P.A., Paterson, G., Metcalfe, C.D. The effects of dissolved organic matter and pH on sampling rates for polar organic chemical integrative samplers (POCIS). *Chemosphere* 83, 2011, 271 – 280.
11. Ouyang, G., Zhao, W., Alaei, M., Pawliszyn, J. Time-weighted average water sampling with a diffusion-based solid-phase microextraction device. *J Chromatogr A* 1138, 2007, 42–46.
12. Alvarez, D.A., Petty, J.D., Huckins, J.N., Jones-Lepp, T.L., Getting, D.T., Goddard, J.P., Manahan, S.E. Development of a passive, in situ, integrative sampler for hydrophilic organic contaminants in aquatic environments. *Environ Toxicol Chem* 23, 2004, 1640 – 1648.
13. Bartelt-Hunt, S.L., Snow, D.D., Damon-Powell, T., Brown, D.L., Prasai, G., Schwarz, M., Kolok, A.S. Quantitative evaluation of laboratory uptake rates for pesticides, pharmaceuticals, and steroid hormones using POCIS. *Environ Toxicol Chem* 30, 2011, 1412 – 1420.
14. Vrana, B., Mills, G.A., Dominiak, E., Greenwood, R. Calibration of the Chemcatcher passive sampler for the monitoring of priority organic pollutants in water. *Environ Pollut* 142, 2006, 333 – 343.
15. Harman, C., Reid, M., Thomas, K.V. In Situ Calibration of a Passive Sampling Device for Selected Illicit Drugs and Their Metabolites in Wastewater, And Subsequent Year-Long Assessment of Community Drug Usage. *Environ Sci Technol* 45, 2011, 5676 – 5682.
16. Booij, K., Sleiderink, H.M., Smedes, F. Calibrating the uptake kinetics of semipermeable membrane devices using exposure standards. *Environ Toxicol Chem* 17, 1998, 1236 – 1245.

17. Mills, G.A., Vrana, B., Allan, I., Alvarez, D.A., Huckins, J.N., Greenwood, R. Trends in monitoring pharmaceuticals and personal-care products in the aquatic environment by use of passive sampling devices. *Anal Bioanal Chem* 387, 2007, 1153 – 1157.
18. Verreydt, G., Bronders, J., Van Keer, I., Diels, L., Vanderauwera, P. Passive Samplers for Monitoring VOCs in Groundwater and the Prospects Related to Mass Flux Measurements. *Ground Water Monit R* 30, 2010, 114 – 126.
19. Lydy, M.J., Landrum, P.F., Oen, A.M.P., Allinson, M., Smedes, F., Harwood, A.D., Li, H.Z., Maruya, K.A., Liu, J.F. Passive sampling methods for contaminated sediments: State of the science for organic contaminants. *Integr Environ Assess* 10, 2014, 167 – 178.
20. Mills, G.A., Gravell, A., Vrana, B., Harman, C., Budzinski, H., Mazzella, N., Ocelka, T. Measurement of environmental pollutants using passive sampling devices – an updated commentary on the current state of the art. *Environ Sci – Proc Imp* 16, 2014, 369 – 373.
21. Harman, C., Allan, I.J., Vermeirssen, E.L.M. Calibration and use of the polar organic chemical integrative sampler – a critical review. *Environ Toxicol Chem* 31, 2012, 2724 – 2738.
22. Amdany, R., Chimuka, L., Cukrowska, E., Kukucka, P., Kohoutek, J., Tolgyessy, P., Vrana, B. Assessment of bioavailable fraction of POPS in surface water bodies in Johannesburg City, South Africa, using passive samplers: an initial assessment. *Environ Monit Assess* 186, 2014, 5639 – 5653.
23. Huckins, J. N., Petty, J. D., Orazio, C. E., Lebo, J. A., Clark, R. C., Virginia L., G., William R., G., Kathy R., E. Determination of Uptake Kinetics (Sampling Rates) by Lipid-Containing Semipermeable Membrane Devices (SPMDs) for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). *Water Environ Sci Technol* 33 (21), 1999, 3918 – 3923.
24. Ibrahim, I., Togola, A., Gonzalez, C. Polar organic chemical integrative sampler (POCIS) uptake rates for 17 polar pesticides and degradation products: laboratory calibration. *Environmental Science and Pollution Research*, Springer Verlag, 2013, 20 (6), pp.3679 – 3687.
25. Huang, J.; Bennett, W. W.; Welsh, D. T.; Teasdale, P. R. Determining time-weighted average concentrations of nitrate and ammonium in freshwaters using DGT with ion exchange membrane-based binding layers. *Environ. Sci.: Processes Impacts* 18, 2016, 1530 – 1539.
26. Gustavson, K. E.; Harkin, J. M. Comparison of Sampling Techniques and Evaluation of Semipermeable Membrane Devices (SPMDs) for Monitoring Polynuclear Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in Groundwater. *Environ. Sci. Technol.* 2000, 34 (20), 4445 – 4451.
27. Vrana, B.; Paschke, H.; Paschke, A.; Popp, P.; Schüürmann, G. Performance of semipermeable membrane devices for sampling of organic contaminants in groundwater. *J. Environ. Monit.* 7, 2005, 500 – 508.

Metody pasivního vzorkování a jejich využití pro monitoring kontaminovaných lokalit

Hanne B. KRINGBERG^a, Torgeir RØDSAND^a, Randi S. TELSTAD^a, Ondřej LHOTSKÝ^b, Eva KRÁKOROVÁ^{b,c}, Tomáš CAJTHAML^{c,d}

^a ALS Laboratory Group Norway AS, Drammensveien 173, N-0214 Oslo, Norsko;

^b DEKONTA a.s., Volutová 2523, 158 00 Praha 5, e-mail: lhotsky@dekonta.cz;

^c Mikrobiologický ústav AV ČR, v.v.i., Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4;

^d Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Karlova Univerzita, Benátská 2, 128 01 Praha 2

Souhrn

Tento článek shrnuje informace o metodách pasivního vzorkování, které mohou být využity při monitoringu kontaminovaných lokalit. Diskutovány jsou výhody a nevýhody pasivního vzorkování v porovnání s běžným vzorkováním pomocí odběru vzorku vody. Popsány jsou základní typy pasivních vzorkovačů a procesy, na kterých je pasivní vzorkování postaveno. V druhé části článku jsou detailněji popsány čtyři pasivní vzorkovače, které byly využívány v průběhu projektu PASSES. Uvedeny jsou doporučení ohledně vhodnosti využití pasivních vzorkovačů pro různé účely a také ohledně nakládání s pasivními vzorkovači vycházející z našich zkušeností.

Využití pasivního vzorkování pro monitoring kontaminovaných lokalit, především kontaminovaných podzemních vod není v České Republice rozšířeno. Přitom v mnoha ohledech přináší lepší výsledky při nižších nákladech. V rámci projektu PASSES se nám osvědčilo především využití tzv. PDBs pro monitoring tekavých organických látek a také využití tzv. POCIS pro monitoring kontaminace podzemních vod.

Klíčová slova: pasivní vzorkování, monitoring, kontaminace podzemních vod

Behavior of thermal insulation materials made from row and waste bast fibers from agriculture

Vítězslav NOVÁK, Jiří ZACH

Brno University of Technology, Faculty of Civil Engineering, Centre AdMaS,

Purkyňova 139, 612 00 Brno

e-mail: novak.v@fce.vutbr.cz

Summary

The properties of fibrous insulation materials are dependent on the type and kind of fibres from which they are composed. In the field of materials based on organic fibres, the fact must often be taken into account that the resulting material properties are affected not only by the choice of a suitable kind of fibres, but also by selecting a suitable type of fibres of one kind. The individual types and kinds of fibres are different not only in size but also in their structure. Some types of fibres are porous and have a significantly different behaviour from the inorganic fibres.

The paper describes the results of research and the study of thermal-mechanical properties of insulating materials based on organic fibres with respect to the type and properties of raw fibres. Thermal insulation properties of mats made from organic fibres are depend mainly on the bulk density of the insulation and important role has the thickness and purity of this fibers. Based on these findings a combined dependence was derived calculation model for determination of the thermal conductivity using the these materials.

Keywords: *Organic fibres, hemp fibres, flax fibrous insulation materials, thermal conductivity.*

Introduction

The thermal insulation of buildings is gaining importance worldwide and particularly in Europe. This is happening in connection with the Kyoto Protocol [1] and in Europe mainly as part of fulfilling the requirements of the Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings [2]. Sustainable development in civil engineering is also an increasingly important issue. This is the reason why materials and structures made with renewable or secondary raw materials are seeing increased attention. Regarding thermal insulation materials, this involves mainly insulations made from natural fibres obtained either from crops or livestock. However, if crops are grown specifically for their fibres, there can often be the problem of their high price. For many years, Brno University of Technology has been conducting research focused on the possibilities of utilizing various types of natural fibres for producing thermal insulation materials by means of the thermal bonding method. The research shows that some thermal insulations (with respect to their bulk density) can be made with fibres extracted from the straw of seed crops – whether it is flax or hemp. It is also possible to make use of a lesser degree of mechanisation for separating the fibres from the stalks, or to use less costly or more energy-efficient technology [3].

Organic fibres

Organic fibres can be divided into two basic categories. These are livestock fibres, mainly animal fur, and crop fibres extracted from the stalks, seeds and fruits of plants [4, 5]. In the Czech Republic, bast fibres (flax, hemp and jute) are most frequently used along with seed fibres (cotton).

Each fibre type has a fibre composition and shape characteristic for the given plant. They are composed of clusters of fibres where each cluster contains several dozen of individual cells or elementary cells. The length of technical fibres is limited by the height of the plant from which they are obtained [6].

Most mechanical, physical as well as thermal-technical properties are strongly influenced by the quality of the fibres. It is the fact that quality fibres must be used in order to attain the required properties (i.e. more costly fibres), which reduces the competitiveness of the materials made from them. The fibre quality can be influenced by a number of factors, such as the growing conditions, sun exposure, sowing density or the time of harvest in relation to the vegetative stage of the plant [5].

Thermal insulation materials based on organic fibres

During the research, two prototypes of thermal insulation were tested. They were made from hemp and flax fibres.

Hemp fibres

Hemp fibres were obtained from hemp grown in the Czech Republic, Austria and France. The fibres differed in the method of treatment; some fibres were dew retted. Another difference was their quality and purity (i.e. shive content). The following fibres were used:

H1 – pure dew-retted fibres

H2 – pure unretted fibres

H3 – crude hemp fibres with a high content of shives (around 40 %)

Table 1: Overview of the thickness and length of the hemp fibres

Fibre ID	Description	t [mm]	s_t [mm]	l [mm]	s_l [mm]
H1	Dew-retted hemp	0.057	0.024	66.24	19.22
H2	Unretted hemp	0.079	0.018	64.03	24.46
H3	Crude hemp	0.155	0.045	58.15	21.52

Flax fibres

Flax fibres were obtained from flax grown in the Czech Republic and France. The experiment examined the use of fibres from fibre flax as well as the possibility of using oilseed flax straw. The following fibres were used:

F1 – flax fibres with a higher shive content grown for their fibres with minimal shive content

F2 – fibres from oilseed flax which were produced by breaking the stems, which were pressed in the field

F3 – fibres of oilseed flax prepared by cutting F2 fibres in a cutting machine

F4 – oilseed flax fibres which were prepared in the traditional way; i.e. softened stems cut and chopped in a shredder

Table 2: Overview of the thickness and length of the flax fibres

Fibre ID	Description	t [mm]	s_t [mm]	l [mm]	s_l [mm]
F1	Crude flax	0.115	0.025	56.15	20.39
F2	Crude oilseed flax	0.205	0.055	59.82	21.58
F3	Cut oilseed flax	0.159	0.042	56.79	22.24
F4	Fully processed oilseed flax	0.115	0.038	54.35	23.63

The thermal insulation samples were made by means of air lay thermal bonding with the use of bicomponent PES-based fibres for binding.

Samples made from fibres H1 contained 15 % of bicomponent fibres.

Samples made from fibres H2 and H3 contained 20 % of bicomponent fibres and were made in several varieties of different bulk density.

Samples made from fibres F1 contained 20 % of bicomponent fibres.

Samples made from fibres F2, F3 and F4 also contained 15 % of bicomponent fibres.

Their thermal conductivity in dependence on bulk density was determined since the optimal choice of bulk density in relation to the properties and the material costs and with regard to the final properties is key for fibre insulations. Bulk density was determined in accordance with EN 1602 [7] the thickness was measured according to EN 823 [8]. The samples were stored at laboratory humidity (at an equilibrium moisture content corresponding to an environment with the temperature of 23 °C and relative humidity of 50%) and subsequently dried at the temperature of 105°C until they reached stable mass. Their thermal conductivity was then determined in accordance with EN 12667 [9] using the hot plate method according to ISO 8301 [10] at the average temperature of 10 °C and temperature gradient of 10 K. The measurement results are in the table below:

Table 3: Overview of the basic properties of the samples

Specimen No.	Fibres	d [mm]	ρ_v [kg.m⁻³]	$\lambda_{10,dry}$ [W.m⁻¹.K⁻¹]
1	H3	77.92	30.2	0.0500
2	H2	79.61	29.6	0.0488
3	H3	67.02	56.8	0.0419
4	H2	40.22	82.1	0.0405
5	H1	51.22	35.5	0.0418
6	F1	77.41	32.1	0.0442
7	F2	78.41	101.8	0.0417
8	F3	80.21	105.4	0.0439
9	F4	77.42	90.8	0.0441



Figure 1: Test samples of hemp (1 – 5)



Figure 2: Test samples of flax (6 – 9)

Evaluation of results

The dependence of the thermal conductivity coefficient on fibre thickness was determined for the samples. Given the fact that the samples differed in thermal conductivity, no high correlation between the fibre thickness and thermal conductivity was found (the correlation coefficient was 0.60); see Figure 3.

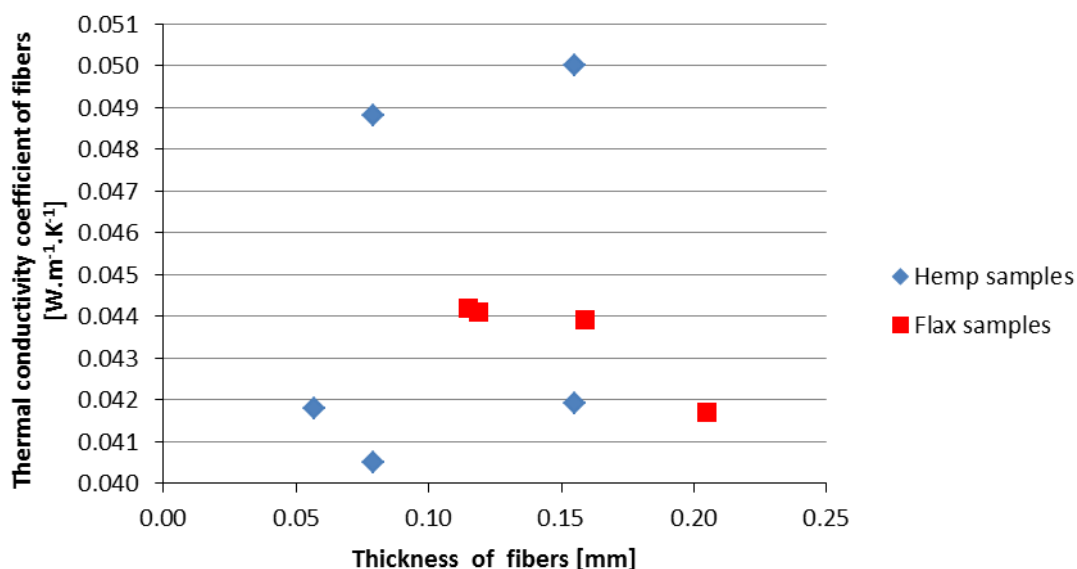


Figure 3: Dependence of thermal conductivity on the insulations' fibre thickness

As for the correlation between thermal conductivity and bulk density, a stronger dependence was found, approximable by a quadratic polynomial with a correlation of 0.73. It is visible that samples with bulk density within $60 - 80 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ have the best values of thermal properties. When more compacted, the samples with crude fibres exhibit better fibre orientation; the rougher fibres are aligned parallel to the plate, i.e. perpendicularly to thermal flux (see Figure 4).

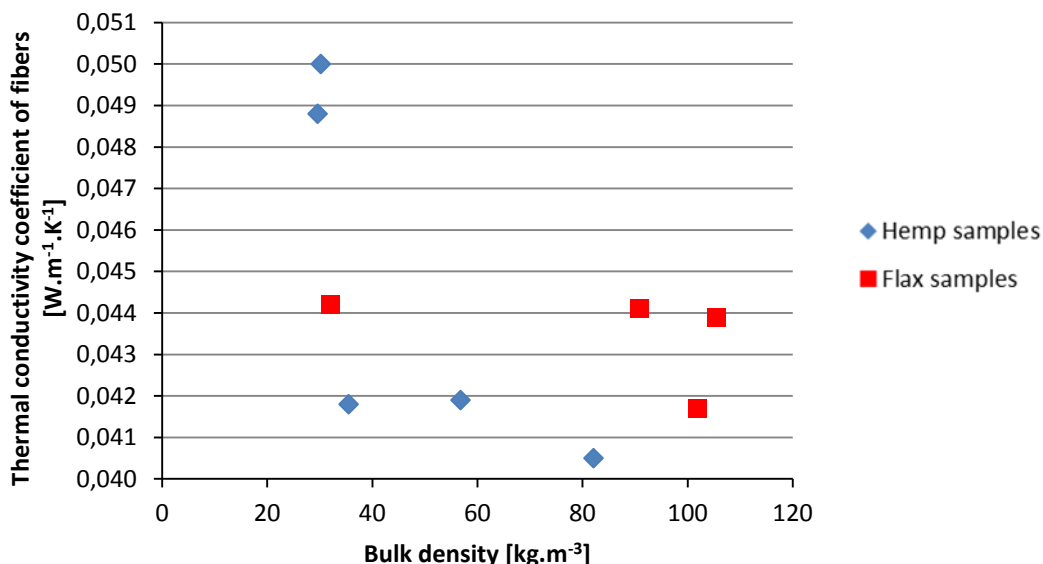


Figure 4: Dependence of thermal conductivity on the insulations' bulk density

In the case of the hemp-based insulations with low bulk density, the dependence of thermal conductivity coefficient on fibre thickness was determined. Only samples with a similar bulk density

within 29 and 36 kg.m⁻³ were tested. It was found that where fibre thickness decreases, thermal conductivity decreases as well; see Figure 5.

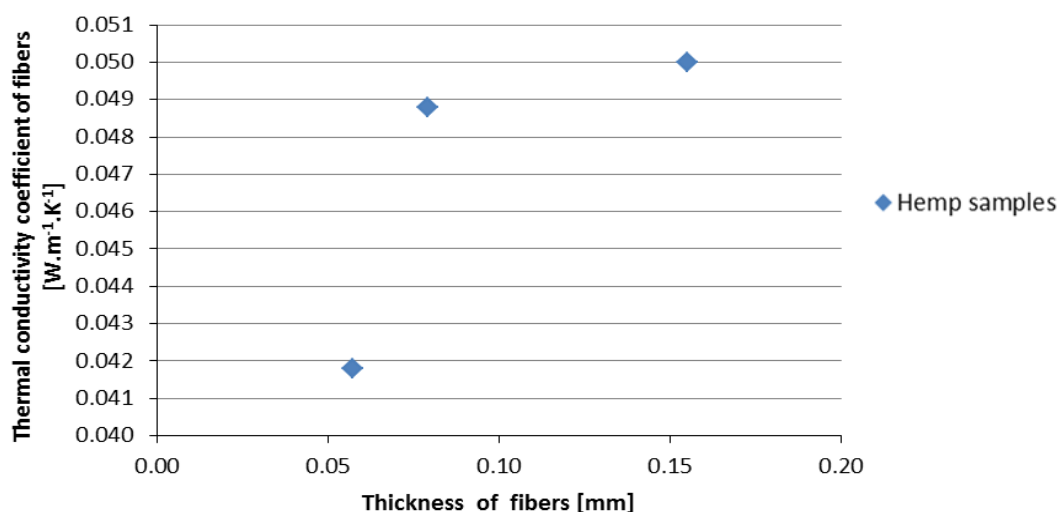


Figure 5: Dependence of thermal conductivity on the fibre thickness of hemp insulation with similar bulk density between 29 and 36 kg.m⁻³

Based on these findings, the dependence of thermal conductivity on both bulk density and fibre thickness was derived. Also, the following calculation model was derived for thermal conductivity $\lambda_{10,dry}$ [W.m⁻¹.K⁻¹] (1):

$$\lambda_{10,dry} = t * 9.35 * 10^{-5} + \rho_v^2 * 1.79 * 10^{-6} - \rho_v * 2.9 * 10^{-4} + 0,04706 \quad (1)$$

The correlation coefficient for the newly derived function equalled 0.82, which was higher than in the cases of the individual correlations between thermal conductivity and bulk density or fibre thickness.

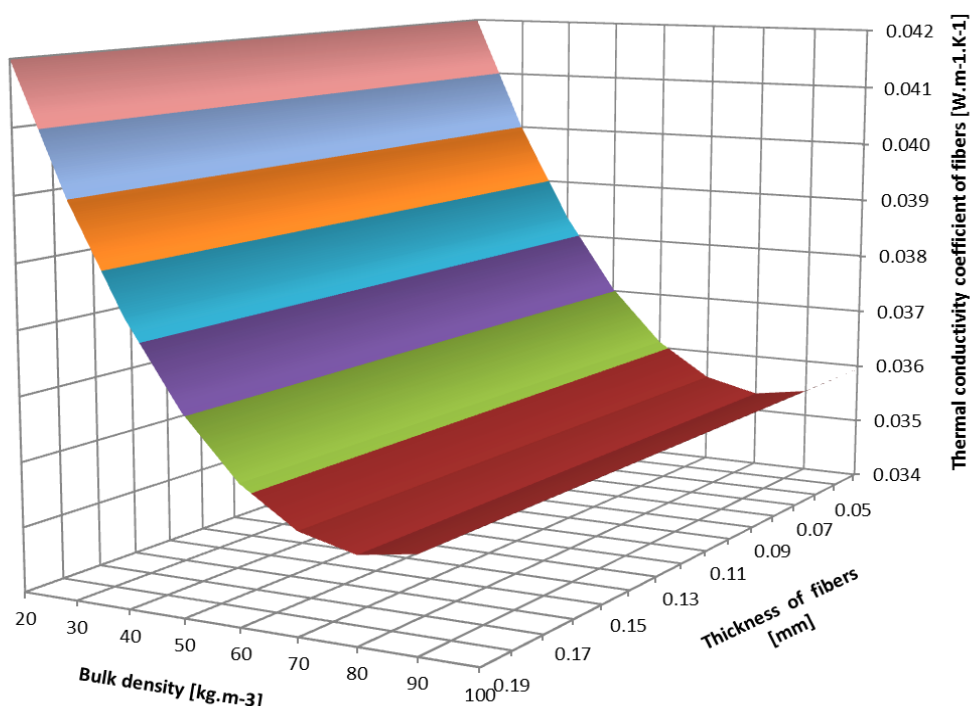


Figure 6: A diagram of the dependence of thermal conductivity on bulk density as well as fibre thickness according to the calculation model

Conclusion

The investigation focused on the thermal-technical properties of insulating materials based on organic fibres with respect to the raw-fibre type and properties. It was found that thermal insulation properties of mats made from organic fibres depend mainly on the bulk density of the insulation and on the thickness of its fibres. It was found that decreasing thickness causes a decrease in the coefficient of thermal conductivity as well. As for bulk density, a dependence was demonstrated as a quadratic polynomial (see Fig. 4) where the samples with bulk density ranging within 60 – 80 kg have the optimal values of thermal properties. Based on these findings a combined dependence of thermal conductivity on bulk density and fibre thickness was derived; see equation 1. This function had the highest correlation coefficient of 0.82. It can be generally stated that the properties of hemp- and flax-based insulation are comparable and the determining factors are mainly the treatment of the fibres and the bulk density of the insulation; however, the samples made from hemp exhibit slightly better properties.

In conclusion, with the appropriate choice of the type of fibres and with correctly designed bulk density, insulations based on natural fibres can have very good thermal insulation properties and can compete with commercial EPS or mineral-wool insulations available on the construction market. Insulations from these materials may find application in the construction in most applications of insulation materials for building envelope, insulation of walls, ceilings and roof constructions. The research will be focused on specifying the specific materials for the application and verification of the application of these materials in the building industry.

Symbols

t [mm] ... thickness of fibers
 s_t [mm] ... standard deviation of thickness
 l [mm] ... length of fibers
 s_l [mm] ... standard deviation of length
 d [mm] ... thickness of test samples
 ρ_v [kg.m⁻³] ... bulk density
 $\lambda_{10, dry}$ [W.m⁻¹.K⁻¹] ... thermal conductivity

Acknowledgements

This paper has been worked out under the project No. LO1408 "AdMaS UP - Advanced Materials, Structures and Technologies", supported by Ministry of Education, Youth and Sports under the „National Sustainability Programme I”

References

1. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, Kyoto (1997).
2. Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council on the energy performance of buildings, Official Journal of the European Union (2010).
3. A. Korjenic, V. Petránek, J. Zach, J. Hroudová, Development and performance evaluation of natural thermal-insulation materials composed of renewable resources. *Energy and Buildings*. 43 (2011), 2518 – 2523.
4. J. Chybík, *Přírodní stavební materiály*. Grada Publishing, Praha (2009), 272 p.
5. Rostlinná vlákna, Study materials, Technical University of Liberec, Faculty of Textile Engineering, Department of Material Engineering, [online 8. 6. 2016]:
http://www.kmi.tul.cz/studijni_materialy/data/2013-10-04/08-12-52.pdf

6. H-R. Kymäläinen, A-M. Sjöberg, Flax and hemp fibres as raw materials for thermal insulations, Building and Environment, 43 (2008), 1261 – 1269.
7. EN 1602 Thermal insulating products for building applications – Determination of the apparent density, Czech standards institute (2013).
8. EN 823 Thermal insulating products for building applications – Determination of thickness, Czech standards institute (2013).
9. EN 12667 Thermal performance of building materials and products – Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods – Products of high and medium thermal resistance, Czech standards institute (2001).
10. ISO 8301 Thermal insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – Heat flow meter apparatus, International Organization for Standardization (1991).

Chování tepelně izolačních materiálů vyrobených ze surových a odpadních lýkových vláken ze zemědělství

Vítězslav NOVÁK, Jiří ZACH

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Centrum AdMaS, Purkyňova 139, 612 00 Brno

Souhrn

Vlastnosti vláknitých izolačních materiálů jsou závislé na typu a druhu vláken, ze kterých se vyrobeny. V oblasti materiálů na bázi organických vláken je často nutné vzít v úvahu skutečnost, že výsledné vlastnosti materiálu jsou ovlivněny nejen volbou vhodného druhu vláken, ale také volbou vhodného typu vlákna jednoho druhu. Jednotlivé typy a druhy vláken se liší nejen co do velikosti, ale také v jejich struktuře. Některé typy vláken jsou porézní a mají značně odlišné chování od anorganických vláken.

Článek popisuje výsledky výzkumu a studia tepelně-mechanických vlastností izolačních materiálů na bázi organických vláken s ohledem na druh a vlastnosti surových vláken. Tepelně izolační vlastnosti rohoží vyrobených z organických vláken jsou závislé především na objemové hmotnosti izolantu a významnou roli má i tloušťka a čistota použitých vláken. Na základě zjištěných závislostí byla odvozena rovnice pro stanovení součinitele tepelné vodivosti při použití těchto materiálů.

Klíčová slova: Přírodní vlákna, konopná vlákna, lněná vlákna, tepelná izolace, tepelná vodivost.

Přehled technologií kalového hospodářství komunálních ČOV

**Jarmila ČECHMÁNKOVÁ^a, Jan MATĚJKA^b, Luboš NOBILIS^b, Jan MAŇHAL^b,
Viera HORVÁTHOVÁ^a, Jan SKÁLA^a**

^a Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Žabovřeská 250, 156 00
Praha 16, e-mail: cechmankova.jarmila@vumop.cz

^b ECO trend Research centre s.r.o., Na Dolínách 128/36, 147 00 Praha 4,
e-mail: jan.matejka@ecotrend.cz

Souhrn

Technologie zpracování odpadních vod v čistírnách odpadních vod (ČOV) jsou navrženy na základě nutnosti odstranění nežádoucích složek z vody a požadavku koncentrace do vedlejšího proudu – čistírenského kalu. Kaly jsou produkovány každoročně ve významných objemech. Další úpravy kalů zabraňují nepříznivým dopadům na životní prostředí a lidské zdraví. Požadovaná kvalita produkováných kalů závisí mimo počáteční kvality odpadní vody především na použití odpovídajících technologií. V příspěvku jsou sumarizovány výsledky mapování technologií komunálních ČOV s kapacitou vyšší než 2 000 ekvivalentních obyvatel v ČR.

Klíčová slova: Čistírenský kal; čistírna odpadních vod (ČOV); úprava kalu; stabilizace kalu; aplikace kalu na zemědělskou půdu; kalové hospodářství

Úvod

Čistírenské kaly jsou odpadem, vznikajícím při čištění odpadních vod. Podléhají tak odpadové legislativě, včetně povinnosti zajištění jejich přednostního využití. Kaly představují přibližně 1 – 2 % objemu čistěných vod, je v nich však zkoncentrováno až 50 – 80% původního znečištění a také náklady na provoz kalového hospodářství představují až 50 % celkových provozních nákladů čistírny odpadních vod¹.

Koncentrace kalu je vyjádřena obsahem sušiny, jejíž složení určuje vstupní odpadní voda a následující procesy čištění vod a úpravy kalů. V sušině surového kalu převažují organické látky, včetně potenciálně přítomných patogenních organismů. Kvalitu a využitelnost kalu dále určuje obsah těžkých kovů, PAU, PCB, reziduí léčiv a dalších cizorodých látek, jejichž koncentrace závisí na čistírenské technologii. Obsah patogenních organismů je snižován stabilizací a hygienizací surového kalu.

Čistírenské kaly mohou být aplikovány na zemědělskou půdu, kompostovány, využity k rekultivačním účelům apod., v zanedbatelné míře je využíváno termické zpracování – spalování kalů, které je problematické a ekonomicky velmi náročné. Český statistický úřad uvádí, že v roce 2015 bylo 38,7 % z kalů produkováných ČOV kompostováno a 36,45 % aplikováno na povrch půdy (aplikace přímá či rekultivace). Aplikace na zemědělskou půdu je rozšířeným způsobem využití upravených čistírenských kalů a její podmínky stanovuje vyhláška č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady). Vyhláška reflektuje změny novely zákona o odpadech č. 223/2015 Sb., komplexně specifikuje povinnosti pro provozovatele čistírny odpadních vod, mj. úpravu kalů, technologie hygienizace, podmínky pro skladování kalů, technické požadavky pro dočasné uložení upravených kalů v ČOV nebo u zemědělce a podmínky použití čistírenských kalů na zemědělské půdě. Pro samotnou aplikaci na zemědělskou půdu jsou např. nově

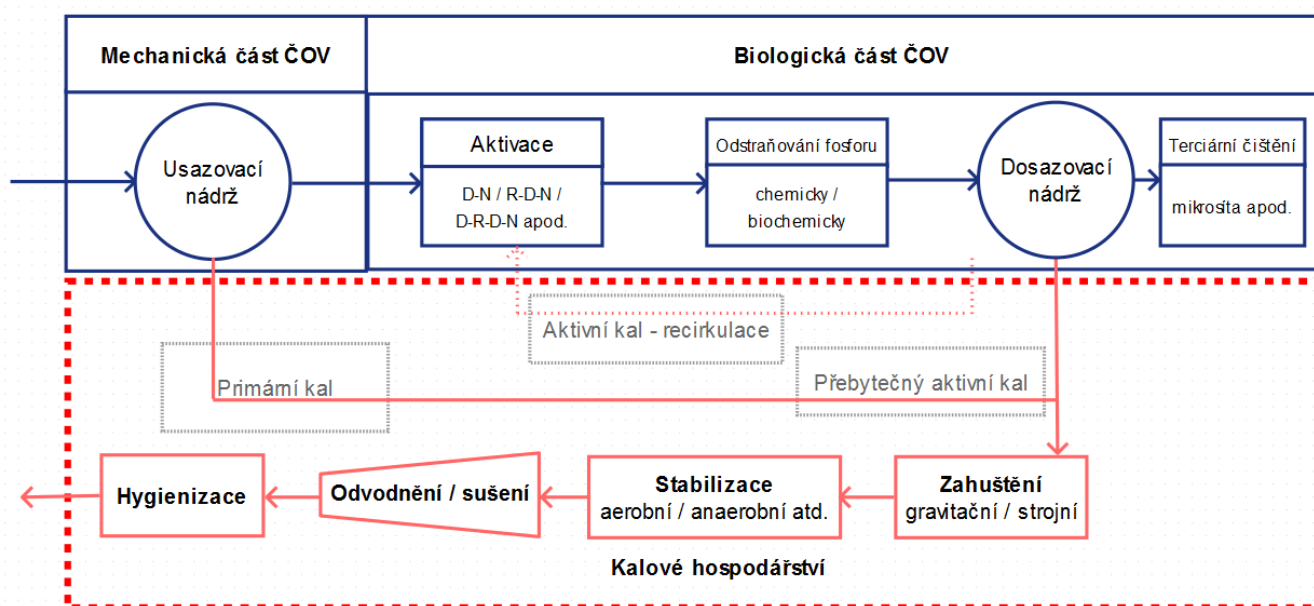
zavedeny limitní hodnoty pro polychlorované bifenylly (PCB) a polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) v půdách, určených k aplikaci kalů ČOV a limitní hodnoty pro PAU v kalech.

Níže prezentovaný přehled technologií ČOV s kapacitou vyšší než 2 000 EO, které určují vlastnosti kalů, je jedním z dílčích výstupů výzkumného projektu TD03000135 – Mapování podmínek pro efektivní, bezpečné a environmentálně příznivé využití čistírenských kalů. Cílem řešení je komplexní zmapování podmínek pro využití čistírenských kalů tak, aby byly zřetelné objemy produkovaných kalů a technologie jejich zpracování a následně minimalizovány dopady jejich využití zejména na zemědělské půdě, včetně zdravotních aspektů. Výstupem budou specializované mapy těchto podmínek, jež umožní kvalifikované rozhodování jak provozovatelů ČOV, tak zemědělských subjektů a orgánů veřejné správy při odpovědném nakládání s těmito odpadními materiály.

Technologie ČOV určující vlastnosti kalu

Rámcové schéma ČOV z hlediska kalového hospodářství ukazuje obrázek 1. Představuje hlavní procesy čistírenského a kalového hospodářství ČOV, které určují výsledné charakteristiky kalu. Konkrétní technologické systémy jsou přizpůsobeny a dále optimalizovány s ohledem na charakter vstupních odpadních vod. Zatímco vyčištěná výstupní voda v rámci celé ČR dosahuje do značné míry standardních parametrů, charakter vstupů se značně podílí na kvalitě kalů.

Rámcové schéma ČOV z hlediska kalového hospodářství



Obrázek 1: Rámcové schéma ČOV z hlediska kalového hospodářství

Primární kal tvoří dobře sedimentující nerozpuštěné látky, které jsou zachycovány v usazovací nádrži mechanické části ČOV. Dosazovací nádrž je koncovkou části biologické. Z dosazovací nádrže je část aktivovaného kalu vedena k aktivaci odpadních vod a část je coby přebytečný aktivní (sekundární) kal mísen s kalem primárním a vstupuje do kalového hospodářství ČOV.

Aktivace je nejrozšířenějším způsobem biologického čištění odpadních vod. Účelem aktivačního procesu je odstraňování dusíku nitrifikací a následnou denitrifikací. Konkrétní způsob nastavení aktivace (oběhově, s předřazenou denitrifikací, s regenerací kalu apod.) značně ovlivňuje jak kvalitu vyčištěných

vod a výstupních kalů, tak ekonomiku celého provozu. Na aktivaci navazuje chemické nebo biochemické odbourávání fosforu a případně i terciární stupeň ke specifickému dočištění vod.

Výstupní surový kal je následně zahušťován směsně (primární s přebytečným aktivovaným), nebo odděleně. Oddělený fugát je vrácen do čistírenského procesu. Anaerobní nebo aerobní stabilizace kalu zajišťuje snížení organických látek v kalu do té míry, že již nepodléhá intenzivnímu rozkladu. Odvodňování a sušení může přispět k dalšímu snížení objemu kalu. Sušení vyhnílého kalu je také předpokladem pro případnou hygienizaci nebo přímé využití. Účelem hygienizace je snížení obsahu patogenních organismů na míru, stanovenou pro dané využití kalu³.

Sběr dat

Do průzkumu byly zahrnuty všechny ČOV s kapacitou vyšší než 2 000 EO. Z celkového počtu 501 ČOV, které byly předmětem výzkumu, se podařilo získat specifická data od 439 zařízení, a to prostřednictvím dotazníků vyplňovaných přímo provozovateli ČOV. Informace o zbylých provozech byly získány z provozní dokumentace, dokumentace EIA, terénním výzkumem nebo komunikací s vlastníky, zejména z řad obcí a měst. Rozdělení ČOV dle počtu připojených EO je zřejmé z tabulky č. 1.

Přístup provozovatelů, případně vlastníků ČOV, k výzkumu byl rozličný. Zatímco část dotázaných projevila ochotu poskytnutí dat i zájem o jeho výsledky, další část dotázaných poskytla data až po značném přesvědčování, nebo vůbec.

Předmětem zjišťování byly zejména procesy kalového hospodářství (stabilizace, odvodnění, sušení, hygienizace), ale i předcházející čistírenské procesy, které rozhodující měrou určují především chemické složení kalů.

Tabulka 1: Rozdělení ČOV z hlediska počtu připojených EO

Počet ekvivalentních obyvatel připojených na ČOV	Počet ČOV
více než 450 001 EO	1
300 001 – 450 000 EO	2
150 001 – 300 000 EO	3
100 001 – 150 000 EO	7
75 001 – 100 000 EO	11
50 001 – 75 000 EO	11
25 001 – 50 000 EO	38
10 001 – 25 000 EO	70
5 001 – 10 000 EO	96
méně než 5 000 EO	262
celkem	501

Výsledky a diskuse

Celkový počet ekvivalentních obyvatel (EO) připojených na ČOV v ČR v roce 2015, je dle údajů Ministerstva zemědělství (Vybrané údaje majetkové evidence (VÚME)) 10 550 640 EO. Z toho 9 550 762 EO je připojených na ČOV s kapacitou vyšší než 2000 EO. Výzkum tedy zohlednil technologie zajišťující 90,5 % celkové kapacity ČOV v ČR. Pro účely vyjádření množství kalu produkovaného jednotlivými způsoby procesů byl proveden poměrný dopočet.

Na uvedený celkový počet připojených EO připadala v roce 2015, dle přepočtené databáze informačního systému odpadového hospodářství Cenia (PDISOH), produkce 156 193 tun odpadů kat. č. 19 08 05 - Kaly z čištění komunálních odpadních vod⁴. Tato hodnota vyjadřuje kal, přepočtený na sušinu ze zvodněného stavu, dle Matematického vyjádření výpočtu soustavy indikátorů POH, který je využíván jako metodika vytvoření PDISOH. Na 1 EO tedy připadá takto na sušinu přepočtená roční produkce 14,8 kg čistírenských kalů.

Objem produkovaných kalů je samozřejmě závislý na způsobu jeho odvodňování. Zejména v menších ČOV jsou kaly odvodňovány pouze minimálně, pro snižování nároků na přepravu do ČOV s dostatečnou kapacitou účinnějšího odvodňování. Lze předpokládat, že k dalšímu využití jsou předávány kaly odvodněné na míru, která odpovídá koeficientům matematického vyjádření, použitých pro PDISOH.

Aktivace

Proces aktivace, tedy navracení aktivovaného kalu z dosazovací nádrže do procesu čištění vod, je součástí každé z analyzovaných ČOV. Jednotlivé způsoby aktivace se liší zejména uspořádáním jednotlivých nádrží a rozvodem odpadní vody a aktivovaného kalu³.

Tabulka 1: Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem k procesu aktivace

Způsob aktivace	Zastoupení (% z počtu ČOV)	Počet připojených EO	Přepočet produkce kalu (t)	Zastoupení (% produkce kalu)
R-D-N	30,65	5 382 320	79 681	51,01
D-N	42,74	2 220 533	32 873	21,05
oběhová	20,43	1 844 056	27 300	17,48
D-R-D-N	2,96	703 578	10 416	6,67
diskontinuální SBR	1,88	235 218	3 482	2,23
R-AN-D-N	0,81	114 485	1 695	1,09
S-D-N	0,54	50 450	747	0,48
celkem	100,00	10 550 640	156 193	100,00

Nejčastějším způsobem aktivace z hlediska zastoupení v ČOV je systém s předřazenou denitrifikací a nitrifikací (D-N systém), který je instalován zejména v ČOV s kapacitou menší než 10 tis. EO. Nejvýznamnějším zástupcem tohoto způsobu aktivace je ovšem ÚČOV Ostrava s kapacitou téměř 300 tis. EO.

Největší objem produkce kalů připadá na systém nitrifikace s regenerací (reaerací) kalu a předřazenou denitrifikací (R-D-N reaktor), který je aktuálně provozován i v ÚČOV Praha s kapacitou 1 610 000 EO. Významné zastoupení mají také provozy s oběhovou aktivací, jejichž největším zástupcem je ČOV Brno-Modřice s kapacitou 430 tis EO. Zejména ve větších ČOV je potom instalován aktivační systém D-R-D-N. Ostatní způsoby aktivace jsou z hlediska celkového objemu produkovaného kalu nepříliš významné.

Odstraňování fosforu

Způsoby odstraňování fosforu byly pro účely studie vyjádřeny samostatně, mimo terciární stupeň čištění. Biologický způsob odstraňování fosforu využívá schopnosti akumulace a vylučování fosforu mikroorganismy. Chemické odstraňování spočívá ve srážení fosforu vhodným činidlem. Pro dosažení lepších výsledků procesu mohou být zařazeny a propojeny oba způsoby.

Tabulka 2: Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem ke způsobu odstraňování fosforu

Způsob odstraňování fosforu	Zastoupení (% z počtu ČOV)	Počet připojených EO	Přepočet produkce kalu (t)	Zastoupení (% produkce kalu)
chemicky	77,69	7 928 322	117 372	75,15
biologicky	7,53	1 198 560	17 744	11,36
chemicko-biologicky	4,84	990 755	14 667	9,39
bez odstraňování	9,95	433 003	6 410	4,10
celkem	100,00	10 550 640	156 193	100,00

Většina analyzovaných ČOV využívá k odstraňování fosforu z čištěných vod chemické metody. Odstraňování fosforu neprobíhá na zhruba 10 % ČOV s kapacitou vyšší než 2000 EO, které však představují pouhých 4,1 % přepočtené produkce kalů.

Podíl ČOV, u nichž respondenti uvedli biologické odstraňování fosforu, nekoresponduje se zastoupením příslušných technologií aktivace. K biologickému odstraňování dochází v podstatě pouze v systému R-AN-D-N, který zastupuje pouze zhruba 1 % z produkce kalu. Lze tak předpokládat, že v součtu s produkcí kalu z ČOV bez zvýšeného odstraňování fosforu, je více než 14 % produkce kalu, zatíženo fosforem, který je ukládán do narůstajícího v biologickém stupni kalu. Zpřesnění dat v této oblasti bude předmětem dalšího průzkumu.

Terciární čištění odpadních vod

Terciární čištění je instalováno k dočišťování vod v případě vyšších požadavků na kvalitu vypouštěných vod, např. z důvodu nízké ekostability recipientu, nebo k odstranění specifického znečištění odpadních vod. Terciární čištění může být zajištěno fyzikálně filtrační, biologicky vegetačně nebo ve stabilizačních rybnících. Jiné způsoby terciárního čištění zástupci ČOV v dotazníku neuváděli.

Tabulka 3: Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem k terciárnímu čištění OV

Způsob terciárního čištění	Zastoupení (% z počtu ČOV)	Počet připojených EO	Přepočet produkce kalu (t)	Zastoupení (% produkce kalu)
filtrace	9,68	727 515	10 770	6,90
stabilizační rybníky	1,08	46 226	684	0,44
bez terciárního čištění	89,25	9 776 899	144 738	92,67
celkem	100,00	10 550 640	156 193	100,00

Terciární čištění OV probíhá ve zhruba 10 % ČOV s kapacitou vyšší než 2 000 EO, týká se však pouze 7,3 % produkovaných kalů. Z hlediska použitých způsobů převažuje mikrosítová filtrace nad stabilizačními rybníky.

Zahušťování kalu

Zahušťování surového kalu bylo pro účely výzkumu odděleno od postupů odvodňování a sušení, jako proces předcházející stabilizaci. Mezi uváděnými postupy tak hraje roli gravitační zahušťování v nádržích a strojní zahušťování prostřednictvím sít nebo centrifug.

Tabulka 4: Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem k zahušťování surového kalu

Způsob zahušťování kalu	Zastoupení (% z počtu ČOV)	Počet připojených EO	Přepočet produkce kalu (t)	Zastoupení (% produkce kalu)
strojní	23,12	5 435 123	80 462	51,51
gravitační	66,13	3 508 541	51 941	33,25
gravitační + strojní	2,42	1 173 311	17 370	11,12
bez zahušťování	8,33	433 665	6 420	4,11
celkem	100,00	10 550 640	156 193	100,00

Zahušťování kalu probíhá ve více než 91 % ČOV s kapacitou vyšší než 2 000 EO, týká se více než 95 % přepočtené produkce kalů. Menší ČOV využívají převážně gravitační zahušťování, které je provozováno ve více než 66 % ČOV, týká se však pouze zhruba 33 % přepočtené produkce kalů. Většina kalů je zahušťována strojně, ačkoliv je strojní technologie instalována jen na necelé čtvrtině analyzovaných ČOV.

Stabilizace kalu

Stabilizace je určujícím procesem pro další využití kalu. Stabilní kal již nepodléhá rychlému samovolnému rozkladu a neovlivňuje negativně prostředí. Stabilizace může probíhat v anaerobním prostředí za různých teplot, při vzniku bioplynu, nebo aerobně oxidací organických látek. Dalšími možnostmi jsou chemická stabilizace (vápnem) nebo sušení, které bylo analyzováno samostatně.

Tabulka 5: Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem ke způsobu stabilizace kalu

Způsob stabilizace kalu	Zastoupení (% z počtu ČOV)	Počet připojených EO	Přepočet produkce kalu (t)	Zastoupení (% produkce kalu)
anaerobní mezofilní	23,92	4 477 708	66 289	42,44
anaerobní termofilní	4,03	3 630 775	53 750	34,41
aerobní	59,68	1 943 310	28 769	18,42
aerobní termofilní	1,34	68 589	1 015	0,65
anaerobní	0,81	35 845	531	0,34
vápnění (CaOH ₂)	0,27	10 498	155	0,10
anaerobní + vápnění	0,27	4 823	71	0,05
bez stabilizace kalu	10,48	379 092	5 612	3,59
celkem	100,00	10 550 640	156 193	100,00

Výsledky analýz odpovídají vysokým ekonomickým nárokům na instalaci technologie pro anaerobní stabilizaci kalu s využitím bioplynu, která se vyplatí spíše v provozech s vyšší kapacitou. Anaerobní stabilizace probíhá ve zhruba 28 % ČOV, které však zahrnují produkci 77 % celkového objemu kalů. Aerobní technologie jsou instalovány ve více než 60 % ČOV, s produkcí 19 % objemu kalů. Respondenti průzkumu neuvedli zastoupení a způsob stabilizace u 10,5 % ČOV, které představují produkci 3,6 % z celkového objemu kalů. S ohledem na stávající standardy, lze však předpokládat, že se do určité míry jedná o nízkozatěžené systémy, jejichž přirozenou vlastností je aerobní stabilizace kalu. Zpřesnění dat v této oblasti bude předmětem dalšího průzkumu.

Odvodňování kalu

Odvodňování stabilizovaného kalu vede k zastoupení sušiny v poměru 25 – 40 %³. Základní dělení způsobu odvodňování je na strojní, které zahrnuje větší množství různých technologií, a kalová pole. Zjištěné způsoby odvodňování kalu u analyzovaných ČOV jsou uvedeny v tabulce 6

Tabulka 6: Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem ke způsobu odvodňování kalu

Způsob odvodňování kalu	Zastoupení (% z počtu ČOV)	Počet připojených EO	Přepočet produkce kalu (t)	Zastoupení (% produkce kalu)
centrifuga	40,68	7 011 641	103 801	66,46
sítopásový lis	25,72	1 662 462	24 611	15,76
kalolis	12,60	726 896	10 761	6,89
šnekový lis	4,99	504 472	7 468	4,78
sítopásový lis + centrifuga	0,79	295 256	4 371	2,80
kalová pole	2,10	35 499	526	0,34
kalolis + kalová pole	0,26	29 379	435	0,28
kalolis + šnekový lis	0,26	19 019	282	0,18
kalolis + centrifuga	0,26	15 916	236	0,15
šnekový lis + kalová pole	0,52	13 215	196	0,13
kalový kontejner	0,79	12 796	189	0,12
sítopásový lis + kalový kontejner	0,26	4 486	66	0,04
sítopásový lis + kalolis	0,26	4 222	63	0,04
bez odvodňování	10,50	215 429	3 189	2,04
celkem	100,00	10 550 640	156 193	100,00

Z hlediska zastoupení technologie i objemu celkové produkce kalů, jsou nejvyužívanější technologií odvodňování centrifugy (66,5 %), které se v ojedinělých provozech uplatňují i ve spojení se sítopásovým lisem nebo kalolisem. U ČOV s menší kapacitou jsou k odvodňování používány samostatné sítopásové lisy nebo kalolisy. Malé zastoupení z hlediska počtu ČOV a ještě menší z hlediska celkového objemu produkovaných kalů připadá na odvodňování na kalových polích. V 10,5 % analyzovaných ČOV nedochází k odvodnění kalů vůbec.

Sušení kalu

Sušení odvodněného kalu může zajistit zastoupení sušiny v poměru až 90 – 95 %, obvykle však pro většinu účelů využití postačuje poměr sušiny 50 – 70 %³.

Tabulka 7: Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem ke způsobu sušení kalu

Způsob sušení kalu	Zastoupení (% z počtu ČOV)	Počet připojených EO	Přepočet produkce kalu (t)	Zastoupení (% produkce kalu)
rotační buben	0,27	637 498	9 438	6,04
solární sušení	0,81	40 503	600	0,38
diskové sušení	0,54	12 206	181	0,12
pásové sušení	0,27	5 273	78	0,05
bez sušení	98,12	9 855 158	145 897	93,41
celkem	100,00	10 550 640	156 193	100,00

Z výsledků průzkumu vyplývá, že sušení kalu probíhá v necelých 2 % ČOV a zahrnuje zhruba 6 % z celkové produkce kalů.

Hygienizace kalu

Účelem hygienizace kalu je snížení počtu patogenních organismů na míru vyžadovanou k dalšímu využití kalu. Hygienizace kalů se často do značné míry překrývá se stabilizací, může však probíhat i zcela samostatně.

Tabulka 8: Přepočtená produkce čistírenských kalů vzhledem ke způsobu hygienizace kalu

Způsob sušení kalu	Zastoupení (% z počtu ČOV)	Počet připojených EO	Přepočet produkce kalu (t)	Zastoupení (% produkce kalu)
fyzikální	6,99	4 313 564	63 859	40,88
chemická	27,96	3 280 279	48 562	31,09
biotechnologická	1,34	53 311	789	0,51
oxytermní	0,27	6 575	97	0,06
bez hygienizace	63,44	2 896 910	42 886	27,46
celkem	100,00	10 550 640	156 193	100,00

Ačkoliv hygienizace probíhá pouze v 36,5 % ČOV, prochází jí 72,5 % z celkového objemu kalů. Z hlediska zastoupení v provozech ČOV převažuje chemická hygienizace, z hlediska celkového objemu hygienizovaných kalů převažuje hygienizace fyzikální.

Závěry

Účelem analýz bylo vytvoření přehledu technologií využívaných v provozech ČOV, ve vztahu k objemu výstupních kalů. Z výsledků šetření vyplývá, že veškerá produkce kalu vychází z aktivačních procesů odpadních vod, s nejvyšším zastoupením technologií v upořádání R-D-N, dále D-N a oběhovou aktivací. Odstraňování fosforu podléhá 96 % produkce kalu z odpadních vod, z nichž 75 % prochází chemickým procesem defosforizace. Terciární čištění se dotýká zhruba 7 % čistírenských kalů, téměř výhradně prostřednictvím filtrace.

V navazujících procesech kalového hospodářství dochází nejprve k zahušťování surového kalu, a to u 96 % celkového objemu kalů, z čehož je 52 % zahušťováno strojně, 33 % gravitačně a 11 % kombinací těchto postupů. Stabilizací prochází 96 % z celkového objemu kalů, z toho 77 % stabilizací anaerobní a 19 % stabilizací aerobní. Odvodňování se týká 98 % celkového objemu kalů, přičemž 66,5 % je odvodňováno v centrifugách a 16 % v sítopásových lisech. Pouze zhruba 6,5 % z celkového objemu kalů je sušeno, a to zejména v rotačních bubnech.

Velmi významný pro další využití kalů je proces hygienizace, který probíhá jen v 36,5 % ČOV, ale prochází jím 76,5 % z celkového objemu produkovaných kalů. Ve větších provozech převládá fyzikální hygienizace, související i s anaerobní stabilizací kalu. V menších ČOV je využívána především chemická hygienizace.

V dalších fázích průzkumu budou získaná data zpřesňována a doplňována, např. o rozlišení objemu produkovaných primárních (nestabilizovaných) a sekundárních (stabilizovaných) kalů.

Výše uvedené výsledky analýz jsou pouze dílčím krokem k vytvoření nástrojů pro kvalifikované rozhodování o využití čistírenských kalů. Na základě výše uvedených analýz lze vyhodnotit množství produkovaných kalů v různých kategoriích kvality, které určují jejich další využití. Na výsledky analýz bude navazovat vytvoření speciálních map zahrnujících produkci kalů, technologického vybavení ČOV a ploch vhodných k aplikaci kalů na zemědělskou půdu, na úrovni ORP.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován v rámci výzkumu realizovaného s podporou projektu TD03000135 - Mapování podmínek pro efektivní, bezpečné a environmentálně příznivé využití čistírenských kalů.

Literatura

1. DOHÁNYOS, Michal: Efektivní využití a likvidace čistírenských kalů. Biom.cz [online]. 2006-05-09 [cit. 2016-12-27]. Dostupné z: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/efektivni-vyuziti-a-likvidace-cistirenskych-kalu>>. ISSN: 1801-2655.
2. JELÍNKOVÁ, Věra; BERÁNKOVÁ, Martina; VOLOŠINOVÁ, Martina: Možnosti nakládání s kaly z malých ČOV a příslušná legislativa. <http://os-caoc.zwa.cz/> [online]. 2014-05-29 [cit. 2016-16-27]. Dostupné z: http://os-caoc.zwa.cz/doc/HORY2014/10_HORSKE_COV2014_JELINKOVA.pdf
3. JENÍČEK, Pavel; DOHÁNYOS, Michal: Kalové hospodářství čistíren odpadních vod. VSCHT.cz [online]. 2009-12-17 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z <http://web.vsch.cz/~jenicekp/Kalov%C3%A9%20hospod%C3%A1%C5%99stv%C3%AD/>
4. CENIA: Produkce odpadu katalogové číslo 19 08 05 v letech 2011 - 2015 na úrovni jednotlivých ORP. 2016.
5. VEJNAR, Pavel a kol.: MATEMATICKÉ VYJÁDŘENÍ VÝPOČTU „SOUSTAVY INDIKÁTORŮ OH“ V SOULADU S VYHLÁŠKOU č. 383/2001 Sb., O PODROBNOSTECH NAKLÁDÁNÍ S ODPADY, V PLATNÉM ZNĚNÍ (aktualizace k 30. 4. 2016), Praha, 2016.
6. Raclavská H.: Technologie zpracování a využití kalů z ČOV, VŠB-TU Ostrava, 2007.
7. Kusá H., Růžek P.: Možnosti využití kalů z ČOV v zemědělství, VÚRV Praha, 2000.

The overview of sewage sludge management in municipal waste-water treatment plants

Jarmila ČECHMÁNKOVÁ^a, Jan MATĚJKA^b, Luboš NOBILIS^b, Jan MAŇHAL^b, Viera HORVÁTHOVÁ^a, Jan SKÁLA^a

^a Research Institute for Soil and Water Conservation, v.v.i., Žabovřeská 250, 156 00 Prague 16,
e-mail: cechmankova.jarmila@vumop.cz;

^b ECO trend Research centre s.r.o., Na Dolinách 128/36, 147 00 Prague 4,
e-mail: jan.matejka@ecotrend.cz

Summary

Technologies of wastewater treatment plants are constructed according to the requirements on removing of unwanted substances from water and to the requirements on concentration in side stream - sewage sludge. Sewage sludge is produced annually in huge amounts. The subsequent treatment of sewage sludge prevents the environment and human health from negative impacts. The required parameters of sewage sludge depend on the quality of input waste water together with using of suitable technologies. The results of mapping of wastewater treatment plants (with minimal capacity of 2 000 equivalent number of inhabitants) technologies in the Czech Republic are summarized in this article.

Keywords: Sewage sludge, wastewater treatment plant, sewage sludge treatment, sewage sludge stabilization, agriculture use of sewage sludge, sewage sludge management

Návštěvnost stránek a stahování čísel časopisu WASTE FORUM v letech 2013 – 2016

Ondřej PROCHÁZKA

České ekologické manažerské centrum, 28. pluku 25, 101 00 Praha 10,
e-mail prochazka@cemc.cz, wasteforum@seznam.cz

Souhrn

Data získaná z Advanced Web Statistics 7.2 byla analyzována z hlediska návštěvnosti stránek www.wasteforum.cz z různých zemí a počtu stažení jednotlivých čísel časopisu. Data byla dostupná pro roky 2013 až 2016.

Mezi TOP 10 zemí, ze kterých bylo nejvíce návštěv, patří: Česká republika, Ukrajina, USA, Slovensko, Čína, Polsko, Rusko, Kanada, Francie a Německo. Nejvíce stahované bylo číslo WASTE FORUM 2015, 4 (17 965 stažení), za nímž s velkým odstupem následují WASTE FORUM 2014, 2 (6 619 stažení), WASTE FORUM 2013, 2 (3814 stažení) a WASTE FORUM 2010, 4 (3335 stažení). Porovnáním s celkovým počtem článků v čísle a podílem článků v angličtině se ukázalo, že s výjimkou „vítězného“ čísla, zde významné korelace není.

Klíčová slova: waste forum, AWstats, Scopus, Česká republika, Ukrajina, USA, Slovensko, Čína, Rusko, přenesená data, hity, návštěvy, stránky

Úvod

Časopis WASTE FORUM byl založen v roce 2008. Jeho vydavatel, České ekologické manažerské centrum, tehdy vyslyšel volání české a slovenské vědecké veřejnosti zabývající se výzkumem souvisejícím s odpady na založení časopisu (vedle vydávaného odborného měsíčníku ODPADOVÉ FÓRUM), který by splňoval podmínky zařazení do Seznamu neimpaktovaných recenzovaných periodik vydávaných v ČR.

V roce 2008 vyšlo jedno číslo, v roce 2009 dvě čísla a od té doby vychází časopis čtvrtletně s redakčními uzávěrkami 8. ledna, 8. dubna, 8. července a 8. října. Termíny vystavení hotového čísla na stránkách časopisu jsou březen, červen, září a prosinec (obvykle okolo poloviny měsíce). Výjimkou byly roky 2010 a 2016, kdy ve spolupráci se zainteresovanými institucemi vyšlo navíc mimořádné číslo.

Brzy po zařazení časopisu na výše zmíněný seznam přestalo toto pro oficiální hodnocení výsledků výzkumu stačit a bylo potřeba začít usilovat o získání impakt-faktoru pro časopis a k tomu je nezbytným předpokladem, aby se tento dostal do některé z mezinárodních vědeckých databází. Po konzultaci s redakční radou jsme vybrali databázi SCOPUS a v roce 2011 o zařazení požádali.

Tento pokus nebyl úspěšný s odůvodněním, že v časopise publikují výhradně domácí autoři (což tehdy byla pravda) a že se zabývá tématy pouze lokálního významu (což byla pravda pouze částečná).

Publikačními jazyky od počátku byla čeština, slovenština a angličtina s tím, že název, souhrn a klíčová slova v anglickém, resp. českém či slovenském jazyce byly samozřejmostí. V reakci na vyjádření ze Scopusu jsme nejprve začali upřednostňovat články v angličtině tím, že publikační poplatek je v jejich případě snížený. To se v zastoupení anglicky psaných článků příliš neprojevovalo, proto na doporučení redakční rady jsme od poloviny roku 2015 vyhlásili angličtinu jako jediný publikační jazyk. Důsledkem byl katastrofální pokles počtu článků zaslaných k publikování (s výjimkou čísla 2015, 4), takže hrozil zánik časopisu nebo alespoň redukce periodicity na dvě čísla do roka. Proto jsme se raději vrátili ke třem publikačním jazykům s tím, že angličtina je stále preferována.

Další pokus o zařazení časopisu do Scopusu učinila redakce v roce 2016. V reakci na to (a po urgenci redakce) jsme obdrželi výzvu, abychom podrobně popsali jaká „nápravná“ opatření jsme provedli od doby minulé žádosti.

Tabulka 1: Zahraniční instituce publikující ve WASTE FORUM (WF)

Země	Název instituce	Počet autorů a článků	Číslo
Belgie	Vito NV, Mol	1	WF 2015, 4
Belgie	ABO, Aartselaar	1	WF 2015, 4
Bulharsko	N. Poushkarov Institute of Soil Science, Sofia	1	WF 2010, 4
Bulharsko	Research Institute for Land Reclamation and Agricultural Mechanization, Sofia	1	WF 2010, 4
Dánsko	Eilskov, Aarhus	1	WF 2015, 4
Finsko	Aalto University School of Science and Technology, Espoo	1	WF 2010, 4
Japonsko	Faculty of Social System Science, Chiba Institute of Technology	1	WF 2013, 4
Japonsko	J. F. Oberlin University, Tokyo	1	WF 2013, 4
Japonsko	International Research Institute for Environmental 3R Policy Studies, Minakoshi Shokai Co., Ltd.	1	WF 2013, 4
Německo	Lindner GFT GmbH, Dettl bach	1	WF 2011, 1
Německo	Bauhaus-Universität Weimar	1	WF 2011, 1
Polsko	Reaflot sp. Zo.o. Zabrze	1	WF 2010, 4
Polsko	Progresseco	1	WF 2010, 4
Polsko	Faculty of Chemical Engineering and Technology, Crakow Univerzity of Technology, Crakow	18	WF 2010, 4
Polsko	Faculty of Mechanical Engineering, Crakow Univerzity of Technology, Crakow	1	WF 2010, 4
Polsko	AGH University of Science and Technology, Crakow	3	WF 2010, 4
Polsko	Institute of Glass, Refractory and Building Materials, Crakow	1	WF 2010, 4
Polsko	Cermet ISP, Crakow	1	WF 2010, 4
Polsko	Burmistrz Miasta Bochnia	1	WF 2010, 4

Nápravu výtky o výhradně domácích autorech vcelku není problém doložit pomocí výčtu zahraničních institucí, ze kterých pocházeli publikující autoři (tabulka 1). Složitější je to s výtkou, že časopis se zabývá pouze problémy lokálního významu. Jako vedlejší produkt při získávání argumentů proti uvedené výtce vznikla tato práce. Domníváme se, že uvedená data budou zajímat (a možná i potěší) především dosavadní autory článků a možná i přesvědčí další, že stojí za to ve WASTE FORUM publikovat, i když zatím za to žádné body nejsou.

Metoda

Primární data

Návštěvnost internetových stránek jsme již dříve nechali prostřednictvím správce domény (v případě www.wasteforum.cz to je pipni.cz) sledovat pomocí služby Advanced Web Statistics 7.2 (AWStats).^{1,2} Tento volně dostupný, účinný analytický nástroj sleduje a analyzuje všechny návštěvy na příslušné internetové stránce a formou srozumitelné grafické prezentace poskytuje množství užitečných informací:

- přehledné měsíční, denní a hodinové statistiky,
- počty návštěv a unikátních návštěvníků, dobu trvání návštěvy, informace o poslední návštěvě,
- informace o návštěvnících rozdělené podle států,
- identifikace návštěvníka prostřednictvím IP adresy,
- nejčastěji navštěvované vstupní a výstupní stránky,
- analýza klíčových slov a frází nejčastěji použitých při vstupu na stránku,
- rozdělení podle operačních systémů, typu prohlížečů, vyhledávačů (české i zahraniční) odkazujících stránek,
- přehled nejhledanějších výrazů a slovních spojení,
- přehled chybových stránek a nenalezených stránek.

Přitom si uživatel může vybrat, zda chce data za konkrétní měsíc či souhrnně za celý rok.

Pro analýzu jsme měli dostupná data za roky 2013 až 2016 a zajímaly nás vždy souhrnné výsledky za konkrétní rok. Primární data, se kterými jsme dále pracovali, jsou souhrnně uvedena v tabulce 2. K tomu na vysvětlenou³:

Unikátní návštěvníci – počet klientů (IP adres), kteří přišli na stránky a kteří si prohlédli alespoň jednu stránku. Toto číslo odpovídá počtu různých fyzických osob, které navštívily stránky za sledované období (v našem případě za rok).

Počet návštěv – celkový počet návštěvníků, kteří navštívili stránky, a to i opakovaně.

Stránky – celkový počet shlédnutých stránek (HTML apod.) bez obrázků nebo jiných souborů za všechny navštěvující a všechny jejich návštěvy.

Hity – Počet stažení všech typů souborů ze serveru kolikrát byla stránka, soubor, obrázek na tomto serveru stažen (součet za všechny navštěvující a všechny jejich návštěvy).

206 Hity – HTTP status kód 206 indikuje jen částečné stažení stahovaného souboru.

Přenesená data – objem dat stažených ze serveru.

Tabulka 2: Primární data^{4, 5, 6, 7}

a) Souhrn – Běžná uživatelská zátěž

Rok	Unikátní návštěvníci	Návštěvy	Stránky	Hity	Přenesená data
2013	<= 7 967	14 023	32 908	128 826	27,23 GB
2014	<= 10 068	28 764	190 827	288 139	46,96 GB
2015	<= 6 807	12 913	51 952	119 351	22,65 GB
2016	<= 10 961	16 019	37 945	74 407	80,31 GB

b) Země TOP 10

2013	Stránky	Hity	Přenesená data
Czech Republic	9 626	80 234	10,15 GB
Ukraine	8 392	8 553	988,93 MB
China	2 895	3 759	2,40 GB
United States	2 695	3 871	1,47 GB
Slovak Republic	2 249	19 032	5,25 GB
Russian Federation	1 864	2 077	839,33 MB
France	872	1 160	420,69 MB
Germany	633	1 477	340,79 MB
Canada	524	719	202,07 MB
Poland	457	947	746,83 MB

2014	Stránky	Hity	Přenesená data
Ukraine	59 722	62 896	11,25 GB
Poland	49 248	50 030	1,38 GB
China	24 021	26 389	7,74 GB
United States	17 757	20 566	3,94 GB
Russian Federation	9 573	10 297	1,86 GB
Canada	9 411	10 198	1,96 GB
Czech Republic	7 678	62 036	6,92 GB
France	3 734	4 330	1,37 GB
Slovak Republic	2 322	19 527	4,95 GB
Germany	1 258	2 121	1,11 GB

2015	Stránky	Hity	Přenesená data
China	18 387	19 336	3,41 GB
Ukraine	12 651	14 484	3,79 GB
Czech Republic	6 182	44 144	5,42 GB
United States	5 985	7 288	1,13 GB
Russian Federation	1 804	2 410	715,91 MB
Slovak Republic	1 236	10 507	3,86 GB
Netherlands	1 066	1 121	66,08 MB
Germany	1 018	1 660	1,10 GB
France	551	890	467,39 MB
Brazil	503	5 794	42,92 MB

2016	Stránky	Hity	Přenesená data
United States	15 466	29 784	47,83 GB
Ukraine	4 438	7 781	11,84 GB
Russian Federation	3 922	5 906	6,73 GB
Czech Republic	3 472	14 919	5,25 GB
China	1 978	2 562	2,37 GB
Slovak Republic	873	3 587	2,52 GB
Germany	658	940	750,27 MB
France	521	634	202,03 MB
India	514	662	117,55 MB
Netherlands	492	514	87,47 MB

c) Typy souborů – výťah: Podíl PDF a ZIP souborů na Hitech a Přenesených datech

Rok	Hity PDF	Podíl	Přenesená data PDF	Podíl	Hity ZIP	Podíl	Přenesená data ZIP	Podíl
2013	6 851	5,3 %	24,37 GB	90,9 %	365	0,2 %	1,44 GB	5,3 %
2014	12 074	4,1 %	41,88 GB	90,6 %	292	0,1 %	1,00 GB	2,1 %
2015	7 149	5,9 %	19,93 GB	89 %	128	0,1 %	417,17 MB	1,8 %
2016	23 260	31,2 %	79,29 GB	99,1 %	14	0 %	6,73 MB	0 %

d) Downloads TOP 10 (soubory PDF, pokud není uvedeno jinak)

Rok	Číslo	Hity	206 Hity	Přenesená data	Průměrná velikost
2013	WASTE FORUM 2012, 4	1 069	382	2,75 GB	1,94 MB
	WASTE FORUM 2013, 2	1 005	916	4,85 GB	2,58 MB
	WASTE FORUM 2013, 1	963	20	2,84 GB	2,96 MB
	WASTE FORUM 2010, 4	773	1 008	6,64 GB	3,81 MB
	WASTE FORUM 2011, 3	597	4	2,25 GB	3,83 MB
	WASTE FORUM 2013, 3	586	4	1,13 GB	1,95 MB
	WASTE FORUM 2010, 5	497	52	616,02 MB	1,12 MB
	WASTE FORUM 2012, 3	457	123	1,52 GB	2,68 MB
	WASTE FORUM 2013, 1 (ZIP)	436	25	1,36 GB	3,01 MB
	WASTE FORUM 2009, 2	434	603	1,53 GB	1,51 MB

Rok	Rok 2015	Hity	206 Hity	Přenesená data	Průměrná velikost
2014	WASTE FORUM 2014, 2	4 353	862	11,00 GB	2,16 MB
	WASTE FORUM 2013, 4	1 362	2 621	5,59 GB	1,44 MB
	WASTE FORUM 2010, 4	1 102	571	9,89 GB	6,05 MB
	WASTE FORUM 2013, 2	1 097	828	5,28 GB	2,81 MB
	WASTE FORUM 2014, 3	1 039	149	1,61 GB	1,39 MB
	WASTE FORUM 2014, 1	925	622	1,88 GB	1,24 MB
	WASTE FORUM 2010, 5	697	31	963,54 MB	1,32 MB
	WASTE FORUM 2012, 4	568	184	1,43 GB	1,95 MB
	WASTE FORUM 2012, 3	563	7	1,95 GB	3,51 MB
	WASTE FORUM 2010, 2	532	9	1,44 GB	2,73 MB
2015	WASTE FORUM 2015, 3	1 802	1	1,52 GB	883,32 KB
	WASTE FORUM 2014, 2	973	226	2,21 GB	1,89 MB
	WASTE FORUM 2015, 1	711	27	1,21 GB	1,68 MB
	WASTE FORUM 2013, 2	681	13	3,18 GB	4,69 MB
	WASTE FORUM 2010, 4	655	50	5,77 GB	8,38 MB
	WASTE FORUM 2013, 4	606	19	2,06 GB	3,38 MB
	WASTE FORUM 2014, 4	597	29	1,22 GB	2,00 MB
	WASTE FORUM 2009, 2	475	40	1,64 GB	3,26 MB
	WASTE FORUM 2012, 2	473	3	1,84 GB	3,95 MB
	WASTE FORUM 2012, 4	462	319	1,11 GB	1,45 MB
2016	WASTE FORUM 2015, 4	17 713	265	60,10 GB	3,42 MB
	WASTE FORUM 2016, 2	941	0	3,73 GB	4,06 MB
	WASTE FORUM 2014, 2	899	0	2,17 GB	2,47 MB
	WASTE FORUM 2016, 1	863	0	1,45 GB	1,72 MB
	WASTE FORUM 2010, 4	609	81	5,85 GB	8,67 MB
	WASTE FORUM 2013, 2	591	940	2,80 GB	1,88 MB
	WASTE FORUM 2013, 4	562	16	2,27 GB	4,02 MB
	WASTE FORUM 2012, 2	526	0	2,00 GB	3,89 MB
	WASTE FORUM 2014, 1	489	25	1,01 GB	2,01 MB
	WASTE FORUM 2012, 1	448	24	1,49 GB	3,22 MB

Práce s daty

TOP 10 zemí v počtu návštěv pro jednotlivé roky z tabulky 2b jsme sloučili do jedné tabulky, sečetli a celkový počet Hitů korigovali na podíl stahovaných PDF a ZIP souborů z tabulky 2c. Výsledek uvádí zhruba počet stáhnutí některého čísla časopisu návštěvníkem z dané země (tabulka 3).

V tabulce 2d jsou z prostorových důvodů uvedeny vždy jen TOP 10 čísel pro každý rok. Pro další zpracování byl však použit úplný seznam čísel. Až do roku 2015 bylo možné stáhnout číslo buď ve formátu PDF nebo ZIP. To bylo potřeba při zpracování dat pro jednotlivá čísla vzít v úvahu a tato data sečíst.

Pořadí jednotlivých čísel podle počtu Hitů (=stažení) v sestupném pořadí uvádí tabulka 4.

Výsledky a diskuse

Návštěvnost stránek a počty stažení časopisu podle zemí

Deset zemí, ze kterých bylo v letech 2013 až 2016 staženo nejvíce čísel časopisu, uvádí tabulka 3. Že je na prvním místě Česká republika, není žádným překvapením, spíše je překvapivé až 4. místo Slovenska, když slovenští autoři tvoří významný podíl z těch, kdo v časopisu publikují.

Za to nás velmi překvapilo druhé místo návštěvníků z USA, třetí z Ukrajiny a páté a šesté z Číny a Ruska. Sedmé místo Polsko je zřejmě spíše náhodné zásluhou roku 2014, kdy podle počtu stažení bylo dokonce na třetím místě. Zbylé tři země v tabulce (a ostatní neuvedené země) hrají zde pouze okrajovou roli. Zhruba 500 stažení za čtyři roky není žádné závratné číslo, nicméně nějaký zájem o časopis z těchto zemí to signalizuje.

Tabulka 3: TOP 10 zemí s nejvyšším počtem stažení čísel WASTE FORUM

Země	2013		2014		2015		2016		Celkem	
	Hity	Počet stažení	Hity	Počet stažení	Hity	Počet stažení	Hity	Počet stažení	Hity	Stažení
Czech Republic	80 234	4 413	62 036	2 606	44 144	2 649	14 919	4 655	201 333	14 322
United States	3 871	213	20 566	864	7 288	437	29 784	9 293	61 509	10 807
Ukraine	8 553	470	62 896	2 642	14 484	869	7 781	2 428	93 714	6 409
Slovak Republic	19 032	1 047	19 527	820	10 507	630	3 587	1 119	52 653	3 616
China	3 759	207	26 389	1 108	19 336	1 160	2 562	799	52 046	3 275
Russian Federation	2 077	114	10 297	432	2 410	145	5 906	1 843	20 690	2 534
Poland	947	52	50 030	2 101	558	33	371	116	51 906	2 303
Germany	1 477	81	2 121	89	1 660	100	940	293	6 198	563
Canada	719	40	10 198	428	189	11	210	66	11 316	545
France	1 160	64	4 330	182	890	53	634	198	7 014	497

Stahování jednotlivých čísel

Pořadí jednotlivých čísel časopisu podle počtu stažení (Hitů) ukazuje tabulka 4. Pro potřebu další diskuse jsme v posledních dvou sloupcích uvedli celkový počet článků v čísle a kolik z nich bylo v anglickém jazyce.

Tabulka 4: Počet stažení (Hitů) jednotlivých čísel v letech 2013 – 2016 a počty článků v nich

Číslo	Hity 2013	Hity 2014	Hity 2015	Hity 2016	Hity celkem	Článků celkem	z toho článků v angličtině
WASTE FORUM 2015, 4			252	17713	17965	10	10
WASTE FORUM 2014, 2		4659	1025	935	6619	9	2
WASTE FORUM 2013, 2	1307	1155	739	613	3814	11	3
WASTE FORUM 2010, 4	834	1156	706	639	3335	27	13
WASTE FORUM 2012, 4	1198	624	517	443	2782	11	2
WASTE FORUM 2013, 4		1407	648	584	2639	12	7
WASTE FORUM 2013, 1	1399	344	321	299	2363	5	1
WASTE FORUM 2013, 3	891	723	358	374	2346	6	2
WASTE FORUM 2014, 3		1344	457	413	2214	3	1
WASTE FORUM 2014, 1		1227	442	513	2182	6	1
WASTE FORUM 2010, 5	554	750	393	437	2134	10	0
WASTE FORUM 2015, 3			1802	317	2119	2	2
WASTE FORUM 2012, 3	516	614	491	462	2083	8	4

Číslo (pokračování)	Hity 2013	Hity 2014	Hity 2015	Hity 2016	Hity celkem	Článků celkem	z toho článků v angličtině
<i>WASTE FORUM 2011, 3</i>	654	512	425	387	1978	8	0
<i>WASTE FORUM 2012, 2</i>	461	400	529	552	1942	5	1
<i>WASTE FORUM 2009, 2</i>	506	509	521	393	1929	14	0
<i>WASTE FORUM 2010, 2</i>	473	589	406	329	1797	8	1
<i>WASTE FORUM 2010, 3</i>	456	418	457	439	1770	13	0
<i>WASTE FORUM 2012, 1</i>	432	351	431	474	1688	6	0
<i>WASTE FORUM 2011, 4</i>	480	486	339	356	1661	4	0
<i>WASTE FORUM 2011, 1</i>	456	375	324	350	1505	7	1
<i>WASTE FORUM 2014, 4</i>		305	867	290	1462	2	0
<i>WASTE FORUM 2015, 1</i>			899	415	1314	7	1
<i>WASTE FORUM 2011, 2</i>	339	298	354	240	1231	9	0
<i>WASTE FORUM 2009, 1</i>	321	313	291	229	1154	5	0
<i>WASTE FORUM 2010, 1</i>	322	321	225	282	1150	9	0
<i>WASTE FORUM 2016, 2</i>				944	944	7	1
<i>WASTE FORUM 2015, 2</i>			486	393	879	11	2
<i>WASTE FORUM 2016, 1</i>				866	866	4	1
<i>WASTE FORUM 2008, 1</i>	248	219	186	185	838	3	0
<i>WASTE FORUM 2016, 3</i>				376	376	5	1
<i>WASTE FORUM 2016, 4</i>				124	124	9	6
<i>WASTE FORUM 2016, 5</i>				36	36	11	0
Celkem	11 847	19 099	14 891	31 402	77 239	267	63

Nejvíce stahovaným číslem bylo *WASTE FORUM 2015, 4*, které vyšlo těsně před Vánoci 2015. Proto počet stažení v roce 2015 není významný, ale v roce 2016 drží rekord. To číslo má k tomu všechny předpoklady: 10 příspěvků a všechny v angličtině. Zda k tomu přistupuje i to, že většina článků je zaměřena na využití odpadů ve výrobě stavebních hmot, je otázkou. To se nejspíš prokáže počty stažení v následujících letech.

S dost velkým odstupem druhé číslo v pořadí, *WASTE FORUM 2014, 2*, je jiný případ. Hned v roce vydání bylo nejvíce stahovaným číslem (4659 stažení), nicméně i v dalších letech má solidní počet stažení (okolo 1000). V čísle je 9 článků, ale z toho jen dva v angličtině. Podobně jako u třetího v pořadí, kde je celkem 11 článků a jen tři anglicky, nebo u čtvrtého, který má 27 (!) příspěvků a polovina z nich je v angličtině. Takže se zdá, že korelace mezi celkovým počtem článků či jejich podílem v angličtině nejspíš nějaká nejspíše bude, ale asi nepříliš významná.

Ono totiž srovnávat počet stažení čísel, které vyšly v různé době, není úplně korektní. Jednak u některých se načítaly návštěvy za všechny čtyři roky, u jiných jen u části sledovaného období (např. u čísla *WASTE FORUM 2016, 4* dva a u *WASTE FORUM 2016, 5* pouze jeden týden, a to ještě vánoční. (Poznámka: Od 1. 1. do 7. 3. 2017 bylo pro tato dvě čísla zaznamenáno 98 a 265 stažení. ⁸⁾)

Navíc na předních příčkách v počtu stažení v každém roce figurují pravidelně (se vzácnými výjimkami) vždy čísla 1 až 3 z daného roku a číslo č. 4 z roku předcházejícího. K tomu jednoznačně přispívají návštěvy českých a slovenských zájemců inspirované plošně šířenou informací, že dané číslo právě vyšlo. Kdežto ostatní návštěvy jsou už důsledkem zájmu o konkrétní problematiku toho kterého článku v daném čísle.

Závěr

I když mezi autory publikujícími ve *WASTE FORUM* významně převažují autoři z českých a slovenských výzkumných institucí, podílelo se autorsky na člancích i 30 zahraničních autorů z 19 institucí z 6 evropských zemí a z Japonska (tabulka 1).

O tom, že se příspěvky publikované ve *WASTE FORUM* nezabývají pouze lokálními problémy, dokazuje objektivně počet návštěv stránek časopisu z různých zemí světa, ale ještě lépe počet stažení

celých čísel. Zde sice je na prvním místě figuruje Česká republika, ale na druhém a třetím místě jsou Spojené státy a Ukrajina (tabulka 3).

Porovnání počtu stažení různých čísel časopisu (tabulka 4) je sice zajímavé, ale příliš neříká. Je příliš ovlivněno dobou, kdy to které číslo vyšlo. Z toho důvodu nemá smysl hledat korelaci mezi počtem článků či zastoupením článků v angličtině a počtem stažení. Navíc díky anglickým abstraktům a srozumitelným tabulkám a obrázkům v člancích a existenci kvalitních internetových překladačů by jazyková bariéra v současnosti neměla být nepřekonatelná.

Poděkování

Autor děkuje Českému ekologickému manažerskému centru za vydávání tohoto časopisu, přestože mu tato aktivita nepřináší žádný ekonomický efekt, ba naopak.

Literatura

1. www.awstats.org
2. <https://www.coolhousing.net/cz/co-isou-to-awstats>
3. file:///S:/P_8_OF/WASTE%20FORUM/WF%202017/AWStats%20Documentation%20-%20Glossary.htm
4. https://stats.pipni.cz/awstats.pl?month=all&year=2013&output=main&config=stats.wasteforum.cz&frame_name=index
5. https://stats.pipni.cz/awstats.pl?month=all&year=2014&output=main&config=stats.wasteforum.cz&frame_name=index
6. https://stats.pipni.cz/awstats.pl?month=all&year=2015&output=main&config=stats.wasteforum.cz&frame_name=index
7. https://stats.pipni.cz/awstats.pl?month=all&year=2016&output=main&config=stats.wasteforum.cz&frame_name=index
8. https://stats.pipni.cz/awstats.pl?month=01&year=2017&output=main&config=stats.wasteforum.cz&frame_name=index

Readership and downloads of the journal WASTE FORUM in 2013 – 2016

Ondřej Procházka

Czech Environmental Management Centre, 28. pluku 524/25, 101 00 Prague 10, Czech Republic

e-mail: prochazka@cemc.cz, wasteforum@seznam.cz

Summary

Data obtained from Statistics Advanced Web 7.2 was analyzed in terms of web traffic www.wasteforum.cz from different countries and downloads of individual issues of the journal. Data were available for period of years 2013 to 2016.

The top 10 countries with the largest number of visitors include: Czech Republic, Ukraine, USA, Slovakia, China, Poland, Russia, Canada, France and Germany. The most downloaded issue was WASTE FORUM 2015, 4 (17,965 downloads), which is followed by the WASTE FORUM 2014, 2 (6619 downloads), WASTE FORUM 2013, 2 (3814 downloads) and WASTE FORUM 2010, 4 (3335 downloads). Comparing of the total number of papers in an issue and the number of English articles with the number of downloads showed that with the exception of “winner” issue there is no significant correlation.

Keywords: AWStats, waste forum, visits, pages, hits, bandwidths, downloads



Projekt PASSES 7F14045

Společnost DEKONTA, a.s. spolu s Ústavem pro životní prostředí PřF UK a společností ALS Laboratory Group Norway AS řeší vědecko-výzkumný projekt s názvem „Využití dlouhodobých (pasivních) vzorkovacích metod v kombinaci s in situ mikrokosmy k posouzení potenciálu (bio)degradace“ s akronymem PASSES.

Tento projekt je zaměřen na využití kombinace inovativních způsobů vzorkování kontaminovaných lokalit, která umožní získání detailnějších informací o kontaminovaných lokalitách, a v důsledku povede k optimalizaci návrhu sanačních prací. Detailnější informace o projektu je možné nalézt na www.passes.cz.

Partneři:



Přírodovědecká fakulta
UNIVERZITY KARLOVY V PRAZE

dekonta



Tento projekt byl podpořen z Česko-Norského výzkumného programu 7F/CZ09

- Je koordinován Research Council of Norway
- Zprostředkovatelem programu je Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

