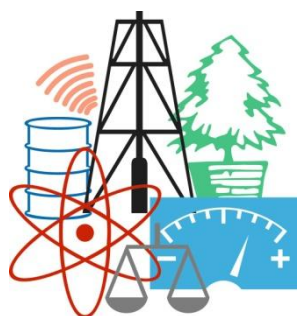


# WASTE FORUM



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 2023

No. 2

Pages 70 – 147

***Patron of the issue / Patron čísla***

***PŘEDCHÁZENÍ VZNIKU ODPADŮ, (19. 9. 2023, Praha)***

***9. ročník národní konference***

***[www.predchazeniodpadu.cz](http://www.predchazeniodpadu.cz)***



Czech Environmental Management Center 2023

## **OBSAH / INDEX**

|  |            |
|--|------------|
| <b>Úvodní slovo šéfredaktora / Editorial</b>   | <b>72</b>  |
| <b>Pro autory / For authors</b>  | <b>73</b>  |
| <b>Hazardous and Toxic Medical Waste Management at General Regional Hospital</b><br>Nakládání s nebezpečným a toxickým zdravotnickým odpadem ve Všeobecné krajské nemocnici<br><i>Fatmawada SUDARMAN</i>   | <b>74</b>  |
| <b>Hodnotenie sorpčnej kapacity sypkých sorbentov na zníženie negatívneho dopadu unikajúcich kvapalných nebezpečných látok do životného prostredia v dôsledku dopravných nehôd</b><br>Evaluation of the sorption capacity of bulk sorbents to reduces the adverse impact of leakage substances on the environment in traffic accidents<br><i>Jozef KUBÁS, Iveta MARKOVÁ, Jozef RISTVEJ, Katarína BUGANOVÁ</i>  | <b>84</b>  |
| <b>Kvantifikace úrovně domácího kompostování v ČR v kontextu národní inventarizace skleníkových plynů a plnění recyklačních cílů pro komunální odpad</b><br>Quantification of the level of domestic composting in the Czech Republic in the context of the National Inventory of Greenhouse Gases and the fulfillment of recycling targets for municipal waste<br><i>Petr BAŽIL, Márton BORÁROS, Zdeněk SUCHÁNEK, Ivana KOPECKÁ, Miroslav HAVRÁNEK</i> | <b>98</b>  |
| <b>Nový přístup v kvantifikaci emisí skleníkových plynů z procesu anaerobní digesce v České republice</b><br>A new approach in quantification of greenhouse gas emissions from anaerobic digestion in the Czech Republic<br><i>Ivana KOPECKÁ, Petr BAŽIL, Márton BORÁROS, Jiří VALTA, Miroslav HAVRÁNEK, Zdeněk SUCHÁNEK</i>   | <b>108</b> |
| <b>Zakázky supervizí sanačních a rekultivačních projektů</b><br>Contracts for the supervision of remediation and recultivation projects<br><i>Zdeněk SUCHÁNEK</i>  | <b>120</b> |
| <b>Komerční prezentace / Commercial presentation</b>   |            |
| <b>PŘEDCHÁZENÍ VZNIKU ODPADŮ (19. 9. 2023, Praha) 9. ročník národní konference</b>   | <b>147</b> |

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

ISSN: 1804-0195; [www.WasteForum.cz](http://www.WasteForum.cz). Vychází čtvrtletně.

Vychází od roku 2008, od roku 2017 je indexován v databázi SCOPUS.

Ročník 2023, číslo 2

Vydavatel: CEMC – České ekologické manažerské centrum, z.s., IČO: 45249741, [www.cemc.cz](http://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](mailto:prochazka@cemc.cz)

Redakční rada: Ing. Vratislav Bednařík, CSc.; doc. Ing. Vladimír Čablík, Ph.D.; prof. Dr. Ing. Miroslav Černík, CSc.; prof. Ing. Tomáš Havlík, DrSc.; prof. Ing. František Hrdlička, CSc.; Ing. Slavomír Hredzák, CSc.; doc. Ing. Emília Hroncová, Ph.D.; prof. Ing. Dagmar Juchelková, Ph.D.; prof. Ing. František Kašťánek, CSc.; prof. Ing. Mečislav Kuraš, CSc.; prof. Mgr. Juraj Ladomerský, CSc.; prof. Ing. Petr Mikulášek, CSc.; prof. Norbert Miskolczi; prof. Ing. Lucie Obalová, Ph.D.; Ing. Miroslav Punčochář, CSc., DSc.; Ing. Klára Slezáková, Ph.D.; Ing. Lenka Svecova, Ph.D.; doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.; prof. Ing. Lubomír Šooš, Ph.D.; prof. dr. hab. inž. Barbara Tora, Ing. Hana Urbancová, Ph.D., doc. Ing. Pavla Vrabcová, Ph.D.

Web-master: Ing. Vladimír Študent

Redakční uzávěrka: 8. 4. 2023. Vychází: 8. 6. 2023



## Úvodní slovo šéfredaktora / Edítorial

### *Vážení čtenáři,*

když jsem před časem žádal o zařazení tohoto časopisu do Scopusu, tak první pokus nebyl úspěšný s odůvodněním, že v časopisu publikují pouze domácí autoři a že se zabývá pouze tématy lokálního významu. To první (pokud to vezmeme z pohledu bývalého Československa) byla pravda, to druhé nikoli. To se mi podařilo dokázat pomocí statistiky stahování jednotlivých čísel a od té doby (2017) je Waste Forum ve Scopusu.

V posledních letech začaly do redakce přicházet i příspěvky od autorů z institucí mimo česko-slovenský „píseček“. Zpočátku jen sporadicky a z oblasti bývalého Sovětského svazu. Ty přestaly, možná i kvůli změně politické situaci, ale začaly houfně chodit příspěvky z méně rozvinutých zemí (Irák, Pákistán, Indonésie, Írán, Libanon...) Měl bych z toho mít radost, jenže... Ty příspěvky bývají málo kvalitní a navíc autoři obvykle žádají o odpuštění publikačního poplatku. Výsledek:

Více práce za nic! Ty příspěvky, které nacházíte na stránkách tohoto časopisu, jsou dle doporučení recenzentů zásadně přepracované a doplněné, a to se obávám, že při opakované recenzi přepracovaného znění jsou již recenzenti shovívaví. Ale je to jen zlomek z těch co dorazí do redakce. Značnou část článků na základě výsledku recenze musím odmítnout zcela. Nicméně, i když z těchto článků pro časopis nějaký přínos není (jedině „reklama“ v jejich zemi/komunitě), tak to беру jako jakousi neevidovanou pomoc České republiky vědě v rozvojových zemích.

Další věc, která mi přiděluje trochu práce, ale zároveň malinko zvyšuje sebevědomí. Čas od času, ale v květnu to byly hned tři, mi přicházejí od zahraničních vydavatelství nabídky na odkoupení časopisu. Samozřejmě jim odpovídám, že časopis Waste Forum není na prodej. Pochopitelně, časem, až mi dojdou síly, budeme s vydavatelem řešit, jak dál, ale jsme ve shodě, že by časopis měl zůstat v českých rukou!

Tak jsem se zde vypsál z toho, co mne těší či tíží. Od toho tato rubrika ostatně je. A tak na závěr jen všechny zvu na národní konferenci Předcházení vzniku odpadů, která je patronem tohoto čísla. Pořádá ji CEMC, vydavatel tohoto časopisu, a u jejího vzniku jsem kdysi stál. Je sice primárně určena trochu jiné cílové skupině, než jsou čtenáři tohoto časopisu, ale třeba i mezi nimi se někdo najde. Ostatně, předmětem výzkumu by nemělo být jen ekologické odstraňování nebo využívání odpadů, ale i změny technologií či výrobních postupů, při kterých odpady vůbec nevznikají nebo jen v menší míře či méně nebezpečné.

Ještě nesmím zapomenout připomenout jak symposium Výsledky výzkum a vývoje pro průmyslovou a komunální ekologii OPADOVÉ FORUM, které se koná v rámci Týdne výzkumu a inovací pro praxi a životní prostředí TVIP 2023 17. až 19. října 2023 v Hustopečích. A v neposlední řadě konferenci ODPADY ZE A PRO STAVEBNICTVÍ, která se rovněž koná v rámci TVIPu a na kterou jsem zde podrobně zval v minulém čísle.

**Ondřej Procházka**

## Pro autory

WASTE FORUM je časopis určený pro publikování původních vědeckých prací souvisejících s průmyslovou a komunální ekologií. Tj. nejen z výzkumu v oblasti odpadů a recyklace, jak by mohl naznačovat název časopisu, ale i odpadních vod, emisí, sanací ekologických zátěží atd. Vychází pouze v elektronické podobě a čísla jsou zveřejňována na volně přístupných internetových stránkách [www.WasteForum.cz](http://www.WasteForum.cz).

Do redakce se příspěvky zasílají v kompletně zalomené podobě 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](http://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. Preferována je angličtina a v tom případě je nezbytnou součástí článku na konci název, kontakty a abstrakt v českém či slovenském jazyce, přičemž rozsah souhrnu není shora nijak omezen.

Vydávání časopisu není nikým dotované. Proto, abychom příjmově pokryli náklady spojené s vydáváním časopisu, vybíráme publikační poplatek ve výši 600 Kč za každou stránku (bez DPH). V případě nepublikování příspěvku v důsledku negativního výsledku recenzního řízení je tato částka poloviční.

***Uzávěrka nejbližšího čísla časopisu WASTE FORUM je 8. července 2023, další pak 8. října 2023.***

## For authors

**WASTE FORUM** is an open access 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. Papers submitted for publication must be the author's own work and may not have been previously published elsewhere or sent to another publisher at the same time. For more, see [Publication Ethics](#).**

Manuscripts for publication in the journal WASTE FORUM should be sent only in **electronic form** to the e-mail address [prochazka@cemc.cz](mailto:prochazka@cemc.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.

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. **The paper, if it is of good quality and passes the review, is published no later than 10 weeks after the editorial deadline.**

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.***

Revenue to cover at least the costs associated with the issuance of the magazine, we select a publication fee **600 CZK or 25 USD per each new page of the paper.**

***The deadline of the next issue is on July 8, 2023, more on October 8, 2023.***

# Hazardous and Toxic Medical Waste Management at General Regional Hospital

**Fatmawada SUDARMAN**

*Department of Public Administration, Institute of Political and Social Science (IISIP) of Yapis Biak. Condronegoro St., Samofa, Biak Numfor, Papua 98111, Department of Public Administration, Universitas Negeri Makassar, Jalan A.P. Pettarani, Tidung, Kec. Rappocini, Makassar, South Sulawesi, 90222, Indonesia, e-mail: [fatmawadha@gmail.com](mailto:fatmawadha@gmail.com)*

## Abstract

*This study aims at analyzing the management of hazardous medical waste at General Regional Hospital of Biak, Papua. The method used is descriptive research with a qualitative approach. The results showed that the General Regional Hospital of Biak, Papua had not implemented the Standard Operational Procedures (SOP) which had been determined in the handling the hazardous waste in the hospital, such as the container stage, transportation stage, and temporary storage stage up to the waste treatment stage. The lack of training for hospital staff has an impact on the implementation of hazardous medical waste management planning. The General Regional Hospital of Biak, Papua had not implemented the SOP for handling the hazardous waste in the hospital. The hospital need an adequate strategy for hospital hazardous medical waste management which can greatly assist in reducing the harmful effects of hospital waste.*

**Keywords:** hazardous waste, hospital, management

## Introduction

Over many years, medical institutions have played a very important role in various public health care activities. One of those included in a medical institution is a hospital<sup>1</sup>. In health care activities, hospitals have potential potency to produce waste that can pose a risk of environmental pollution. Hospital waste is included in a special category of waste, which is very dangerous because of its contagious and / or toxic characteristics<sup>2</sup>. The World Health Organization (WHO) said that about 75% to 90% of waste produced in all health care facilities can be considered non-hazardous; the remaining 10 – 25% cannot be ignored<sup>3</sup>. Even though the medical waste produced is less than domestic waste, the risk to the environment and human health has the potential to be greater if it is not handled properly<sup>4</sup>. Medical wastes are considered as hazardous waste because they contain toxic materials, infectious, or non-infectious wastes and they are considered as a hazard to millions of patients, health care workers, and visitors<sup>1</sup>. According to WHO, risks that are classified as risk waste such as infectious waste, pathological waste, sharps, pharmaceutical waste, genotoxic waste, chemical waste and radioactive waste<sup>5</sup>.

Based on the results of a research survey by Abd El-Salam<sup>6</sup> entitled *Hospital Waste Management in El-Beheira Governorate, Egypt*, shows that the separation of all waste in hospitals is not carried out according to consistent rules and standards where there is medical waste disposed of with household waste. Furthermore, the results of the study by Nemathaga et al.<sup>7</sup> entitled: *Hospital Waste Management Practices in Limpopo Province, South Africa: A case study of two hospitals*, suggest that public and medical waste are often mixed together during collection, and there is no waste separation. Inadequate and inappropriate knowledge of handling of healthcare waste may have serious health consequences and a significant impact on the environment as well. The waste produced in the course of healthcare activities carries a higher potential for infection and injury than any other type of waste<sup>8</sup>.

The General Regional Hospital of Biak, Papua is like many other General Regional hospitals in Indonesia, the General Regional Hospital of Biak, Papua always tries to improve hospital waste management and implement good waste management, especially the management of hazardous medical waste. Although the Regulation of the Minister of Health<sup>9</sup> about hospital environmental health

has been issued to systematize hospital hazardous waste management, as well as the existence of Standard Operational Procedures (SOP) that has been made by the hospital for the handling of hazardous waste, but the authorities failing to implement an efficient system related to the management of hazardous medical waste, such as the container stage, the transportation stage, the temporary storage stage up to the processing stage. This is due to the weak enforcement of existing laws and regulations. In this case, the sanction given does not realize the community, whereas there are some regulations underlying waste processing <sup>10</sup>. Mauluddhina <sup>11</sup> states that the regulation established by the government is expected to be comprehensive and integral which finally can be an underlying concept in waste management.



**Figure 1: Temporary disposal site for hazardous waste in an open space without a roof (A, B, C, D and E). Incinerator engine that has been damaged and cannot be used anymore (F).**

In general, the problem that often occurs at the General Regional Hospital of Biak, Papua is that there are still errors in the management of hazardous medical waste, such as not giving hazardous waste symbols and labels on every hazardous waste packaging or container. In addition, hazardous waste that has been taken by officers from the source room which is then taken to the temporary storage area for hazardous waste, is not equipped with an official report of the handover, thus making it difficult for TPS officers to identify the origin of the waste (source location) and the characteristics of hazardous waste. Based on these problems, officers at the temporary storage area often get injured because they are pierced by a needle during the separation process of the hazardous waste at temporary storage area.

Another problem is that hazardous medical waste is often found which causes rot, cockroaches, flies, and rats in the temporary storage area of hazardous waste at the General Regional Hospital of Biak, Papua, this is caused by hazardous medical waste, which is only stored in the open and exposed to rain. The importance of medical institutions in designing and implementing in a comprehensive manner the management of hospital's hazardous medical waste can help protect the health risks of the public and hospital staff. Pertiwi et al.<sup>12</sup> stated that an evaluation of hazardous waste management in hospitals is very necessary because hazardous waste that is not managed properly can cause injury, environmental pollution, and nosocomial diseases. Through sustainable waste management, practices can go a long way in reducing the harmful effects of hospital wastes<sup>5</sup>. Therefore, this study was conducted to analyze the management of hazardous medical waste at the General Regional Hospital of Biak, Papua. This study is expected to be beneficial for the leadership of the General Regional Hospital of Biak, Papua for consideration of various policies needed to improve the management of hazardous medical waste.

## **Literature review**

Hospitals have a positive impact as a means of increasing the degree of public health as well as having a negative impact, namely producing waste, so it needs attention. The national production of solid medical waste for hospitals in Indonesia is estimated at 376,089 tons / day<sup>4</sup>. Therefore, inadequate handling and disposal of medical waste can have an impact on patients, relatives or carers, health workers, waste workers, scavengers, the community and the environment<sup>22</sup>. Hospitals as health care facilities are required to manage medical solid waste, from waste reduction, solid medical waste sorting, solid medical waste storage, solid medical waste transport, solid medical waste processing, solid medical waste burial, to solid medical waste landfill<sup>21</sup>.

In Indonesia, the Indonesian communities have traditionally used composting to dispose of their organic waste. Composting is the decomposition of organic wastes under controlled conditions to produce soil conditioner, compost, or organic fertilizers. Over the past 20 years, the practice of composting has been decreasing due to the increased use of chemical fertilizers. MSW management in Indonesia is becoming more complex everyday due to variety of reasons. The quantity of solid waste is expected to rise substantially due to rising population and increasing waste generation rate. However, the local governments are not equipped adequately to provide the proper service due to lack of the managerial capacity and resources required to shoulder the increasing responsibility<sup>13</sup>.

Legal foundations in waste management and the environment include legal provisions on the prevention and prevention of environmental pollution. Based on Article 20 paragraph (1) of Law No. 32 of 2009 on Environmental Protection and Management, the determinant of environmental pollution is measured through environmental quality standards. In accordance with Article 2 PP No. 27 of 2012 concerning Environmental Permits states that Every Business and/or Activity that must have an Amdal or UKL-UPL must have an Environmental Permit<sup>14</sup>.

## Experimental part

This type of study was a descriptive study with a qualitative approach. This approach was used to find in-depth information and understand the phenomenon that was happening naturally regarding the management of hazardous medical waste at the General Regional Hospital of Biak, Papua. This formulation of purpose became the focus and limitation of this study. The type of data used in this study consisted of primary data and secondary data. Primary data was obtained through direct observation to the research location which was carried out from August 2020 by looking at things related to the object of research such as the implementation of hazardous medical waste management, then making notes to get a clearer picture and provide clues to support the processed data more continue. Furthermore, interview was conducted in pre-research from August 2020 and in-depth interviews conducted to obtain information from competent informants related to hazardous medical waste management by using guided interview techniques conducted in September 2020 by bringing a series of complete and detailed questions.

The informants in this study were 10 hospital employees and one of them was the key informant. The 10 informants were chosen with the criteria that the informants were employees who had worked for a long time at the General Hospital in the Biak area, Papua and had direct activities with the object to be studied. The informants in this study consisted of the Head of Support, Section Head (KA.SIE) of Medical Support Installation, Head of Section (KA.SIE) of Non-Medical Supporting Installation, and all staff in charge of collecting and handling hazardous waste at the Biak General Regional Hospital, Papua. The Head of the Supporting Division acts as a key informant, the Head of the Supporting Sector was elected as the key informant on the grounds that the Head of Support was an employee who was responsible for the health care environment in the hospital who could provide more accurate information related to waste management medical hazardous at the General Regional Hospital of Biak, Papua.

Apart from direct observation and interview, primary data were also obtained through questionnaires related to hazardous medical waste management that were distributed to respondents during interview. For secondary data, the researcher collected data on the amount of hazardous medical waste in the last one year, the number of beds owned, as well as staff data at the Biak regional public hospital, Papua. These items were claimed as residues of hospital that later became waste-materials. The data is taken from the Head of Administration, Head of Sub Division of General Affairs and Civil Service, Head of Supporting Sector. In addition, secondary data is also obtained from scientific writings (related books / literature, reports, scientific papers and relevant research results).

## Results and discussion

### ***The amount of medical waste produced by the hospital***

Hospital waste samples were collected in 2020. All hazardous medical waste was weighed every day for one month to determine the average amount of waste produced by each work unit in the General Regional Hospital of Biak, Papua.

Based on Table 1, it shows that the amount of hazardous medical waste produced every day at the General Regional Hospital of Biak, Papua is 95.50 kg for a bed capacity of 179 beds. Table 1 also shows that there is no data on the amount of waste produced from the isolation room for old Covid-19 patients and the isolation room for new Covid-19 patients. Based on the results of an interview with (LO) as the Head of Section (KA.SIE) of the Medical Support Installation at the General Regional Hospital of Biak, Papua (interview 02 September 2020) said that so far, the hazardous medical waste from the isolation room for old Covid-19 patients and the isolation room for new Covid-19 patients is not weighed, but it was processed directly by burning it using an incinerator with a measured distance. The hazardous medical waste from the isolation room for old Covid-19 patients and the isolation room for new Covid-19 patients takes precedence over the processing of hazardous medical waste from other hospital units.



**Table 1: Types and average amount of hazardous and toxic medical waste at regional hospital of Biak, Papua**

| Hospital Units                      | The Amount of Hazardous Medical Waste Materials (kg/bed-day) |                          |                |            |   |                     |         |         |               |                  |
|-------------------------------------|--|--------------------------|----------------|------------|---|---------------------|---------|---------|---------------|------------------|
|                                     | Infuse bottle  | Glass bottle of Medicine | Syringe Bottle | Disposable | Masks, Hand sanitizer, cotton, gauze, bandage | Hose Infuse, Aboket | syringe | Diapers | Sputum Bottle | Total Kg/bed-day |
| Manswar room                        | 2.1  | 5                        | 2.4            | 3          | 1.2   | 1.4                 | 1       | 2       | 1.2           | 1.21             |
| Old Covid-19 patient isolation room | -  | -                        | -              | -          | -   | -                   | -       | -       | -             | -                |
| New Covid-19 patient isolation room | -  | -                        | -              | -          | -   | -                   | -       | -       | -             | -                |
| Manyoiri room                       | 5.4  | 2                        | 2              | 1.2        | 1.4   | 2                   | 1.2     | 1.4     | -             | 1.11             |
| ICU room                            | 2.4  | 1.2                      | 2.1            | 1.1        | 1.3   | 1.3                 | 1       | 2       | -             | 1.38             |
| Mambesak room                       | 2.2  | 2                        | 1.1            | 1.1        | 2   | 2.2                 | 1       | 1.4     | -             | 4.33             |
| Suyaben room                        | 2.4  | 4.3                      | 2              | 2.1        | 1.3   | 1.3                 | 2       | 4       | -             | 0.99             |
| Nifas room                          | 7  | 5.2                      | 1.3            | 1.2        | 2   | 1.1                 | 1       | 4       | -             | 1.7              |
| VK room                             | 5  | 3                        | 2              | 1.2        | 1.4   | 1.3                 | 1.1     | 2       | -             | 1.42             |
| Manesu room                         | 2.2  | 2                        | 1.2            | 1.3        | 1.4   | 1.3                 | 1       | 2.4     | -             | 3.68             |
| I A Class room                      | 2  | 2.1                      | 1.3            | 1.2        | 2   | 1.1                 | 1       | 4       | -             | 4.22             |
| I B Class room                      | 4.4  | 2.2                      | 3              | 1.2        | 2   | 1.1                 | 1       | 2       | -             | 2.43             |
| Transit room I                      | 4  | 5.2                      | 3              | 2          | 3.1   | 2                   | 1       | 4       | -             | 2.12             |
| Transit room II                     | 5  | 3.2                      | 3              | 1.3        | 2.3   | 2.1                 | 1.3     | 3       | -             | 1.41             |
| Emergency room                      | 3  | 4                        | 2.2            | 1          | 2   | 1.2                 | 1.1     | -       | -             | 0.63             |
| I A Class room                      | 2  | 2.1                      | 1.3            | 1.2        | 2   | 1.1                 | 1       | 2       | -             | 6.35             |
| I B Class room                      | 4.4  | 2.2                      | 3              | 1.2        | 2   | 1.2                 | 1       | 2       | -             | 8.5              |
| Perinatology room                   | 2.5  | 1.2                      | 1.1            | 1          | 1.2   | 1.2                 | 1       | 2       | -             | 3.73             |
| Radiology room                      | -  | -                        | -              | -          | 1.4   | -                   | -       | -       | -             | 1,4              |
| OK room                             | 2.4  | 2.4                      | 2              | 1.2        | 2   | 1.2                 | 1.2     | 2       | -             | 7.3              |
| Apotecary                           | -  | -                        | -              | -          | 2   | -                   | -       | -       | -             | 2                |
| Surgery room                        | 2  | 1.2                      | 2              | 1.2        | 1.4   | 1.3                 | 1.2     | -       | -             | 10.3             |
| Ponel room                          | -  | -                        | -              | -          | 1.4   | -                   | -       | -       | -             | 1.4              |
| CT-Scan room                        | 1  | 1                        |                | 1          | 1   | 1                   | -       | -       | -             | 5                |
| Laboratory                          |  |                          |                | 2          | 2.3   | -                   | 2.4     | -       | 2,1           | 8.8              |
| Dentist room                        |  | 1                        | 1              | 1          | 1.2   | -                   | 1       | -       | -             | 5.2              |
| Forensic rom                        | 2  | -                        | -              | 1.2        | 1.3   | 1.4                 | 2       | -       | -             | 7.9              |
| Total                               | 95.50  |                          |                |            |   |                     |         |         |               |                  |

The same opinion with (LO), (YS) as Head of the Sanitarian Installation at the General Regional Hospital of Biak, Papua said that there is no weighing hazardous medical waste originating from the isolation room for old Covid-19 patients and the isolation room for new Covid-19 patients, because the waste is directly brought down by the cleaners from the source room to the hospital temporary waste area, and the officers also use special personal protective equipment (PPE).

To obtain the validity of the data, the researcher then triangulated by conducting an interview with (DP) as the Head of Support at the General Regional Hospital of Biak, Papua (interview 07 September 2020) which stated that: For hazardous medical waste, Covid-19 patients are no longer weighed but they are immediately destroyed using an incinerator, so there is no data on the amount of waste produced by Covid-19 patients. It is sufficiently important to know the amount of waste produced for each room, especially the amount of waste originating from Covid-19 patients. As well as the opinion of Tsakona et al.<sup>2</sup> explaining that it is important to know the quantity of waste produced (by type) in order to examine the various treatment options. A fundamental prerequisite for the successful implementation of any medical waste management plan is the availability of sufficient and accurate information about the quantities and composition of the waste produced<sup>15</sup>. A study has proven and suggested some steps in waste management, namely (a) waste filter, (b) waste packing, (c) waste transporting, (d) temporary shelter, and (e) landfill (final shelter)<sup>16</sup>.

### ***The hospital hazardous medical waste management***

For the management of hazardous medical waste at the General Regional Hospital of Biak, Papua, it can be seen from the following interviews. Based on the results of an interview with (LO) as the Head of Section (KA.SIE) of the Medical Support Installation at the General Regional Hospital of Biak, Papua said that the hazardous medical waste in the hospital is packaged in a separate special container, that is yellow for the category of infectious waste for sharp objects and infectious waste for sharp metal types, yellow for infectious waste for non-sharp objects, and red for toxic pharmaceutical waste. As for the shortcomings so far in the process of containerization of hazardous medical waste, there is no symbol and label for hazardous waste in each packaging or container of hazardous waste, so that when the waste reaches the temporary waste area, it is really difficult for the temporary waste area officers to identify the type and amount of waste from each room in the General Regional Hospital of Biak, Papua. From these problems, it has an impact on the absence of data held by the General Regional Hospital of Biak, Papua regarding the amount of waste produced every day for each room.

Furthermore, (YS) as Head of the Sanitarian Installation at the General Regional Hospital of Biak, Papua (interview 03 September 2020) said: The flow of hazardous medical waste management begins with the container process, where the containers in each room are taken every day or 2/3 full are collected in two shifts, shift 1 is carried out at 06.00-09.00 AM and shift 2 is carried out at 12.00 – 03.00 PM by the officer. The officers are required to use personal protective equipment such as gloves, masks, helmets, and work shoes every time they start carrying out tasks. Even so, there are still frequent cases of needle sticks because they do not comply with the established Standard Operational Procedures (SOP), as well as the lack of training for hospital hazardous medical waste management officers on proper hazardous medical waste management.

The same opinion was expressed by (SH) as Section Head (KA.SIE) of the Non-Medical Support Installation at the General Regional Hospital of Biak, Papua (interview, 04 September 2020) said: The collection of hazardous medical waste follows a predetermined route, while the trolley used is a special trolley for hazardous medical waste. The trolley containing hazardous medical waste is immediately taken to a temporary storage area to be sent to partners in waste management. For hazardous medical waste, part of it is destroyed at the TPS using a combustion incinerator with a temperature of 1200.

However, the problem with the General Regional Hospital of Biak, Papua is that there are 3 available incinerators, but only 1 can be used because 2 other inventors are damaged, so the use of the incinerator at the Biak General Regional Hospital, Papua often exceeds the capacity it should be and often the incinerator engine is damaged, and this makes waste burning is not optimal and often occurs hazardous medical waste sediment at temporary waste area because it is stored for too long and is

destroyed or final processing. In addition, the temporary waste area for hazardous medical waste at the Biak General Regional Hospital, Papua does not have a roof and is in an open state so that it often causes fouling when the hazardous medical waste is exposed to rain.

Likewise, the opinion of (CK) as the Coordinator of Waste Management at the General Regional Hospital of Biak, Papua (interview, 04 September 2020) said: For infectious and potential hazardous and toxic medical waste, a leak-proof, puncture-proof container is inserted with a yellow plastic bag lining and tied with a rope. For medical waste hazardous sharp metal, put in a special container (safety box) and coated with red plastic. However, what has become a weakness of the General Regional Hospital of Biak, Papua, so far is that the containers used have not been given a symbol and label so that the officers find it difficult to identify the type of waste and the amount of waste produced per day for each room. The transport trolley uses a special trolley that has a waste container that matches the composition of hazardous medical waste, but sometimes the waste container is not closed and is very risky to the hospital environment, especially the health of workers and visitors.

To obtain the validity of the data, the researcher then triangulated by conducting an interview with (DP) as the Head of Support at the General Regional Hospital of Biak, Papua (interview 07 September 2020) which stated that: In the implementation of hazardous medical waste processing activities, the initial procedure begins with separating medical waste and household waste into their respective holding areas. At least one day or 2/3 of the plastic bags have been filled, the cleaning service immediately binds the plastic bags for temporary storage. Furthermore, the waste collection site is cleaned or disinfected every time it is emptied according to Standard Operational Procedures (SOP). Although the implementation is not optimal because in the General Regional Hospital of Biak, Papua, there are often unbundled and open plastic bags of hazardous medical waste, as well as waste storage areas that cause rot and insects because the cleaning staff only performs cleaning or disinfecting the bag. The plastic in the container has leaked.

The next stage is to carry out / move the waste, which is the plastic waste bag in each room, is taken by the waste transport officer to be transferred to the waste storage and for medical waste, which is immediately taken to a temporary storage area near the incinerator for further burning. There are 3 incinerators at the General Regional Hospital of Biak, Papua, but only 1 incinerator can function and 2 of them are damaged so that the use of the incinerator at the General Regional Hospital of Biak, Papua often exceeds the capacity it should have. Furthermore, after the activity is complete, it is based on the Standard Operational Procedure (SPO), which is the equipment is emptied, washed, disinfected and in the sun. However, at the General Regional Hospital of Biak, Papua, these activities have not been carried out optimally because dirty and rotten equipment is often found because they are not washed, disinfected, and dried in the sun when the transportation / transportation activities are finished. Then the final stage is the activity of destroying hazardous medical waste with an incinerator, that is hazardous medical waste burned at a temperature of 1200, and then the result of combustion in the form of ash is disposed of at the disposal of general waste.

Regarding the data obtained at the research location, it shows that at the General Regional Hospital of Biak, Papua has a standard Operational Procedure (SOP) which regulates the implementation of hazardous medical waste management which refers to the Minister of Health Regulation Number 7 of 2019 concerning health of hospital environment which states that the handling of hazardous medical waste must be carried out appropriately, starting from the container stage, the transportation stage, the temporary storage stage to the processing stage<sup>9</sup>. However, the implementation of hazardous medical waste management activities at the General Regional Hospital of Biak, Papua has not yet complied with the predetermined Standard Operational Procedures (SOP).

In the process of containerizing hazardous medical waste at the General Regional Hospital of Biak, Papua, it begins with a separation process from the source room by a cleaning service, by separating medical waste and household waste into their respective shelters, for at least one day or have been filled with 2/3 plastic bag. For hazardous medical waste plastic bags, it is still often found that they are not bound and left open, as is the case with the hazardous medical waste storage area in each source room, cleaning or disinfecting is only done if the plastic bag in the container is leaking and not cleaned or disinfected every time it is emptied according to a predetermined Standard Operational Procedure

(SOP). Based on these facts, it is often found an area to store waste that causes rot and insects. In addition, each packaging or container of hazardous waste does not provide a symbol and label for hazardous waste, so that when the waste reaches the temporary waste area it is very difficult for the temporary waste area officers to identify the type and amount of waste from the source room, and this has an impact on the zero data available in the General Regional Hospital of Biak, Papua regarding the amount of waste produced every day for each room.

Furthermore, the transferring / moving stage where the plastic waste bag in each room is taken by the waste transport officer to be transferred to the waste storage. For medical waste, it was immediately taken to a temporary storage area near the incinerator for incineration. The collection of hazardous medical waste is carried out every day or 2/3 full, it is collected in two shifts, shift 1 was carried out at 06.00-09.00 AM and officers or cleaning services carried out shift 2 at 12.00-03.00 PM. Furthermore, for the transportation of hazardous medical waste, it uses a special trolley that has a waste container that matches the composition of hazardous medical waste, but sometimes the waste container is not closed and is very risky to the hospital environment, especially the health of the workers and visiting patients. In addition, after the transferring activity is completed, the special trolley that has been emptied by the clerk or the cleaning service is not washed, disinfected, and dried based on the standard Operational Procedure (SOP) that has been determined, so that it is often found dirty trolley and gives off a bad smell.

The next stage is send the waste to the temporary storage, where hazardous medical waste at the General Regional Hospital of Biak, Papua, which is immediately taken to a temporary storage area near the incinerator for subsequent burning. For the temporary waste area for hazardous medical waste at the General Regional Hospital of Biak, Papua which does not have a roof and is in an open state so that it often causes fouling when the hazardous medical waste is exposed to rain. Likewise, the final processing stage or the activity of destroying hazardous medical waste, that is at the General Regional Hospital of Biak, Papua, the destruction activity is carried out using an incinerator with a temperature of 1200, then the results of combustion in the form of ash are disposed of in a public garbage disposal. As for the number of incinerators that can be used for the destruction of hazardous medical waste at the General Regional Hospital of Biak, Papua is not balanced with the amount of waste produced, where the use of the incinerator often exceeds the capacity it should often leads to the deterioration of hazardous medical waste in the temporary waste area because it is stored for too long before it is destroyed or finalized.

The research results also show that in the management of hazardous medical waste at the General Regional Hospital of Biak, Papua, there are still hazardous medical waste management officers who do not comply with the rules according to the predetermined Standard Operational Procedures (SOP), such as not using protective self equipment, such as gloves, masks, helmets and work shoes every time you start doing tasks. Based on these facts, it often results in the hazardous medical waste management the officer at the General Regional Hospital of Biak, Papua, being injured by a needle stick. The main danger of medical waste is the risk of infection from microorganisms or viruses in the waste, infection usually occurs due to a sharp object puncture or needle injury<sup>17</sup>. Therefore, the officers, either cleaning services or waste officers, are required to use personal protective equipment to minimize work accidents<sup>18</sup>. In addition, the lack of training for workers who are tasked with managing hazardous medical waste is one of the factors that results in the lack of understanding of officers about proper hazardous medical waste management at the General Regional Hospital of Biak, Papua.

To optimize the hazardous medical waste management process at the General Regional Hospital of Biak, Papua, an adequate hazardous hospital waste management strategy is needed and can be very helpful in reducing the harmful effects of hospital waste. One of them is by providing special training to the officers about the proper management of hazardous medical waste, because so far the problem in managing hazardous medical waste at the General Regional Hospital of Biak, Papua is the lack of understanding of officers about the management of hazardous medical waste and lack of special training for hospital hazardous medical waste management officers. The training is a teaching and learning process using certain techniques and methods, in order to improve the expertise and / or skills of a person or group of people in handling tasks and functions through systematic and organized

procedures that take area in a relatively short time<sup>19</sup>. A study claims the important aspect of making waste management, where RSUD. Hadji Boejasin has not implemented these ways<sup>20</sup>.

In the training, an environment was created in which hazardous medical waste management officers at the General Regional Hospital of Biak, Papua, could acquire or learn specific attitudes, skills and behaviors related to hazardous medical waste management, as well as given instructions to develop the skills needed used immediately in order to improve its performance. In addition, the importance of monitoring the daily implementation includes monitoring the collection of hazardous medical waste, monitoring the cleaning of equipment, monitoring the storage warehouse for hazardous medical waste, and monitoring the use of personal protective equipment that can assist in the proper management of hazardous medical waste and based on Standard Operational Procedures (SOP).

## Conclusions

The hazardous medical waste management at the General Regional Hospital of Biak, Papua is not based on the Standard Operational Procedure (SOP), which has been determined in the handling of hazardous medical waste, such as the container stage, the transportation stage, the temporary storage stage up to the waste treatment stage. In addition, there is no data available at the General Regional Hospital of Biak, Papua on the amount of hazardous medical waste produced every day for each room and the lack of training for officers has an impact on the implementation of hazardous medical waste management planning, and the lack of awareness, as well as knowledge about proper hazardous medical waste management. The importance of an adequate hospital management strategy for hazardous medical waste, such as providing special training to officers on the management of hazardous medical waste as well as conducting daily monitoring activities including: supervision of collection of hazardous medical waste, supervision of cleaning of equipment, supervision of warehouse for storing hazardous medical waste, and advising the use of personal protective equipment can assist in the proper management of hazardous medical waste and based on predetermined Standard Operational Procedures (SOP). Therefore, it can reduce the harmful effects of hazardous medical waste at the General Regional Hospital of Biak, Papua.

## Acknowledgment

Author would thanks to Institute of Political and Social Science (IISIP) of Yapis Biak for facilitating this research.

## References

1. Labib O. A., Hussein A. H., El-Shall W. I., Zakaria A., Mohamed M. G.: J. Egypt. Public Health Assoc. 80, 389 (2005).
2. Tsakona M., Anagnostopoulou E., Gidaracos E.: Waste Manag. 27, 912 (2007).
3. Chartier Y., Emmanuel J., Pieper U., Prüss A.: *Safe Management of Wastes from Health Care Activities*. 2nd ed. World Health Organization, Malta 2013.
4. Rachmawati S., Sumiyarningsih E., Atmojo T. B.: Pros. SNST Fak. Tek. 1, 31 (2018).
5. Ali M., Wang W., Chaudhry N., Geng Y.: Waste Manag. Res. J. Int. Solid Wastes Public Clean. Assoc. 35, 581 (2017).
6. Abd El-Salam M. M.: J. Environ. Manage. 91, 618 (2010).
7. Nemathaga F., Maringa S., Chimuka L.: Waste Manag. 28, 1236 (2008).
8. Mathur V., Dwivedi S., Hassan M. A., Misra R. P.: Indian J. Community Med. 36, 143 (2011).
9. The Minister of Health of Indonesia *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit* [Regulation of The Minister of Health

- (PMK) Number 7 Year 2019 concerning Hospital Environmental Health]. State Gazette of the Republic of Indonesia Year 2019 Number 296, Jakarta 2019.
10. Candrakirana R.: Yust. J. Huk. 4, 581 (2015).
  11. Mauluddhina I.: Media Iuris 2, 71 (2019).
  12. Pertiwi V., Joko T., Dangiran H. L.: J. Kesehat. Masy. Undip 5, 420 (2017).
  13. Chaerul M., Tanaka M., Shekdar A. V.: J. Fac. Environ. Sci. Technol. Okayama Univ. 12, 41 (2007).
  14. Chotijah S., Muryati D. T., Mukyani T.: Humani Huk. dan Masy. Madani 7, 223 (2019).
  15. Taghipour H., Mosafery M.: Sci. Total Environ. 407, 1527 (2009).
  16. Amelia A. R., Ismayanti A., Rusydi A. R.: Window Health J. Kesehat. 3, 73 (2020).
  17. Sarwening T., Hantoro R. S. T.: J. Tek. Pomits 1, 1 (2012).
  18. Nofrianty D.: *Diploma Thesis*. Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin, Banjarmasin, Indonesia, 2020.
  19. Sedarmayanti S., Sumayyah D.: *Manajemen Sumber Daya Manusia; Reformasi Birokrasi dan Manajemen Pegawai Negeri Sipil* [Human Resource Management Bureaucratic Reform and Civil Servant Management]. Rafika Aditama, Bandung 2018.
  20. Rahman F., Sarto I. S., Irvati S.: J. Kebijak. Kesehat. Indones. 6, 47 (2017).
  21. Ministry of Environment and Forestry of Republic Indonesia. Regulation of Ministry of Environment and Forestry Republic Indonesia No. 56/ MENLHK/2015 about Procedures for Technical Requirements for Management of Hazardous and Toxic Waste from Health Service Facilities. Jakarta: Ministry of Environment and Forestry Republic Indonesia; 2015.
  22. Abor PA (2013). Managing healthcare waste in Ghana: a comparative study of public and private hospitals. *Int. J. Health Care Qual. Assur.* 26(4):375-386.

## **Nakládání s nebezpečným a toxickým zdravotnickým odpadem ve Všeobecné krajské nemocnici**

**Fatmawada SUDARMAN**

*Department of Public Administration, Institute of Political and Social Science (IISIP) of Yapis Biak. Condrongoro St., Samofa, Biak Numfor, Papua 98111, Indonesia, e-mail: [fatmawadha@gmail.com](mailto:fatmawadha@gmail.com)*

### **Souhrn**

*Tato studie se zaměřuje na analýzu nakládání s nebezpečným zdravotnickým odpadem ve Všeobecné regionální nemocnici v Biaku na Papui. Použitou metodou je deskriptivní výzkum s kvalitativním přístupem. Výsledky ukázaly, že Všeobecná oblastní nemocnice v Biaku na Papui nezavedla standardní operační postupy (SOP), které byly stanoveny při nakládání s nebezpečným odpadem v nemocnici, jako je fáze kontejnerů, fáze přepravy a fáze dočasného skladování až do fáze zpracování odpadu. Nedostatečné proškolení nemocničního personálu má dopad na realizaci plánování nakládání s nebezpečným zdravotnickým odpadem. Všeobecná oblastní nemocnice v Biaku na Papui nezavedla SOP pro nakládání s nebezpečným odpadem v nemocnici. Nemocnice potřebuje adekvátní strategii pro nakládání s nemocničním nebezpečným zdravotnickým odpadem, která může výrazně pomoci snížit škodlivé účinky nemocničního odpadu.*

**Klíčová slova:** *nebezpečný odpad, nemocnice, management*

# Hodnotenie sorpčnej kapacity sypkých sorbentov na zníženie negatívneho dopadu unikajúcich kvapalných nebezpečných látok do životného prostredia v dôsledku dopravných nehôd

Jozef KUBÁS<sup>a</sup>, Iveta MARKOVÁ<sup>b</sup>, Jozef RISTVEJ<sup>a</sup>, Katarína BUGANOVÁ<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra krízového manažmentu, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovensko, e-mail: jozef.kubas@uniza.sk; jozef.ristvej@uniza.sk; katarina.buganova@uniza.sk.

<sup>b</sup>Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Katedra požiarneho inžinierstva, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovensko, e-mail: iveta.markova@uniza.sk

## Abstrakt

Cieľom príspevku je analýza aplikácie sypkých sorbentov pre rýchle a účinne zachytenie uniknutých látok, konkrétne oleja a benzínu ako reakcie na vzniknutú udalosť. Kvalita sorpčného prostriedku bola stanovená podľa štandardu ASTM F716-18. Parameter hodnotiaci kvalitu sypkých sorbentov je sorpčná kapacita. Sledovali sa sypké sorbenty na prírodnej báze (rašelina) a syntetické na báze silikátov a na báze polypropylénu. Výskum sa realizoval na sorbátoch voda, olej, benzín, etanol. Výsledky poukazujú na rôznorodosť sorpčnej kapacity pri porovnávaní sorpčných materiálov na prírodnej báze, na báze silikátov a na báze polypropylénu. Najvyššie hodnoty sorpčnej kapacity boli dosiahnuté vzorkou S4, ktorá je na báze 66 % oxidu kremičitého a 18 % oxidu hlinitého.

**Kľúčové slová:** sypké sorbenty, riziko, únik nebezpečnej látky, krízový manažment, bezpečnosť obyvateľov, kvalita života.

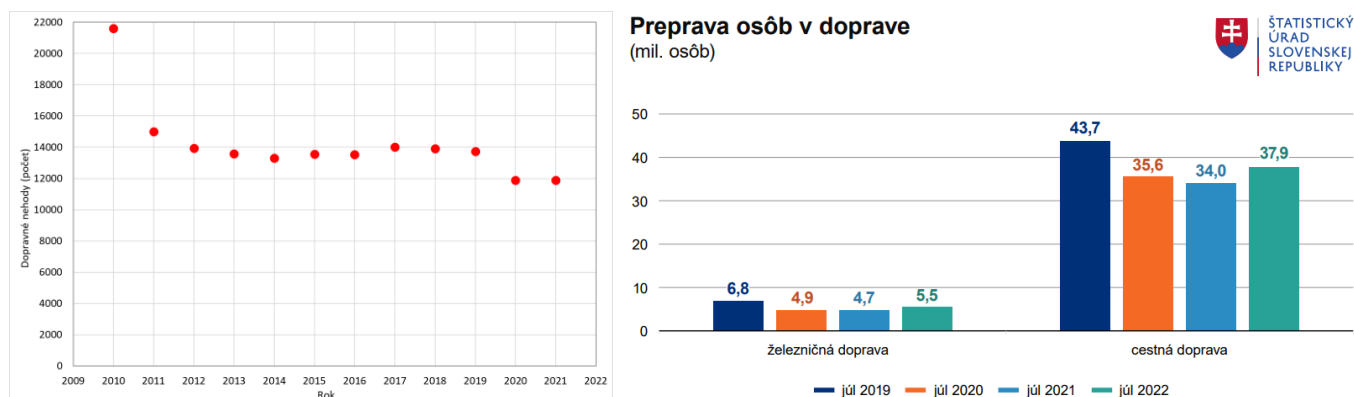
## Úvod

Sorbenty ako látky prvotného zásahu pri dopravných nehodách, ale aj priemyselných a ekologických haváriách sú neoddeliteľnou pomôckou pri riešení krízových situácií pri úniku nebezpečnej látky do prostredia. Dopravné nehody sú často sprevádzané únikom nebezpečných látok do prostredia. Aby bolo možné znížiť negatívny dopad je nutná správna reakcia na unikajúce látky s použitím vhodných sorbentov. Súčasťou uvedeného procesu je rýchle, efektívne a bezpečné zachytávanie unikajúcich nebezpečných látok či už v priemyselnom areáli alebo pri dopravných nehodách<sup>1-3</sup>. Pre daný účel sa používajú sorpčné prostriedky. V súčasnosti sa využívajú materiály zo sekundárneho spracovania<sup>4</sup>. Väčšina nehôd zahŕňajúcich nekontrolované reakcie je spojená so zlyhaním kontrol a bezpečnostných opatrení alebo s ľudskou chybou<sup>5</sup>. V priebehu rokov sa pozornosť presunula od vysvetľovania, ako k nehode došlo, cez navrhovanie a implementáciu ochranných opatrení, smerom k prevencii pomocou inherentných bezpečnejších prvkov a prehodnocovaniu procesov, riešeniu otázok bezpečnosti, zdravia a ochrany životného prostredia<sup>6-9</sup>.

Existujúce štúdie sa zaoberali predovšetkým negatívnymi dôsledkami pre život, v druhom rade zdravím obyvateľstva. Kľúčová pozornosť bola zameraná na hodnotenie priameho rizika pre obyvateľstvo v dôsledku veľkých nehôd (požiarov, výbuchov, únikov toxických látok). Menej pozornosti sa venovalo kvantitatívnemu hodnoteniu rizika následkov veľkých havárií na životné prostredie<sup>10-14</sup>. Avšak v súčasnosti sa vykonáva stále viac štúdií s cieľom posúdiť riziká a určiť ich negatívne dôsledky pre ľudí, s kvantitatívnym hodnotením vzniknutých dôsledkov<sup>15,16</sup>. S narastajúcim počtom vozidiel na cestách narastá aj počet nehôd (Tab.1, Obr.1). Počas posledného desaťročia nedochádza k zmene infraštruktúry ciest na Slovensku a dĺžka komunikácií sa nemenní, okrem dĺžky miestnych komunikácií ako vidieť v tabuľke 1.<sup>17</sup>

Jozef KUBÁS, Iveta MARKOVÁ, Jozef RISTVEJ, Katarína BUGANOVÁ: Hodnotenie sorpčnej kapacity sypkých sorbentov na zníženie negatívneho dopadu unikajúcich kvapalných nebezpečných látok do životného prostredia v dôsledku dopravných nehôd.

Na druhej strane, počet prechádzajúcich vozidiel narastá (Tab.2.)<sup>17</sup>, čomu zodpovedá aj zvýšené riziko vzniku dopravných nehôd. Uvedená hypotéza nie je v rámci údajov spracovaných Štatistickým úradom Slovenskej republiky potvrdená (viď. Obr.1a), pretože počet dopravných nehôd sa v roku 2020 výrazne znížil „Lock downom“ v dôsledku pandémie. Ale v roku 2022, preprava osob opäť narastá (obrázok 1b), aj počet vozidiel na cestách (tabuľka 2).



**Obrázok 1: (a) Počet dopravných nehôd v SR za roky 2010 – 2021 (zdroj<sup>17</sup>); (b) Preprava osob v doprave v priebehu rokov 2019 až 2022 (Zdroj: <sup>18</sup>).**

Súčasťou dopravy sú aj dopravné nehody, v dôsledku narastajúceho transportu súvisiaceho s presunom predaja do online priestoru<sup>19,20</sup> a majú narastajúcu tendenciu <sup>21</sup>.

Pri dopravných nehodách unikajú kvapalné látky z vozidiel, ako sú palivá a oleje (ropné produkty), ktoré majú negatívny vplyv na životné prostredie a zvyšujú jeho ekologické zaťaženie<sup>22</sup> tak riziko vzniku požiaru<sup>23</sup>. Jednou z možností zachytenia a zamedzenia uniknutých nebezpečných látok v prípade dopravnej nehody je aplikácia vhodných sorpčných materiálov <sup>18,22,23</sup>.



Jozef KUBÁS, Iveta MARKOVÁ, Jozef RISTVEJ, Katarína BUGANOVÁ: Hodnotenie sorpčnej kapacity sypkých sorbentov na zníženie negatívneho dopadu unikajúcich kvapalných nebezpečných látok do životného prostredia v dôsledku dopravných nehôd.

**Tabuľka 1: Infraštruktúra ciest v SR zo štatistického programu DATAcube, zo dňa 30.6.2022, Cestná doprava - infraštruktúra, motorové vozidlá, nehody [do1012rs]<sup>17</sup>.**

| <b>Infraštruktúra ciest [km]</b>         | <b>2010</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>2016</b> | <b>2017</b> | <b>2018</b> | <b>2019</b> | <b>2020</b> | <b>2021</b> |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| dĺžka diaľnic                            | 415,695     | 419,207     | 419,207     | 419,807     | 419,706     | 463,107     | 463,207     | 482,273     | 482,305     | 495,268     | 521,227     | 544,558     |
| dĺžka ciest I. triedy a rýchlostné cesty | 3 507,04    | 3 545,54    | 3 545,98    | 3 538,36    | 3 545,07    | 3 566,36    | 3 580,16    | 3 593,34    | 3 594,33    | 3 603,87    | 3 633,76    | 3 643,00    |
| dĺžka ciest II. triedy                   | 3 643,23    | 3 639,04    | 3 636,65    | 3 617,05    | 3 616,02    | 3 615,68    | 3 610,57    | 3 610,05    | 3 610,49    | 3 631,32    | 3 631,80    | 3 623,55    |
| dĺžka ciest III. triedy                  | 10 408,32   | 10 411,40   | 10 414,72   | 10 378,66   | 10 368,52   | 10 360,34   | 10 363,43   | 10 357,22   | 10 358,04   | 10 340,46   | 10 343,19   | 10 340,93   |
| dĺžka miestnych komunikácií              | 25 350,90   | 25 350,90   | 36 852,00   | 36 852,00   | 36 852,00   | 38 894,50   | 38 894,50   | 38 894,50   | 39 670,50   | 39 670,50   | 39 670,50   | 39 670,54   |

**Tabuľka 2: Počet motorových vozidiel na cestách SR počas rokov 2010 až 2021, zo štatistického programu DATAcube, zo dňa 30.6.2022, Cestná doprava - infraštruktúra, motorové vozidlá, nehody [do1012rs]<sup>17</sup>.**

| <b>Motorové vozidlá [počet]</b>     | <b>2010</b> | <b>2011</b> | <b>2012</b> | <b>2013</b> | <b>2014</b> | <b>2015</b> | <b>2016</b> | <b>2017</b> | <b>2018</b> | <b>2019</b> | <b>2020</b> | <b>2021</b>  |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| osobné                              | 1 669 065   | 1 749 271   | 1 824 190   | 1 879 759   | 1 949 055   | 2 034 574   | 2 121 774   | 2 223 117   | 2 321 608   | 2 393 577   | 2 439 986   | 2 493 183,00 |
| nákladné                            | 252 866     | 256 869     | 259 839     | 261 840     | 265 424     | 272 955     | 278 274     | 285 645     | 293 907     | 296 952     | 298 654     | 305 038,00   |
| špeciálne                           | 20 462      | 21 953      | 24 170      | 26 596      | 27 694      | 29 500      | 30 678      | 32 382      | 34 156      | 35 534      | 36 586      | 37 901,00    |
| ťaháče                              | 23 183      | 24 942      | 26 139      | 27 561      | 28 429      | 29 928      | 31 016      | 31 090      | 30 769      | 29 416      | 28 052      | 28 120,00    |
| autobusy                            | 9 350       | 9 074       | 8 957       | 8 821       | 8 876       | 8 939       | 8 804       | 8 937       | 9 066       | 8 974       | 7 874       | 8 105,00     |
| traktory                            | 46 092      | 46 846      | 47 645      | 54 690      | 63 125      | 65 917      | 64 854      | 66 362      | 66 657      | 60 494      | 59 634      | 62 132,00    |
| motocykle (bez malých)              | 59 563      | 63 859      | 68 063      | 74 101      | 80 791      | 88 652      | 95 267      | 102 810     | 110 141     | 117 104     | 123 853     | 131 316,00   |
| prívěsy a návěsy (vr. autobusových) | 226 333     | 234 502     | 241 823     | 251 217     | 262 781     | 272 892     | 277 740     | 286 071     | 295 227     | 301 408     | 310 806     | 324 658,00   |
| ostatné                             | 32 444      | 34 915      | 37 150      | 38 354      | 39 363      | 40 452      | 40 600      | 41 234      | 41 910      | 42 832      | 44 349      | 45 565,00    |

## Sorpčia a sorpčné materiály

Sorpčné materiály<sup>24</sup> sa vyznačujú schopnosťou veľmi rýchlo a účinne sorbovať organické a anorganické látky, ako sú kyseliny, zásady, ropné látky a látky znečisťujúce vodu. Sú vhodné a účinné pri priemyselných ekologických havariách a dopravných nehodách na zachytávanie uniknutých ropných alebo chemických látok vo vode alebo na pevnom povrchu. Proces sorpcie, pri ktorom je jedna látka viazaná inou látkou sa realizuje procesom absorpcie alebo adsorpcie.

Adsorpcia je schopnosť viazať plynú, alebo kvapalnú látku povrchovou vrstvou inej pevnej látky. Ide o fyzikálny dej prebiehajúci na fázovom rozhraní kvapalina – tuhá fáza alebo plyn – tuhá fáza, pri ktorom sa na povrchu tuhej fázy adsorbentu koncentruje jedna alebo viac zložiek kvapalnej alebo plynnej fázy.

Absorpcia je fyzikálno-chemický proces rozpúšťania, resp. pohlcovania plynnej látky v kvapaline alebo pevnej látke, tzv. absorbente. Absorpcia môže prebiehať ako vratný alebo nevratný proces; pričom vratná absorpcia je proces, pri ktorom je plyn alebo kvapalina v absorbente viazaný len slabými fyzikálnymi väzbami a nedochádza ku chemickej reakcii s absorbentom a nevratná absorpcia je proces, pri ktorom dochádza ku chemickej reakcii s absorbentom.

Vyjadrenie množstva absorbovanej látky na povrchu sorbentu uvádza parameter sorpčná kapacita. Štandardná testovacia metóda sorbentov pre skúšku absorpcie (ASTM F716-18)<sup>24</sup> udávaná sorpčnú kapacitu v %. Daný údaj sa líši od „dynamickej sorpčnej kapacity“, ktorá sa udáva vo váhových jednotkách, čiže koľko váhových (hmotnostných) jednotiek danej škodliviny je sorbent schopný zachytiť, prípadne zneškodniť, pokiaľ sa jeho sorpčná kapacita vyčerpá (udávaná v g/g).

Sorbenty sú tuhé látky používané pri separácii zložiek z tekutých zmesí (kvapalín a plynov). Delia sa podľa chemického zloženia, štruktúry (sypké, textilné), pôvodu (prírodné, syntetické), schopnosti sorpcie polárnych alebo nepolárnych zlúčenín a chemikálií. Prírodné adsorbenty (drevené piliny, rašelina, piesok, prášková síra, uhoľný prach a iné.) majú nižšiu absorpčnú schopnosť v porovnaní so syntetickými.<sup>19</sup>

Syntetické sorbenty sú vyrábané pre zachytávanie uhľovodíkového znečistenia. Najväčšiu skupinu tvoria tzv. napučané perlity, známe pod názvom expandované perlity. Vzniknutý materiál má schopnosť nasávať kvapalinu do svojich pórov. Zachycovanie nebezpečnej látky, vo väčšine prípadoch ide o olejové znečistenie, sa uplatňuje niekoľkými dejmi, ktoré prebiehajú súčasne. Tieto deje sa nedajú posudzovať oddelene. Ide o nasiaknutie do pórov v zrnách materiálu a o nasiaknutie do pórov medzi zrnami. Najúčinné zachytávanie je adsorpčné, pretože je dané pevnejšou väzbou medzi molekulami zadržovanej a zadržujúcej látky. Pri predpoklade, že adsorpcia nepresiahne vrstvu niekoľkých molekúl, prípadne že sa uskutočňuje len v jedno molekulárnej vrstve, môže byť zachytené na povrchu pevnej látky len limitované množstvo kvapaliny. Množstvo kvapaliny sa dá stupňovať zväčšovaním povrchu pevných častíc, čo sa deje iba obmedzene. Vplyvom kapilárnych síl nastáva nasiaknutie do pórov zrn. Tento proces plynulo nadväzuje na kapilárnu kondenzáciu, ktorá je vlastne javom medzi adsorpciou a nasiakavosťou. Zásadný rozdiel je v tom, že kapilárna kondenzácia zaplňuje hlboké póry od najužšieho profilu, to znamená, že ich naplňuje často odzadu. Nasiakavosťou do pórov dochádza z vonku a stupeň je daný možnosťou odvetrávania. Nasiaknutie do pórov medzi zrnami je v prvom rade zachytenie do sypkej hmoty<sup>26</sup>. Zrná nie sú rozptýlené, len sa medzi sebou dotýkajú. Kvapalina vniká najprv do medzier medzi zrnami a po omočení stien zrn je kapilárnymi silami vŕahovaná do priestoru medzi zrnami, proces pokračuje zmáčaním stien pórov vo vnútri jednotlivých zrn a vsakovaním kvapaliny do týchto pórov<sup>27</sup>. Pri hodnotení ich vlastností sa kladie dôraz na „sorpčnú schopnosť“, kde ide o mieru (schopnosť) látky nasať alebo vstrebať ropný produkt, alebo inú nežiadúcu látku. Kvalita sorpčného materiálu sa hodnotí prostredníctvom sorpčnej kapacity<sup>26</sup>.

Cieľom článku je prezentácia sypkých sorbentov používaných pri úniku nebezpečných látok, popis a aplikácia sorpčných prostriedkov pre rýchle a účinne zachytenie uniknutých látok, konkrétne vody, liehu, oleja a benzínu, za účelom stanovenia sorpčnej kapacity vybraných sypkých sorpčných materiálov.

## Experimentálna časť

### Experimentálne vzorky – sypké sorbenty

Sypké sorbenty sú látky v tuhom skupenstve rôzneho chemického zloženia. Sú upravené tak, aby mali čo najväčší povrch, vhodný najmä na odstraňovanie tenkých vrstiev kvapalín na veľkej ploche. Ich nevýhodou je prašnosť. Pri ich používaní dochádza k zaneseniu (zaprášeniu) prostredia. Na druhej strane majú dlhodobé skladovacie limity, sú skladované v baloch. Pre účely experimentu boli použité štyri vzorky, ktoré sa bežne v praxi používajú. Ide o 1 prírodný sorbent (rašelina) a 3 syntetické s rôznym chemickým zložením ich charakteristika je zobrazená v tabuľke 1.

**Tabuľka 1: Charakteristika testovaných vzoriek sypkých sorpčných materiálov<sup>28-31</sup>**

| Sledované parametre                             | Sypký sorbent             |                  |  |   |
|---|---------------------------|------------------|--|---|
|   | S1                        | S2               | S3   | S4  |
| Veľkosť častíc (mm)                             | 0,12 – 2,0                | nejednotná       | 0,8 – 2,0  | 0,8 – 2,0   |
| Chemické zloženie                               | 100% polyuretán           | Prírodný polymér | 85% SiO <sub>2</sub><br>6% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>3% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>6% Iné | min. 66% SiO <sub>2</sub> max.<br>18% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>max. 3% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>max. 5% CaO + MgO<br>max. 8% Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O |
| Popis   | prášok svetlohnedej farby | Hnedá farba      | Hnedo-červenej farby   | šedo-bielej farby   |
| Hmotnosť balenia                                | 3 kg                      | 6 kg             | 10 kg  | 125 l   |
| Sorpčná kapacita daná výrobcami na predajný bal | 9                         | 27               | 13   | 18  |

Vzorka S1 je vyrobená zo stopercentne recyklovaného rozdrveného polyuretánu<sup>28</sup> a ide o novovyvíjaný produkt (obrázok 1 a). Sorbent je produktom z druhotných surovín. Vzorka S2 (obrázok 1b) je hydrofóbny prírodný improvizovaný sorbent rašelina. Štruktúra je sypká avšak vyskytujú sa v nej časti drevín. Patrí medzi hydrofóbny, prírodný, improvizovaný sorbent. Je biologicky odbúrateľná a urýchľuje biodegradáciu sorbátu. Dobre viaže látky na báze uhlíkovodíkov<sup>29</sup>. Vzorka S3 (obrázok 1 c) je minerálny produkt. Je nehorľavý a má nízku prašnosť<sup>30</sup>. Vzorka S4 (obrázok 1 d) je nehorľavý, bez nebezpečného tepelného rozkladu, dokáže plávať na hladine vody vďaka hydrofóbnemu povlaku na povrchu. Jeho účinnosť znižuje pôsobenie solí alebo zriedených kyselín (tabuľka 1). Pri manipulácii môže dôjsť k vytvoreniu polietavého prachu, dobre sorbuje látky aj pri vyššej teplote<sup>31</sup>. Vzorky S3 a S4 patria do spoločnej skupiny materiálov nazývaných perlit.



a) S1



b) S2



c) S3



d) S4

**Obrázok 1: Ukážka testovaných vzoriek**

Jozef KUBÁS, Iveta MARKOVÁ, Jozef RISTVEJ, Katarína BUGANOVÁ: Hodnotenie sorpčnej kapacity sypkých sorbentov na zníženie negatívneho dopadu unikajúcich kvapalných nebezpečných látok do životného prostredia v dôsledku dopravných nehôd.

### Absorbovaný materiál (absorbát) – vzorky polárnych a nepolárnych kvapalín

Výskum sorpčných prostriedkov je realizovaný podľa platných štandardov. Substrát (absorbát), na ktorom sa realizuje aplikácia sorbentu a sleduje sorpčná kapacita podľa štandardov, je olej. Experimentálny výskum je súčasťou riešenia projektu zameraného na hodnotenie rizika dopravnej nehody. Ako absorbát bol zvolený olej, voda, benzín a etanol. Výber uvedených vzoriek bol cielený. Olej je súčasťou testovacích štandardov,<sup>25,26,32</sup> benzín je u nás najčastejšie prepravovaná nebezpečná látka<sup>33</sup>, voda a etanol (lieh) boli zvolené ako polárne kvapaliny, bežne v spoločnosti používané (tabuľka 2). Benzín a voda sú ľahkovyparovateľné kvapaliny, napriek uvedenej skutočnosti boli pre výskumné účely použité.

**Tabuľka 2: Charakteristika kvapalín vybraných ako absorbáty pre sorpciu<sup>34-36</sup>**

| Sledované parametre                           | Vzorka absorbátu     |                |                     |                            |
|---|----------------------|----------------|---------------------|----------------------------|
|   | Motorový olej 10W 40 | Benzín         | Voda                | Etanol                     |
| Hustota (g.cm <sup>-3</sup> )                 | 0,975 pri 15°C       | 0,750 pri 15°C | 1,000               | 1,040                      |
| Bod vzplanutia (°C)                           | >80                  | -25            | Nehorľavá kvapalina | 14 °C - uzatvorený kelímok |
| Medze výbušnosti                              | X                    | 0,6-8 vol %    |                     | 3,3-19                     |
| Viskozita (mm <sup>2</sup> .s <sup>-1</sup> ) | 4 pri 40°C           | < 1 pri 37,8°C | 0,896 pri 25°       | X                          |
| Polarita kvapaliny                            | nepolárne            |                | polárne             |                            |

X-dáta neuvedené

Všetky experimenty boli realizované za rovnakých atmosférických podmienok. Všetky substráty boli použité pre testovanie sorpcie sledovaných adsorpčných sypkých materiálov a realizovali sa duplicitne.

### Metodický postup

Proces absorpcie sypkých sorbentov bol sledovaný normatívnym postupom ASTM F716 – 18.<sup>25</sup>

Pri výskume účinnosti sorbentov zohráva dôležitú úlohu čas. Čas sorpcie pre kvapalinu predstavuje časový úsek potrebný na to, aby sa vzorka sorpčného materiálu celkom namočila kvapalným médium, to znamená, aby kvapalina prenikla do vnútornej štruktúry sorbentu za stanovených podmienok.

Pred začatím pokusu boli vzorky S1, S2, S3 a S4 kondicionované pri teplote 23 ± 4°C. Štandardná testovacia metóda sorbentov pre skúšku absorpcie pri únikoch chemikálií a ľahkých uhľovodíkov ASTM F716-18<sup>25</sup> sleduje schopnosť absorpcie sypkého sorbentu absorbovať tekutinu v nádobe počas dvoch hodín (obrázok 2 a) a následne 24 hodín.

Príprava vzorky sorbentu: Do odmerného valca s objemom 10 ml bol nasýpaný sypký sorpčný materiál tak, aby dosahoval hladinu 2 ml a získal sa objem 2 ml sorbentu. Uvedené 2 ml sorbentu boli zvážené ( $m_n$ ). Následne 2 ml vzorky S1 až S4 boli presýpané do odmerného valca s objemom 100 ml.

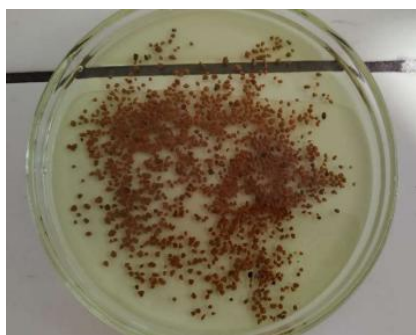
Príprava sorbátu (absorbovanej kvapaliny): odvážených 50 ml motorového oleja 10W 40, benzínu E 95, vody a denaturovaného liehu.

Postup: Naleje sa 50 ml substrátu do 100 ml odmerného valca naplneného 2 ml sorbentu. Po pár minútach sa sklennou tyčinkou premieša sorbent s kvapalinou a sleduje sa schopnosť absorpcie daného sorbentu. Po dvoch hodinách by mal sorbent absorbovať všetku tekutinu v nádobe. Počas experimentu došlo k plávaniu sypkého sorbentu (obrázok 2 b) nad hladinou kvapaliny (čo sa stáva, ak má absorbovaná látka - kvapalina väčšiu hustotu ako sypký sorbent). V uvedenom prípade, sypký sorbent bol zaťažený ťažtkom kolmo na dno nádoby. Po dvoch hodinách nedošlo k absorbovaniu celého objemu tekutiny. Bola odčítaná hodnota hladiny zmáčaného sorbentu z risky odmerného valca.

Patronom tohoto čísla je konferencia PŘEDCHÁZENÍ VZNIKU ODPADŮ (19. 9. 2023, Praha)

Jozef KUBÁS, Iveta MARKOVÁ, Jozef RISTVEJ, Katarína BUGANOVÁ: Hodnotenie sorpčnej kapacity sybkých sorbentov na zníženie negatívneho dopadu unikajúcich kvapalných nebezpečných látok do životného prostredia v dôsledku dopravných nehôd.

Sorbent počas dvoch hodín nedosiahol svoju maximálnu sorpčnú schopnosť. V danom prípade, štandardný postup uvádza pokračovať v experimente po dobu 24 h. Následne sa zmáčaný sybký sorbent prefiltraval cez filtračný papier a zvážil ( $m_a$ ) a odmeralo sa množstvo prefiltrovanej neabsorbovanej látky. Zmeralo sa pH výluhu neabsorbovanej kvapaliny (vody a liehu).



(a)



(b)

**Obrázok 2: (a) Ukážka experimentu na vzorke S3 v oleji (pohľad zhora); (b) Sledovanie zmáčania vzorky S1 vo vode (pohľad z boku)**

Výpočet sorpčnej kapacity bol podľa vzorca (1):

$$A = \frac{m_a - m_n}{m_n} \quad (1)$$

kde  $A$  je absorpčná kapacita,  $m_a$  hmotnosť absorbovanej látky (zmáčaného sorbentu) (g),  $m_n$  hmotnosť neabsorbovanej látky (hmotnosť suchého sorbentu) (g).

Pri meraniach sa uplatňovali postupy prelievania, preto bolo potrebné počítať s hmotnostnými stratami danej látky. Pre daný účel boli pred filtráciou odvážené hmotnosti suchého filtračného papiera a následne hmotnosti zmáčaného filtračného papiera a taktiež hmotnosť suchých nádob a hmotnosť mokrych nádob, z ktorých boli látky prelievané. Súčet všetkých hmotnostných strát látky sú zahrnuté v zostatkoch skúmaných kvapalín.

## Výsledky a diskusia

### Výsledky hodnotenia sybkých sorbentov podľa ASTM F716-18<sup>25</sup> na sorbate voda

Ako prvý sorbovaný materiál bola použitá voda. Sorbenty, ktoré mali na prvý pohľad hydrofóbne správanie, čiže sa držali na vodnej hladine (Obr.2b), museli byť zaťažené (prikryté ťažtkom na dno nádoy). Prvé merania, ktoré trvali 2 hodiny, vzorky zaťažené neboli. Druhé merania mali čas sorpcie 24 hodín a vzorky boli zaťažené ťažtkom kolmo na hladinu vody.

S1 na báze polyuretánu, má výrazne odlišné správanie v prípade zaťaženej a nezaťaženej vzorky. Počas času sorpcie 2 h, kde sorbent bol na vodnej hladine (obr. 2b) prijal 0,5 g vody, čo predstavuje 1 násobné zväčšenie objemu (Tab.3). 24 hodín zaťažená S1 vzorka o hmotnosti 0,5 g prijala 14 g vody, čo predstavuje 28 násobné zväčšenie suchej hmotnosti objemu sorbentu. Ukážková hydrofóbnosť bola dokázaná na vzorke S4, kde hodnota  $A=0$ . Uvedený charakter pretrváva u vzorky S3. Zaujímavé správanie mala vzorka prírodného pôvodu S2, ktorá za 24 hodín na 0,5 g S2 suchého stavu prijala 9,5 g vody, teda absorpčná kapacita je 19. Nezaťažená vzorka S2, za 2 hodiny, absorbovala 3 g vody, čo predstavuje 6 násobné zväčšenie suchej hmotnosti po sorpcii, najviac v porovnaní s ostatnými vzorkami. Celkovo je možné konštatovať, že skúmané vzorky sú hydrofóbne, čo je v zhode s ich technickou dokumentáciou<sup>28-31</sup>.

Jozef KUBÁS, Iveta MARKOVÁ, Jozef RISTVEJ, Katarína BUGANOVÁ: Hodnotenie sorpčnej kapacity syvkých sorbentov na zníženie negatívneho dopadu unikajúcich kvapalných nebezpečných látok do životného prostredia v dôsledku dopravných nehôd.

**Tabuľka 3: Sorpčná kapacita syvkých sorbentov, podľa ASTM F716-18<sup>25</sup> na substráte: voda.**

| Voda   | Čas sorpcie (h) |           |                |           |           |                 |
|--------|-----------------|-----------|----------------|-----------|-----------|-----------------|
|        | 2               |           |                | 24        |           |                 |
| Vzorky | $m_n$ (g)       | $m_a$ (g) | $A_{2h}$ (g/g) | $m_n$ (g) | $m_a$ (g) | $A_{24h}$ (g/g) |
| S1     | 0,5             | 0,5       | 1              | 0,5       | 14        | 28              |
| S2     | 0,5             | 3         | 6              | 0,5       | 9,5       | 18              |
| S3     | 0,5             | 1         | 2              | 0,5       | 2         | 4               |
| S4     | 0,5             | 0,5       | 0              | 0,5       | 0,5       | 0               |

### Výsledky hodnotenia syvkých sorbentov podľa ASTM F716-18<sup>25</sup> na sorbáte olej

V prípade sorbátu olej má najlepšiu sorpčnú kapacitu vzorka S4 a najmenšiu vzorka S3, ktorá na 0,5 g svojej suchej hmotnosti v prijala 4,87 ml oleja, čo predstavuje priemernú adsorpčnú kapacitu 9,5.. Zaujímavé zistenie je v čase sorpcie. Hodnoty sorpčnej kapacity sa pri porovnaní času sorpcie výrazne nezmenili (tabuľka 4)

**Tabuľka 4: Sorpčná kapacita syvkých sorbentov, podľa ASTM F716-18, na substráte: olej**

| Motorový olej 10W 40 | Čas sorpcie (h) |           |            |                |           |           |            |                 |
|----------------------|-----------------|-----------|------------|----------------|-----------|-----------|------------|-----------------|
|                      | 2               |           |            |                | 24        |           |            |                 |
| Vzorky               | $m_n$ (g)       | $m_a$ (g) | $V_a$ (ml) | $A_{2h}$ (g/g) | $m_n$ (g) | $m_a$ (g) | $V_a$ (ml) | $A_{24h}$ (g/g) |
| S1                   | 0,5             | 6,40      | 6,56       | 12,8           | 0,5       | 6,44      | 0,975      | 12,88           |
| S2                   | 0,5             | 6,76      | 6,93       | 13,52          | 0,5       | 9,5       | 9,74       | 19              |
| S3                   | 0,5             | 4,75      | 4,87       | 9,5            | 0,5       | 5,73      | 5,87       | 11,46           |
| S4                   | 0,5             | 10,99     | 11,27      | 21,98          | 0,5       | 11,97     | 12,27      | 23,94           |

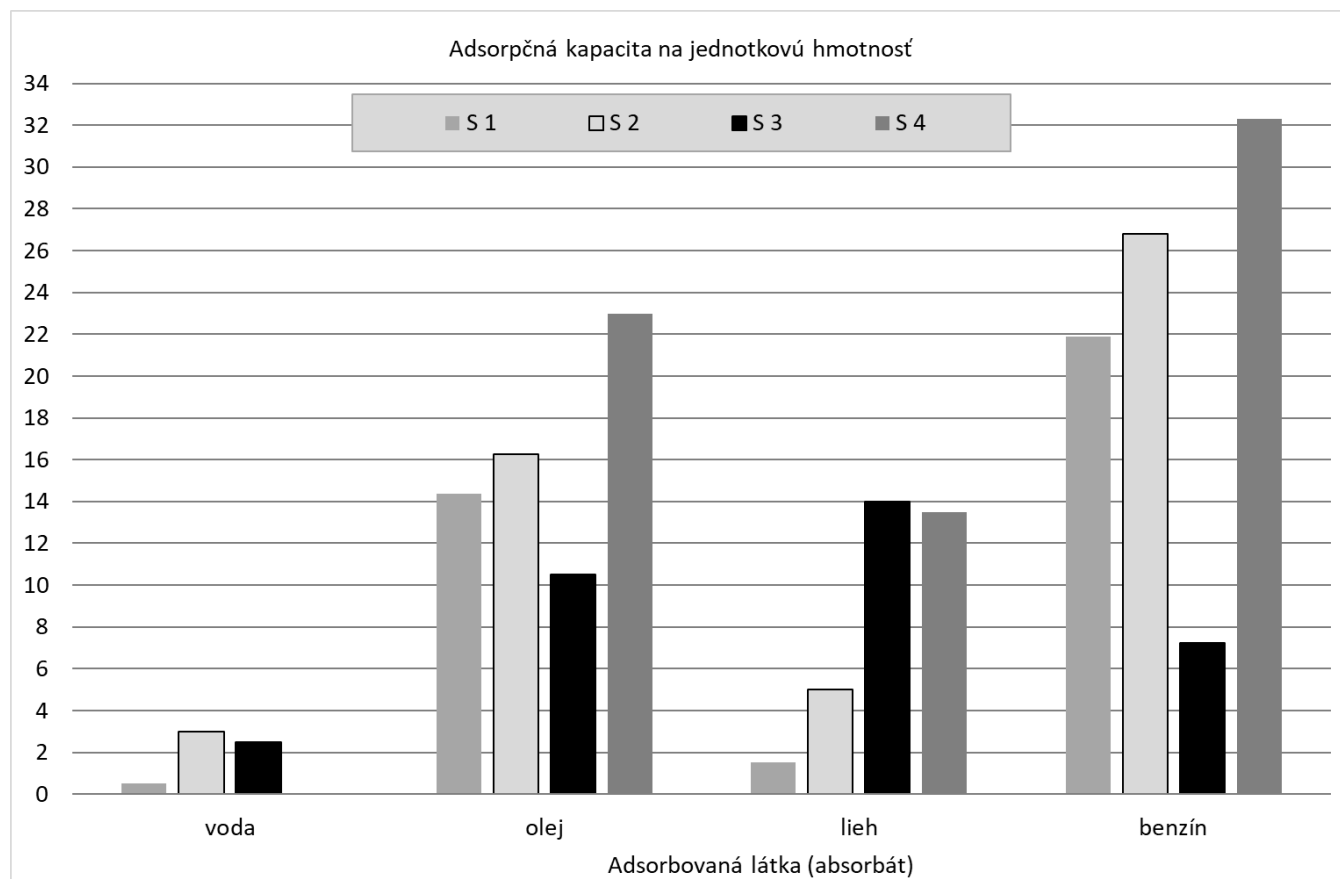
Navyššie hodnoty sorpčnej kapacity boli dosiahnuté vzorkou S4, ktorá je na báze 66 % oxidu kremičitého a 18 % oxidu hlinitého. Uvedený pomer sa javí ako dôležitý, keďže vzorka S3 obsahuje o 20% oxidu kremičitého viac a 9 % menej oxidu hlinitého ako vzorky S3 a hodnoty A sú výrazne nižšie (obrázok 3). Na druhej strane, pri hodnotení A sorpcii oleja, boli získané hodnoty porovnateľné s výrobcom, v prípade vzoriek S1 a S4 boli experimentálne hodnoty vyššie než uvádza výrobca (tabuľka 3 a tabuľka 5).

**Tabuľka 5: Vzájomné porovnanie adsorpčnej kapacity  $A_{2h}$  vybraných syvkých sorbentov pre sorbciu olejov, ktoré sú experimentálne stanovené a získané z údajov technickej dokumentácie výrobcu.**

| Výsledky sorpčnej kapacity $A_{2h}$ pre olej | Vzorky |       |     |       |
|--|--------|-------|-----|-------|
|  | S1     | S2    | S3  | S4    |
| Experimentálne (čas sorpcie=2 h)             | 12,8   | 13,52 | 9,5 | 21,98 |
| dané výrobcom <sup>28-31</sup>               | 9      | 27    | 13  | 18    |

Získané hodnoty A v prípade sorbovanej látky vody sú nízke v porovnaní s inými sorbátmi (obrázok 3). Uvedené hodnoty nie je možné porovnať s hodnotami, ktoré prezentujú technické listy uvedených výrobkov v tabuľke 1.

Jozef KUBÁS, Iveta MARKOVÁ, Jozef RISTVEJ, Katarína BUGANOVÁ: Hodnotenie sorpčnej kapacity sypkých sorbentov na zníženie negatívneho dopadu unikajúcich kvapalných nebezpečných látok do životného prostredia v dôsledku dopravných nehôd.



**Obrázok 3. Porovnanie Adsorpčnej kapacity  $A_{2h}$  sypkých sorbentov na jednotkovú hmotnosť podľa ASTM F716 – 18<sup>25</sup> po 2 hod.**

Dôvod, prečo sa sorbentu S2 (prírodný materiál) darilo lepšie vo vode, sorbentu S3 v etanole a sorbentu S4 v iných médiách (olej a benzín) je potrebné hľadať v podstate procesu sorpcie. Sorpcia je definovaná ako adhézia chemického druhu na povrchu častíc kvapalín<sup>38</sup> (Mikulčák, J. a kol. Matematické, fyzikálne a chemické tabuľky. 6 vydanie. Bratislava: SPN, 230 s.). Podľa IUPAC<sup>39</sup> ide o zvýšenie koncentrácie látky na rozhraní pevnej a kvapalnej vrstvy v dôsledku pôsobenia povrchových síl. Na základe platných zákonov fyziky, každá kvapalina vytvára na svojom povrchu vrstvu, ktorej molekuly sú vťahované príťažlivou silou smerom do vnútra kvapaliny. Vťahovanie molekúl kvapaliny na jej povrchu smerom do vnútra spôsobí, že povrch kvapaliny sa správa ako tenká elastická vrstva. Uvedená vrstva je hodnotená parametrom povrchové napätie (tabuľka 6).

**Tabuľka 6. Príklady povrchového napätia kvapalín<sup>39</sup>.**

| Povrchové napätie (mN.m <sup>-1</sup> ) pri 20°C | Absorbovaná kvapalina (sorbát) |               |              |                 |
|--|--------------------------------|---------------|--------------|-----------------|
|  | Voda                           | Lieh (etanol) | Olivový olej | Benzín/petrolej |
| 73   | 22                             | 33            | Neudané/27   |                 |

Údaje povrchového napätia výrazne vplyvajú na spôsob sorpcie. Voda má najvyššiu hodnotu povrchového napätia a najnižšie hodnoty sorpcie. Sledované sypké sorbenty sú hydrofóbne (tabuľka 3). Rozdiely vznikajú v experimente, kde boli sorbenty aplikované 24 h. Najvyššiu hodnotu dosiahla vzorka S1 v dôsledku dôsledného zaťaženia celého povrchu vzorky, čo sa u zvyšku nepodarilo (tabuľka 3). Vzorka S2 prírodná rašelina, kde je predpoklad nasatia vody ako prírodného materiálu bol vysoký. Vzorka S3 sa správa dokonale hydrofóbne, ale ostatné vzorky nasali isté podiely vody v dôsledku

Jozef KUBÁS, Iveta MARKOVÁ, Jozef RISTVEJ, Katarína BUGANOVÁ: Hodnotenie sorpčnej kapacity sypkých sorbentov na zníženie negatívneho dopadu unikajúcich kvapalných nebezpečných látok do životného prostredia v dôsledku dopravných nehôd.

plynulého vystavenia vody v atmosférických podmienkach. S poklesom hodnoty povrchového napätia narastá adsorpčná kapacita.

Podrobná a kvantitatívna analýza adsorpčného výkonu rôznych pevných adsorbentov voči rôznym nebezpečným kvapalinám uniknutým pri dopravných nehodách s dodržanými podmienkami testovania.

Normy používané pre stanovenie sorpčného výkonu (sorption performance) a následne vypočítanej sorpčnej kapacity neuvádzajú hodnoty konkrétnych pevných adsorbentov pre vybrané nebezpečné látky.

Výrobcovia produkujúci sypké sorbenty uvádzajú v kartách bezpečnostných údajov vlastné hodnoty sorpčnej kapacity kvapalín<sup>28-31</sup>, ktoré sa vzťahujú na referenčnú látku motorový olej. Daná skutočnosť je zohľadnená na obr.3. Niektorí výrobcovia uvádzajú hodnoty adsorpčnej kapacity aj pre vodu ako referenčnú látku (tabuľka 5).

Výrobcovia obmedzili aplikáciu adsorpčných sypkých materiálov na základe ich zloženia. Hydrofóbne sú používané na uhľovodíky (oleje, organické palivá, alkoholy) a hydrofilné, ktoré zachytávajú vodu a vodné roztoky.

V roku 2020, Európska chemická agentúra (ECHA) vydáva Usmernenie k zostavovaniu kariet bezpečnostných údajov, kde v 6.3 Metódy a materiál na zabránenie šíreniu a vyčistenie uvádza aplikáciu adsorpčných materiálov ako vhodný spôsob, akým odstrániť uniknutú látku alebo zmes. Daná skutočnosť je doplnená poznámkou o neúplnosti daných informácií<sup>40</sup>.

Ďalší parameter, ktorý hodnotí riziko úniku nebezpečnej látky do prostredia je mobilita v pôde. Mobilita v pôde je potenciál látky alebo zložiek zmesi dostať sa po uvoľnení do životného prostredia, dostať sa vplyvom prírodných síl do podzemných vôd alebo sa vzdialiť od miesta uvoľnenia (článok 12.4 v Karte bezpečnostných údajov<sup>40</sup>). Daný parameter sa len občas uvádza v KBU alebo v technických listoch nebezpečných látok. Uvedený parameter sa zisťuje na základe experimentálnych údajov alebo pravdepodobnostných modelov prostredníctvom rozdeľovacích konštánt ( $K_{ow}$ ).

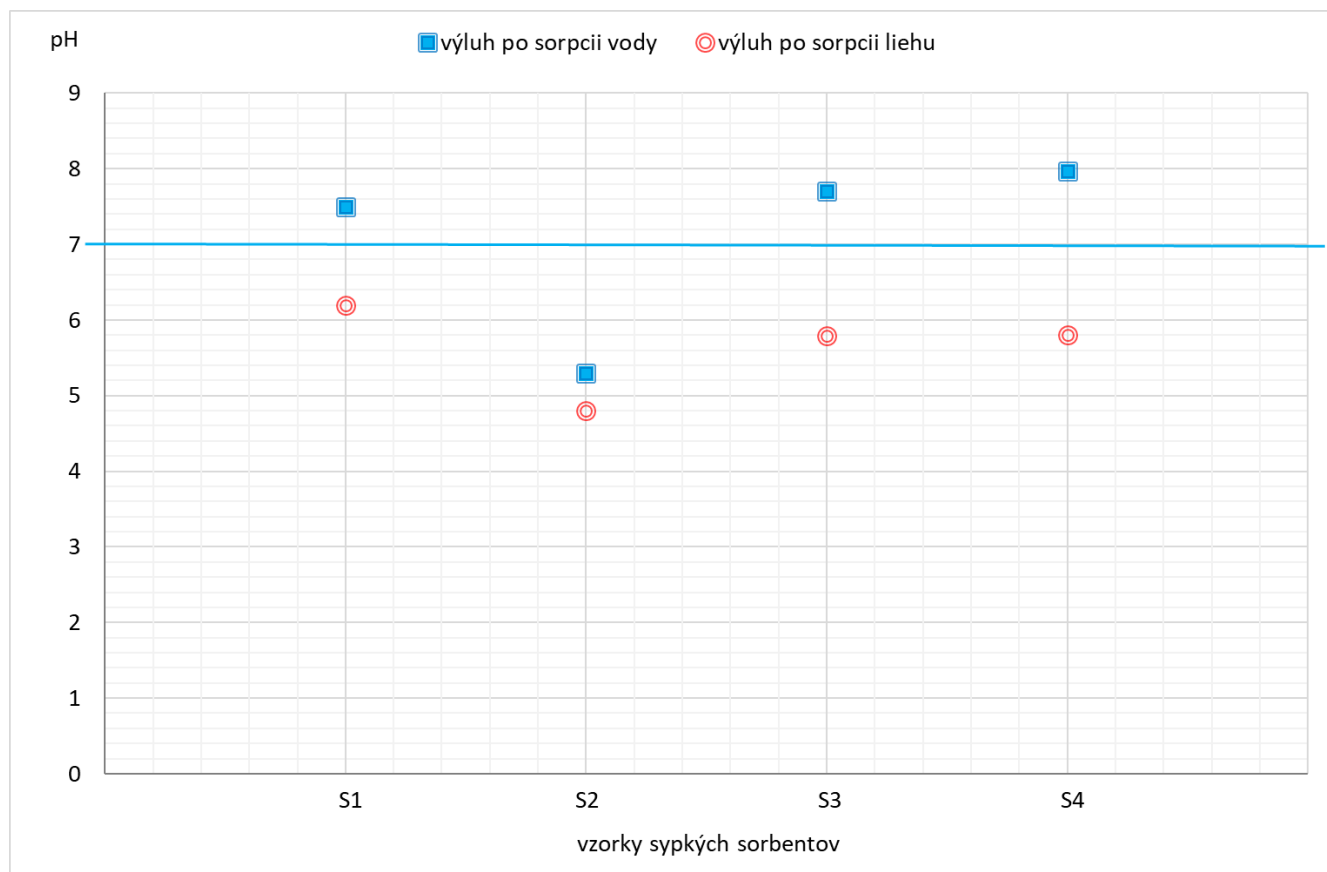
## Výsledky hodnotenia sypkých sorbentov podľa ASTM F716-18<sup>25</sup> na sorbate olej

Ďalším parametrom, ktorý bol podľa ASTM F716 – 18<sup>25</sup> sledovaný, je pH. Uvedený parameter hodnotí kyslosť alebo zásaditosť prostredia. Štandardom pH je voda, ktorej pH = 7 (Obr.4) a vytvára neutrálne prostredie. Aplikáciou sypkých sorbentov sa zachytávajú unikajúce nebezpečné látky a zároveň, uvedená aplikácia by nemala spôsobiť zmenu charakteru prostredia. Samotný výrobca ponúka reaktívne široké rozpätie pH pre vzorky S3 a S4. Ide o sorbenty na rovnakej chemickej podstate (tabuľka 1), líšia sa len percentuálnym pomerom uvedených oxidov.

Experiment spočíval na meraní pH výluhu sorbátu vody a sorbátu liehu, po filtrácii skúmaných vzoriek S1 až S4 cez filtračný papier (obrázok 4).



Jozef KUBÁS, Iveta MARKOVÁ, Jozef RISTVEJ, Katarína BUGANOVÁ: Hodnotenie sorpčnej kapacity sypkých sorbentov na zníženie negatívneho dopadu unikajúcich kvapalných nebezpečných látok do životného prostredia v dôsledku dopravných nehôd.



**Obrázok 4: Porovnanie pH vytvorenej zmesi sypkých sorbentov s vodou a alkoholom. Legenda: červené orámovanie predstavuje interval pH udávaný výrobcom.**

## Záver

Moderná spoločnosť prináša množstvo udalostí, ktoré majú výrazný vplyv na život obyvateľov a životné prostredie. Napredujúci priemysel, automatizácia a zvyšujúca potreba využívania dopravy má aj svoje prípadne negatíva. Medzi tieto negatíva patria aj dopravné nehody, ktoré sú často sprevádzane únikom nebezpečných látok do prostredia. Aby bolo možné znížiť negatívny dopad je nutná správna reakcia na unikajúce látky s použitím vhodných sorbentov. Výber sorbentov býva často náročnejšie ako sa na prvý pohľad môže zdať. Ich výrobcovia síce udávajú pri jednotlivých látkach aj ich vlastnosti, ale počas využitia, môžu vznikajú rôzne odchýlky. Krízový manažment rieši reakciu na prípadnú udalosť ale významnou úlohou je aj pripravenosť. To bol aj zámer článku, kde bola testovaná sorpčná kapacita sypkých sorbentov. Testovanie látok a porovnávanie s dostupnými údajmi prispieva k správnej výberu sorbentov pre zachytenie unikajúcej nebezpečnej látky v prípade vzniku krízového javu.

Úvod experimentov patril vode, kde bola potvrdená testovacia metóda a potvrdená hydrofóbnosť sypkých sorbentov so sorpčnou kapacitou rovnakou ako udáva výrobca. Hodnoty sorpčnej kapacity pre olej sa výrazne líšili v porovnaní s výrobcom. Najvyššie hodnoty sorpčnej kapacity boli dosiahnuté vzorkou S4, ktorá je na báze 66 % oxidu kremičitého a 18 % oxidu hlinitého. Uvedený pomer je dôležitý, pretože vzorka S3 obsahuje 85 % oxidu kremičitého a 6 % oxidu hlinitého a A hodnoty sú výrazne nižšie. Zistené údaje môžu uľahčiť výber sorbentu v procese pripravenosti na krízové javy. Pre zasahujúcej zložky zas umožnia správnejšie zvoliť druh a množstvo sorbentov.

Rozdielny čas sorpcie 2 a 24 hodín neukázal zvýšenú úinnosť sorbentu. Hodnoty sa líšili minimálne.

## Pod'akovanie

Článok bol spracovaný v rámci projektu VEGA 1/0628/22 Výskum bezpečnosti v obciach s ohľadom na kvalitu života obyvateľov, KEGA 043ŽU-4/2022 Implementácia poznatkov zo spoločenských, behaviorálnych a humanitných vedných disciplín doprípravy študentov študijného odboru bezpečnostné vedy a APVV-20-0603 Vývoj nástrojov na posudzovanie rizík pre účely vybraných podnikov a profesií v Slovenskej republike v súlade s požiadavkami EÚ.

## Literatúra

1. Bugánová, K., Šimičková, J., Brutovský, M. (2020). Krízový manažment a jeho uplatnenie v podniku s prvkami industry 4.0. In: Vplyv industry 4.0 na tvorbu pracovných miest 2020 [electronic] = The impact of industry 4.0 on job creation 2020 : zborník vedeckých príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie. Trenčín: Fakulta sociálno-ekonomických vzťahov, - ISBN 978-80-8075-940-7, s. 98 – 105.
2. Marková, I., Tureková, I. Thermal Studying Dry Chemicals as Hygienically Safe Extinguishing Substances. Biomedical Journal of Scientific & Technical Research 12 (2), 9043 – 9045.
3. Luburic, R. (2019). A Model of Crisis Prevention (Based on managing change, quality management and risk management). Journal of Central Banking Theory and Practice, vol. 8, iss. 2, s. 33 – 49.
4. Matel, L.; Kuruc, J. (Department of Nuclear Chemistry, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, 84215 Bratislava (Slovakia)) (eds.); 413 p; ISBN 80-969290-9-2; Worldcat; 2007; p. 59 – 66
5. Sventeková, E., Makovická Osvaldová, L., Dluhoš, I., Malý, S. (2021). Psychická pracovná záťaž ako rizikový faktor pracovného prostredia In: 283 Krízový manažment – vedecko-odborný časopis Fakulty bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline. ISSN 1336 – 0019.
6. Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., and Damasio, A. R. (2005). The Iowa Gambling Task and the somatic marker hypothesis: some questions and answers. Trends Cogn. Sci. 9, s. 159–162. doi: 10.1016/j.tics.2005.02.002
7. Polorecka, M.; Svetlik, J.; Mitrengova, J. (2020) Professional education and preparation for the performance of professional fire services in the field of environmental interventions. In Proceedings of the 14th INTED conference, Valencia, Spain.
8. Casson, G., Lister, D.G., Milazzo, M.F., Maschio, G. (2012). Comparison of criteria for prediction of runaway reactions in the sulphuric acid catalyzed esterification of acetic anhydride and methanol. J. Loss Prev. Process Industries, 25, s. 209 – 217
9. Rademaeker, E. De., Suter, G., Pasman, H.J., Fabiano, B. (2014). A review of the past, present and future of the European loss prevention and safety promotion in the process industries Process Saf. Environ. Prot., 92, s. 280 – 291.
10. Fabiano, B., Currò, F. (2012). From a survey on accidents in the downstream oil industry to the development of a detailed near-miss reporting system Process Saf. Environ. Prot., 90, s. 357 – 367.
11. Bernatík, A. (2022). Hazard and Risk Analysis. Dostupné na: [https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/U3V/cs/materialy/U3V\\_AnalyzaRizik.pdf](https://www.fbi.vsb.cz/export/sites/fbi/U3V/cs/materialy/U3V_AnalyzaRizik.pdf) [ 15.3 2022].
12. Mäkká, K., Kampová, K., Loveček, T., Petřlová, K. (2021). An Environmental Risk Assessment of Filling Stations Using the Principles of Security Management. A Case Study in the Slovak Republic. Sustainability, 13, 12452. <https://doi.org/10.3390/su132212452>.
13. Dvorak, Z. at. All. (2021). Environmental Impact Modeling for Transportation of Hazardous Liquids. Sustainability, 13, 11367. <https://doi.org/10.3390/su132011367>.
14. Vichova, K., Hromada, M., Rehak D. (2017). The use of crisis management information systems in rescue operations of Fire Rescue Service of the Czech Republic. Procedia Eng, 192, s. 947 – 952.
15. Coombs, W.T., Laufer D. (2018). Global crisis management—current research and future directions J. Int. Manag., 24, s. 199 – 203.

Jozef KUBÁS, Iveta MARKOVÁ, Jozef RISTVEJ, Katarína BUGANOVÁ: Hodnotenie sorpčnej kapacity sypkých sorbentov na zníženie negatívneho dopadu unikajúcich kvapalných nebezpečných látok do životného prostredia v dôsledku dopravných nehôd.

16. Makka, K.at. all. (2021). Prevention and mitigation of injuries and damages arising from the activity of subliminal enterprises: A case study in Slovakia. *J. Loss Prev. Process. Ind.*, 70, 104410.
17. Štatistický úrad SR, 2022. Dostupné na internete: [https://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD\\_SK\\_WIN/do1012rs/v\\_do1012rs\\_00\\_00\\_00\\_sk](https://datacube.statistics.sk/#!/view/sk/VBD_SK_WIN/do1012rs/v_do1012rs_00_00_00_sk));
18. Štatistický úrad SR, 2022. Dostupné na internete: [http://datacubenew.statistics.sk/help/DATAcube\\_vyhľadavanie.html/GRAF\\_Preprava\\_osob\\_v\\_doprave\\_jul\\_2022.pdf](http://datacubenew.statistics.sk/help/DATAcube_vyhľadavanie.html/GRAF_Preprava_osob_v_doprave_jul_2022.pdf)
19. Ballay, M., Figuli, L., Zvaková, Z. (2017). Using of Intelligent Transport Systems to Elimination of the Negative Effect on the Transport Security. In: Kravcov, A., Cherepetskaya, E., Pospichal, V. (eds) *Durability of Critical Infrastructure, Monitoring and Testing. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-3247-9\\_28](https://doi.org/10.1007/978-981-10-3247-9_28)
20. Kubás, J., Hollá, K., Repková Štofková, K., Ballay, M., Polorecká, M. (2021). Strategy Management of Telematics Systems in the Transport Sector with Regard to Safety, *Transportation Research Procedia*, 2021, 55, 1498 – 1505, ISSN 2352-1465, <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.07.138>.
21. Štatistický úrad SR, 2022. Štatistika dopravných nehôd. (online). Dostupné na internete: zdroj: [http://statdat.statistics.sk/cognosext/cgi-bin/cognos.cgi?b\\_action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=storeID\(%22iCDD6C4158DE74463A1ABD715BE66F3EC%22\)&ui.name=Cestn%c3%a1%20doprava%20-](http://statdat.statistics.sk/cognosext/cgi-bin/cognos.cgi?b_action=cognosViewer&ui.action=run&ui.object=storeID(%22iCDD6C4158DE74463A1ABD715BE66F3EC%22)&ui.name=Cestn%c3%a1%20doprava%20-)
22. Bazargan, A., Tan, J., McKay, G. (2015). Standardization of Oil Sorbent Performance Testing. *Journal of Testing and Evaluation*, 43(6), 0227.
23. Marková, I., Mráčková, E. (2010). Fixation of leaked dangerous substances by sorbents = Skručivanje propuštenih opasnih tvari sorbentima. In 3. Međunarodni stručno-znanstveni skup "Zaštita na radu i zaštita zdravlja" = 3rd International professional and scientific conference "Occupational safety and health" : zbornik radova, 22. – 25. rujana 2010., s. 343 – 349. ISBN 978-953-7343-40-8.
24. Sorpčné materiály. Oznámenie o osobitných podmienkach na udelenie národnej environmentálnej značky. Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky v Bratislave. 2015. Dostupné na internete: [https://www.minzrp.sk/files/eu/oznamenie\\_mzp-\\_sr\\_sorpčne\\_materialy\\_4-15.pdf](https://www.minzrp.sk/files/eu/oznamenie_mzp-_sr_sorpčne_materialy_4-15.pdf)
25. ASTM F716-18. 2019. Standard Test Methods for Sorbent Performance of Absorbents for Use on Chemical and Light Hydrocarbon Spills.
26. Marková I, Kubás J, Buganová K, Ristvej J. Usage of sorbents for diminishing the negative impact of substances leaking into the environment in car accidents. *Front Public Health*. 2022 Sep 16;10:957090. doi: 10.3389/fpubh.2022.957090. PMID: 36187696; PMCID: PMC9523591.
27. Yang, R. T.(1987) Adsorbents : fundamentals and applications. A JOHN WILEY & SONS, INC., PUBLICATION pp. 410.
28. Technický list S1
29. Technický list S2
30. Technický list S3
31. Technický list S4
32. Coneva, I., Lusková, M. (2012). Experimental modeling of Motor oil penetration into the land with consequential interaction with powder sorbents. *Transactions of the VŠB – Technical university of Ostrava, Safety Engineering Series*. Ostrava : 2012. Vol. VII, No.1,2012, s. 15 – 21.
33. Apolen, P. (2022). How to save on refueling? Dostupné online: <https://www.forbes.sk/ako-usetrit-na-tankovani-z-banskej-bystrice-do-madarska-len-za-usporu-na-plnej-nadrzi/> pdf [10.4.2022].
34. Karta bezpečnostných údajov (KBU) Olej. Dostupné na internete: [https://slovnaft.sk/images/slovnaft/pdf/o\\_nas-/trvalo\\_udrzatelny\\_rozvoj/zdravie\\_a\\_bezpecnost/reach/karty\\_bezpecnostnych\\_udajov/lahky\\_cyklicky\\_olej\\_verz-2-0\\_sk.pdf](https://slovnaft.sk/images/slovnaft/pdf/o_nas-/trvalo_udrzatelny_rozvoj/zdravie_a_bezpecnost/reach/karty_bezpecnostnych_udajov/lahky_cyklicky_olej_verz-2-0_sk.pdf) [15.5.2022].
35. KBU Benzín. Dostupné na internete: [https://slovnaft.sk/images/slovnaft/pdf/o\\_nas-/trvalo\\_udrzatelny\\_rozvoj/zdravie\\_a\\_bezpecnost/reach/karty\\_bezpecnostnych\\_udajov/automobilove\\_benziny\\_verz\\_16\\_0\\_sk.pdf](https://slovnaft.sk/images/slovnaft/pdf/o_nas-/trvalo_udrzatelny_rozvoj/zdravie_a_bezpecnost/reach/karty_bezpecnostnych_udajov/automobilove_benziny_verz_16_0_sk.pdf) [15.5.2022].

Jozef KUBÁS, Iveta MARKOVÁ, Jozef RISTVEJ, Katarína BUGANOVÁ: Hodnotenie sorpčnej kapacity sypkých sorbentov na zníženie negatívneho dopadu unikajúcich kvapalných nebezpečných látok do životného prostredia v dôsledku dopravných nehôd.

36. KBU etanol. Dostupné na internete: <https://www.centralchem.sk/import/data/kbu/etylalkohol.pdf> [16.5.2022].
37. Slovník termínov atmosférickej chémie. "Čistá a aplikovaná chémia 62: 2167. 1990).
38. Helmenstine, A.M. Definícia adsorpcie (chémia). Chemické zákony. (online). Dostupné na internete: <https://sk.eferrit.com/definicia-adsorpcie-chemia/>
39. Mikulčák, J. a kol. (2002). Matematické, fyzikálne a chemické tabuľky. 6 vydanie. Bratislava: SPN, 230 s.
40. ECHA (2020). Usmernenie k zostavovaniu kariet bezpečnostných údajov. Helsinki, Finland, december 2020, 141 s.

## Evaluation of the sorption capacity of bulk sorbents to reduces the adverse impact of leakage substances on the environment in traffic accidents

Jozef KUBÁS<sup>a</sup>, Iveta MARKOVÁ<sup>b</sup>, Jozef RISTVEJ<sup>a</sup>, Katarína BUGANOVÁ<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Department of Crisis Management, Faculty of Security Engineering, University of Žilina, 010 26 Žilina, Slovakia;

<sup>b</sup>Department of Fire Engineering, Faculty of Security Engineering, University of Žilina, 010 26 Žilina, Slovakia

### Summary

Sorbents as substances of initial intervention in traffic accidents, as well as industrial and environmental accidents are an aid in solving crisis situations in the event of leakage of hazardous substances into the environment. Traffic accidents are often accompanied by the release of hazardous substances into the environment. Is important the correct reaction to of the leakage substance using a suitable sorbent is required. The right response to crisis situations helps to protect the population and maintain the necessary levels of their quality of life. The aim of the paper is to analyze the application of bulk sorbents for and rapidly efficient capture of active substances, specifically oils and in response to the situation. The quality of the sorbent was determined according to ASTM F716-18. The parameter evaluating the quality of bulk sorbents is the sorption capacity. Natural sorbents based on natural (peat) and synthetic sorbents based on silicates and based on polypropylene were monitored. The research was carried out on the sorbate water, oil, petrol, ethanol. The results indicate a different sorption capacity when comparing natural-based, silicate-based and polypropylene-based sorption materials. The highest values of sorption capacity were achieved by the sample S4, which is based on 66% silica and 18% alumina.

**Keywords:** bulk sorbents, risk, leakage of dangerous substance, crisis management, safety of citizens, quality of life.

# Kvantifikace úrovně domácího kompostování v ČR v kontextu národní inventarizace skleníkových plynů a plnění recyklačních cílů pro komunální odpad

**Petr BAŽIL, Márton BORÁROS, Zdeněk SUCHÁNEK, Ivana KOPECKÁ, Miroslav HAVRÁNEK**

Česká informační agentura životního prostředí, Moskevská 1523/63, 101 00 Praha 10,

e-mail: [petr.bazil@cenia.cz](mailto:petr.bazil@cenia.cz), [marton.boraros@cenia.cz](mailto:marton.boraros@cenia.cz)

## Souhrn

*Příspěvek je zaměřen na kvantifikaci množství organického materiálu zpracovaného kompostováním v domácích podmínkách pro účely odhadu emisí skleníkových plynů z domácího kompostování a zařazení této zdrojové oblasti do národního reportu emisí a propadů skleníkových plynů. Domácí kompostování je podle evropské legislativy považováno za způsob předcházení vzniku odpadů, který může být zohledněn při stanovení míry recyklace, což může pomoci při plnění národních recyklačních cílů pro komunální odpad. Metoda kvantifikace je založena na dvou přístupech odhadu množství zkompostovaného materiálu. První přístup úroveň domácího kompostování kvantifikuje na základě potenciálního množství zpracované biomasy pocházející z areálů zahrad v závislosti na celkové výměře zahradní plochy v ČR, průměrné výtěžnosti množství biomasy ze zahrad a míře zapojení obyvatelstva do provozování zahradního kompostování. K tomuto množství je dále připočteno potenciální množství rostlinné složky kuchyňského bioodpadu běžně zastoupené ve směsném komunálním odpadu, které se díky domácímu kompostování nestane odpadem. Druhý přístup odhaduje množství zkompostovaného materiálu v domácích podmínkách prostřednictvím počtu distribuovaných zahradních kompostérů v rámci podpory domácího kompostování. S ohledem na absenci reportovaných dat týkajících se domácího kompostování je třeba vytvořit metodickou a znalostní bázi, kterou bude v budoucnu možné zpřesnit získáváním spolehlivých terénních dat. Jako přesnější varianta kvantifikace byla vyhodnocena metoda stanovení na základě rozlohy zahradních ploch. Podle této metody vyšla hmotnost zkompostovaného materiálu v domácích podmínkách v ČR na 824 741,7 t/rok.*

**Klíčová slova:** domácí kompostování, kompostér, kompostování, aerobní zpracování biologicky rozložitelného komunálního odpadu

## 1 Úvod

Množství zkompostovaného materiálu v domácích podmínkách dosud nebylo v rámci statistik nakládání s odpady v České republice stanovováno. Tento organický materiál totiž není předáván ke zpracování v rámci obecních systémů nakládání s komunálními odpady, není s ním nakládáno v žádném odpadovém zařízení, a tudíž tento způsob zpracování nepodléhá žádné ohlašovací povinnosti. Z legislativního hlediska se jedná o způsob prevence vzniku odpadu, tedy proces, v rámci kterého není kompostován odpad, ale materiál, který se díky němu nestane odpadem. Podle rámcové směrnice o odpadech<sup>1</sup> může být domácí kompostování jakožto způsob předcházení vzniku odpadů zohledněno také ve výpočtu míry recyklace komunálního biologického odpadu, jelikož splňuje podmínku třídění a recyklace u zdroje v souladu s čl. 11a odst. 4. Přestože se jedná v porovnání s množstvím komunálního odpadu o relativně malý segment, může jeho kvantifikace pomoci naplnit závazné recyklační cíle stanovené směrnicí o odpadech. Kvantifikace domácího kompostování je také základním předpokladem k započtení emisí z domácího kompostování do národního reportu emisí a propadů skleníkových plynů – National Greenhouse Gas Inventory Report (NIR), který je Česká republika povinná zpracovávat v rámci globálního monitoringu emisí a propadů skleníkových plynů pod Mezinárodní rámcovou úmluvou Organizace spojených národů (OSN) o změně klimatu (United Nations

Framework Convention on Climate Change – UNFCCC). V rámci kategorie 5.B – Biologické nakládání s tuhými odpady a podkategorie 5.B.1 – Kompostování byly dosud kvantifikovány pouze emise z průmyslového kompostování. O zahrnutí kategorie domácího kompostování usiluje za Českou republiku Česká informační agentura životního prostředí, která zpracovává report za sektor odpadového hospodářství, v rámci snahy o jeho zpřesňování.

Kompostování je způsob zpracování biologicky rozložitelného materiálu, při kterém se činností mikroorganismů v převážně aerobních a také částečně v anaerobních podmínkách rozkládá organická hmota za vzniku kompostu, který obsahuje stabilní humusové látky prospěšné rostlinám, a které je tudíž možné využít jako hnojivo. Podle způsobu a množství zpracovávaného materiálu ho lze rozdělit do tří skupin: na kompostování průmyslové, komunitní a domácí. Průmyslové kompostování probíhá v kompostovacích zařízeních provozovaných na základě povolení vydaných krajskými úřady. S ohledem na reportovací povinnost těchto zařízení jsou data o množství odpadů v nich zpracovaných k dispozici v databázi Informačního systému odpadového hospodářství (ISOH). Komunitním kompostováním se rozumí systém soustředování rostlinných zbytků z údržby zeleně, zahrad a domácností z území obce, jejich úprava a následné zpracování v tzv. komunitní kompostárně<sup>2</sup>. Data o tomto způsobu zpracování biologicky rozložitelného odpadu budou do budoucna také k dispozici, a to na základě nově zavedené ohlašovací povinnosti provozovatele komunitní kompostárny vyplývající z ustanovení § 66 odst. 1 zákona o odpadech<sup>2</sup>. Poslední jmenovaný způsob, domácí kompostování, není přímo definován legislativou. Pro účely jeho kvantifikace v souvislosti s inventarizací skleníkových plynů a započtení do recyklačních cílů pro komunální odpady je však vymezen jako způsob využití biologicky rozložitelných materiálů, při kterém jsou biologicky rozložitelné zbytky produkované ve vlastní domácnosti a na zahradě, popř. uvnitř bytu, přeměněny na kompost. Může se jednat o kompostování v bytech, domech nebo venku, v otevřených nebo uzavřených kompostérech, otočných kompostérech, nebo vermikompostérech pomocí žížal. Mezi nejčastěji takto zpracované materiály patří rostlinné zbytky z kuchyně a zbytková biomasa ze zahrad. Tyto dva materiálové toky mají rozdílnou charakteristiku. Zbytková biomasa ze zahrad pochází ze zdrojů mimo domov, její produkované množství je pravděpodobně ovlivněno především velikostí zahrady a předpokládá se, že bude ovlivněno sezónou co do množství a složení. Naproti tomu jiné druhy kompostovatelného odpadu vznikající v domácnosti jsou ovlivněny počtem a chováním obyvatel v domácnosti a předpokládá se, že jsou relativně nesezonní co do množství a složení<sup>3</sup>.

Domácí kompostování je společensky i ekonomicky podporovaný způsob využití zbytkové organické hmoty, který má za následek snižování množství směsného komunálního odpadu. Jeho nespornou výhodou jsou minimální vstupní a prakticky nulové provozní náklady, což při jeho rozšíření pomáhá zejména obcím vylepšovat ekonomiku odpadového hospodářství. Cílem kvantifikace jeho úrovně v ČR je tento fenomén zmapovat a vytvořit metodickou a znalostní bázi, kterou bude v budoucnu možné zpřesnit získáváním spolehlivých terénních dat.

## **2 Metoda kvantifikace**

Experimentální část je v tomto příspěvku nahrazena matematickou kvantifikací a zpracováním dat, jelikož vlastní experiment nebyl proveden. Práce je spíše teoretická a je zaměřena zejména na určení množství biologického materiálu zpracovaného prostřednictvím domácího kompostování a vliv tohoto typu využívání odpadů na emise skládkových plynů. Data pro kvantifikaci pochází z různých ověřených zdrojů, přičemž hlavní jsou databáze ISOH od České informační agentury životního prostředí (CENIA), Ministerstvo pro místní rozvoj České republiky (MMR) a Český úřad zeměměřický a katastrální (ČÚZK). Výsledky vychází ze dvou odlišných metodických postupů: první je zaměřen na určení potenciálního množství zpracované biomasy pocházející z areálů zahrad v závislosti na celkové výměře zahradní plochy v ČR, průměrné výtěžnosti množství biomasy ze zahrad s rozlišením městské a venkovské zástavby a míře zapojení obyvatelstva do provozování zahradního kompostování. K tomuto množství je dále připočteno potenciální množství rostlinné složky kuchyňského bioodpadu běžně zastoupené ve směsném komunálním odpadu, které se díky domácímu kompostování nestane odpadem. Druhý postup kvantifikuje zpracované množství materiálu na bázi známého počtu domácích kompostérů rozdaných prostřednictvím MMR v rámci podpory domácího kompostování.

Výpočet množství zkompostovaného materiálu v domácích podmínkách je ovlivněn způsobem sběru biologicky rozložitelného komunálního odpadu (BRKO) zavedeného v rámci obecních systémů nakládání s odpady, který se napříč samosprávami značně liší z hlediska charakteru i množství sbíraného materiálu na obyvatele. BRKO vyprodukované občany ČR lze totiž rozdělit do kategorií zahradní zeleň a kuchyňský odpad, který lze dále rozdělit na kuchyňský odpad rostlinného původu a kuchyňský odpad živočišného původu. Některé způsoby sběru se orientují pouze na zahradní zeleň, jiné způsoby sběru se zaměřují pouze na kuchyňský odpad, přičemž živočišné zbytky lze do tohoto způsobu sběru zařadit pouze tehdy, pokud koncové zařízení na zpracování tohoto odpadu disponuje hygienizační jednotkou. V rámci ČR tedy můžeme narazit na různé systémy, které jsou charakterem sbíraného materiálu značně odlišné. V rámci vykazování dat o odpadech je nutné je zařadit pod jeden z následujících kódů podle Katalogu odpadů<sup>3</sup>:

20 02 01 Biologicky rozložitelný odpad

20 01 08 Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven

20 01 08 01 Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven rostlinného původu

Proporcionální zastoupení jednotlivých složek bioodpadu (viz kategorie výše) v kombinovaném sběru BRKO však nelze z oficiálních dat přesně zjistit. Obcemi reportovaná data o produkci BRKO totiž obsahují i data produkce od jiných subjektů (např. podnikatelských) zapojených do obecních systémů nakládání s odpady, případně odpady z údržby veřejné zeleně, a tím pádem nerepresentují pouze odpady pocházející z domácností. Do jaké míry tedy ovlivní sběr bioodpadů množství odpadů, které by bylo možné zpracovat v podmínkách domácího kompostování, je tedy na základě oficiálních dat prakticky nemožné stanovit. S ohledem na absenci reportovaných dat týkajících se domácího kompostování byl v rámci tohoto příspěvku navržen přístup odhadu množství zkompostovaného materiálu v domácích podmínkách na základě odhadu potenciálního vzniku BRKO, který může vstupovat do domácího kompostování.

## 2.1 Metoda 1: Stanovení hmotnosti materiálu zkompostovaného v domácích podmínkách na základě plošné výměry zahrad

Odhad vychází z předpokladu, že převážné množství biomasy zpracované prostřednictvím domácího kompostování pochází z areálu zahrady. Odpad ze zahrad je také kvantitativně dominantní složkou BRKO oproti kuchyňskému<sup>3</sup>. Pro stanovení jeho množství je třeba znát celkovou výměru zahradní plochy v ČR, průměrnou výtěžnost množství biomasy ze zahrad a míru zapojení obyvatelstva do provozování zahradního kompostování.

Obyvatelstvo, které provádí domácí kompostování na své zahradě, však do kompostu často vkládá i zbytky z kuchyně, které by jinak skončily ve smíšeném komunálním odpadu (SKO) nebo v odděleném sběru bioodpadu. Pro přesnější stanovení kompostovaného množství je proto nutno, kromě plochy zahrad, započítat i tuto část BRKO. Vzhledem k tomu, že kuchyňský odpad ale zároveň obsahuje živočišné zbytky stravy, které jsou nevhodné na zpracování prostřednictvím domácího kompostování, je v rámci kvantifikace třeba počítat pouze s jeho rostlinnou složkou. Evidence přesných dat o podílu rostlinné složky kuchyňského odpadu, která je zkompostována v domácích podmínkách, neexistuje. Toto množství je tedy odhadnuto jako potenciál rostlinné složky bioodpadu, který se průměrně objevuje v SKO. Po zahrnutí kuchyňského odpadu lze množství zkompostovaného materiálu stanovit podle následující rovnice:

$$M_{komp} = S_Z \cdot M_B \cdot Z + M_{kuch} \cdot Z \quad (1)$$

$M_{komp}$  hmotnost zkompostovaného materiálu v domácích podmínkách (t)

$S_Z$  celková plocha domácích zahrad v ČR (ha)

$M_B$  průměrná hmotnost biomasy ze zahrad (t/ha)

$Z$  míra zapojení obyvatelstva do provozování zahradního kompostování (%/100)

$M_{kuch}$  celková hmotnost kuchyňského odpadu v SKO v ČR za rok (t)

### 2.1.1 Stanovení celkové hmotnosti kuchyňského odpadu v SKO ČR za kalendářní rok

Vzhledem k tomu, že podíl rostlinné složky bioodpadu zastoupené v SKO se liší podle typu zástavby, byla tato skutečnost ve výpočtu zohledněna. Celková hmotnost kuchyňského odpadu v SKO ČR za rok byla stanovena jako součet hmotností rostlinného kuchyňského odpadu z vesnické a městské zástavby. Rozdělení celkového množství SKO mezi tyto dva typy zástavby bylo provedeno aplikací podílů ploch zahrad v městské a ve vesnické zástavbě. Tyto podíly tedy slouží pouze k určení, v jakém poměru jsou tyto dva druhy zahrad v ČR rozšířeny. Celková hmotnost kuchyňského odpadu v SKO ČR se stanoví jako:

$$M_{kuch} = M_{SKO} \cdot P_M \cdot R_M + M_{SKO} \cdot P_V \cdot R_V \quad (2)$$

$M_{kuch}$  celková hmotnost kuchyňského odpadu v SKO v ČR za rok (t)

$M_{SKO}$  hmotnost produkce SKO pocházejícího z obcí (t)

$P_M$  podíl plochy zahrad ve městské zástavbě

$R_M$  průměrný podíl rostlinné složky biologicky rozložitelného odpadu zastoupený v SKO (%/100) ve městské zástavbě

$P_V$  podíl plochy zahrad ve vesnické zástavbě

$R_V$  průměrný podíl rostlinné složky biologicky rozložitelného odpadu zastoupený v SKO (%/100) ve vesnické zástavbě

### 2.1.2 Stanovení jednotlivých veličin v použitých rovnicích

Pro stanovení celkové plochy zahrad v České republice v rámci metody 1 byla použita Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED)<sup>5</sup>, což je komplexní digitální geografický model území České republiky spravovaný Zeměměřičským úřadem. Z této databáze byla vypočtena plocha zahrad rozčleněná na venkovskou a městskou zástavbu. Od těchto ploch byla ještě pro zpřesnění odečtena na nich zastavěná plocha a výsledné hodnoty tedy reprezentují čistě plochu, na které mohou růst trávníky, zahradní plodiny, dřeviny a jiné rostliny. Rozdělení typu zástavby bylo provedeno dle Malého lexikonu obcí České republiky – 2021 Českého statistického úřadu na základě informace o rozdělení typu sídla<sup>6</sup>. Do kategorie venkovských ploch byly zařazeny všechny samosprávy s označením „obec“ a do kategorie městských ploch pak samosprávy s označením: „městys“, „město“, „statutární město“, „hlavní město“.

Celková plocha všech zahrad bez zastavených ploch je v roce 2022 podle ZABAGED<sup>5</sup> 281 472,68 ha. Z toho venkovské zahrady mají rozlohu 166 253,33 ha, což představuje 59,1 % celkové plochy zahrad. Městské zahrady mají rozlohu 115 219,34 ha, což představuje 40,9 % celkové plochy zahrad.

Stanovení průměrné hmotnosti biomasy ze zahrad je experimentálně zkoumáno v rámci výzkumných projektů. Studie „Podklady pro oblast podpory odpadového a oběhového hospodářství OPŽP 2021–2027 Prevence vzniku odpadů“<sup>7</sup> shrnuje několik dostupných výsledků takovýchto sledování na Agronomické fakultě Mendelovy univerzity v Brně v období 2011–2013. Z výsledků experimentální činnosti vyplývá, že množství travní biomasy ze zahradní plochy se ve třech případech pohybuje v rozmezí 0,78 – 1,02 kg/m<sup>2</sup>, přibližně tedy **0,9 kg/m<sup>2</sup>** travní plochy<sup>7</sup>.

V indikátoru pro hodnocení domácího kompostování v rámci dosavadního platného Programu předcházení vzniku odpadů v ČR je množství rostlinného materiálu ze zahrady rodinného domu pro jeden kompostér stanoveno na 300 kg/rok. Vychází se z následujících předpokladů: průměrná rozloha zahrady = 500 m<sup>2</sup>, objem kompostéru = 750 l, počet kompostérů = 2 ks, objemová hmotnost biomasy = 200 kg/m<sup>3</sup>, množství biomasy z celé výměry = 600 kg/rok. Z uvedených předpokladů vyplývá, že na **1 m<sup>2</sup>** zahradní plochy připadá **1,2 kg** biomasy za rok, respektive za vegetační období<sup>7</sup>.

V Metodickém návodu pro zpracování POH (MN POH) obce je množství bioodpadu z rodinného domu se zahradou stanoveno na 140 kg/obyvatele a rok. Podle dat organizace ARNIKA činí množství



bioodpadu z rodinného domu se zahradou 180 kg/osobu a rok. Pokud podle statistických údajů připadá na 1 obydlený rodinný dům 3,244 osob, pak množství bioodpadu:

- podle MN POH = 454 kg/rok a při průměrné výměře zahrady u rodinného domu 623 m<sup>2</sup> = **0,73 kg/m<sup>2</sup>/rok**,
- podle organizace ARNIKA = 583 kg/rok a při průměrné výměře zahrady u rodinného domu 623 m<sup>2</sup> = **0,94 kg/m<sup>2</sup>/rok**<sup>7</sup>.

Dosavadní poznatky ukazují na to, že se informace o množství biologického odpadu zpracovávaného domácím kompostováním v dostupných zdrojích uvádí v obsahově rozdílných indikátorech. Po srovnání indikátorů pomocí jednotných převodních dat vykazují přibližnou shodu ukazatele množství bioodpadů na obyvatele rodinného domu nebo na m<sup>2</sup> zahradní plochy. Hodnoty množství bioodpadů na jeden kompostér za rok však vykazují výraznější odchylky<sup>7</sup>. Z tohoto důvodu bylo v modelovém výpočtu počítáno s hodnotou **0,92 kg/m<sup>2</sup>/rok**, což je průměrná hodnota výše popsaných dvou ukazatelů vykazujících největší shodu (hodnota 0,9 kg/m<sup>2</sup> vyplývající z výsledků experimentální činnosti Mendelovy univerzity v Brně a hodnota 0,94 kg/m<sup>2</sup> podle organizace ARNIKA).

V dotazníkovém šetření mezi obcemi s rozšířenou působností (ORP), které bylo provedeno v rámci Studie „Podklady pro oblast podpory odpadového a oběhového hospodářství OPŽP 2021–2027 Prevence vzniku odpadů“<sup>7</sup> byly obce dotazovány na procentuální odhad domácností provádějících domácí (zahradní) kompostování. Z odpovědí vyšlo průměrné procento **28 %**. Jedná se o velmi orientační číslo, jak obce odhadují využívání domácího (zahradního) kompostování v rámci své obce (obecně, nikoliv pouze podle počtu pořízených kompostérů z dotací)<sup>7</sup>.

Při stanovení průměrného podílu rostlinné složky biologicky rozložitelného odpadu zastoupeného v SKO jsme primárně vycházeli z materiálu „Přehled výsledků průměrného složení SKO v rámci ČR“<sup>8</sup>, který udává podrobné složení bioodpadu zastoupeného v SKO za celou ČR. Pro rozlišení podílu jednotlivých složek bioodpadu ze dvou typů zástavby (městská, resp. sídlištní, a venkovská, resp. ostatní) byli kontaktováni autoři studie<sup>8</sup>, kteří poskytli následující data z podrobného vyhodnocení složení biologických odpadů:

**Tabulka 1: Podíl jednotlivých složek bioodpadu v SKO – podle typu zástavby**

| Složka bioodpadu   | Podíl v SKO (%)  |                    |
|--|------------------|--------------------|
|  | Městská zástavba | Venkovská zástavba |
| Bio kuchyňský – ovoce a zelenina                             | 6,64             | 4,07               |
| Bio kuchyňský – rostlinné zbytky z přípravy ovoce a zeleniny | 5,74             | 8,11               |
| Bio kuchyňský – ostatní potraviny                            | 8,78             | 10,61              |
| Bio ze zahrad a parků  | 3,05             | 5,77               |

Z výše uvedené tabulky je důležitá položka „Bio kuchyňský – ostatní potraviny“, která obsahuje živočišnou složku a není tedy vhodná pro domácí kompostování. Podíl rostlinné složky biologicky rozložitelného odpadu zastoupeného v SKO pro jednotlivé typy zástavby se tedy stanoví jako součet položek Bio kuchyňský – ovoce a zelenina, Bio kuchyňský – rostlinné zbytky z přípravy ovoce a zeleniny a Bio ze zahrad a parků.

Výsledný podíl rostlinné složky biologicky rozložitelného odpadu zastoupeného v SKO je v případě městské zástavby **15,43 %** a v případě venkovské zástavby **17,95 %**. To společně s informací o celkové produkci SKO podle databáze ISOH, která činí 2 103 851 t (zahrnuje pouze produkci SKO vykazovanou obcemi kvůli vyloučení směsného odpadu živnostenského, neboť biologická složka živnostenského odpadu není zpracovávána v podmínkách domácího kompostování), s celkovým výměrem zahradních ploch a mírou produkce zahradní biomasy umožňuje stanovit teoretické maximální množství kompostovaného BKRO v domácích podmínkách, s ohledem na 28 % zastoupení obyvatelstva.

### 2.1.3 Modelový výpočet podle metody 1

Podle výše popsaných rovnic a konkrétních hodnot zastoupených veličin je postup modelového výpočtu následující:

$$M_{kuch} = M_{SKO} \cdot P_M \cdot R_M + M_{SKO} \cdot P_V \cdot R_V \quad (1)$$

$$M_{kuch} = 2\,103\,851 \cdot 0,409 \cdot 0,1543 + 2\,103\,851 \cdot 0,591 \cdot 0,1795$$

$$M_{kuch} = 355\,957,3 \text{ t}$$

$$M_{komp} = S_z \cdot M_B \cdot Z + M_{kuch} \cdot Z \quad (2)$$

$$M_{komp} = 281\,472,68 \cdot 9,2 \cdot 0,28 + 355\,957,28 \cdot 0,28$$

$$M_{komp} = 824\,741,7 \text{ t}$$

### 2.2. Metoda 2: Stanovení hmotnosti materiálu zkompostovaného v domácích podmínkách na základě počtu rozdaných domácích kompostérů prostřednictvím MMR v rámci podpory domácího kompostování

Druhý přístup odhaduje kvantifikaci úrovně domácího kompostování v České republice na základě dat z Evropských fondů MMR pro podporu domácího kompostování<sup>9</sup>, podle kterých byl určen přibližný počet domácích kompostérů na území republiky, průměrná velikost jednoho kompostéru a množství biologicky rozložitelného odpadu potenciálně kompostovaného v jednom kompostéru.

Celkový počet domácích kompostérů zakoupených z fondů byl stanoven postupně z předaných záměrů. Ze záměrů, které obsahovaly výši fondů i počet zakoupených kompostérů byla stanovena průměrná cena kompostéru o průměrné velikosti 1000 l. Následně podle výše přidělené částky byl vypočítán přibližný počet domácích kompostérů rozdaných v rámci podpory domácího kompostování, s přihlédnutím k pořizování ostatních pomůcek (např. štěpkovačů). Celkový počet přidělených domácích kompostérů vychází tímto způsobem na **316 861 kusů**. Je však důležité si uvědomit, že tento přístup reálně počet domácích kompostérů silně podceňuje, jelikož nezahrnuje samostatně zakoupené kompostéry, ani domácnosti, které provozují otevřené kompostování bez kompostérů.

Množství biologicky rozložitelného odpadu potenciálně kompostovaného v jednom kompostéru bylo určeno stanovením rozměrů průměrného kompostéru předaného v rámci podpory domácího kompostování a následnou aplikací jeho roční kapacity zpracovaného materiálu podle doporučení výrobců kompostérů pro kompostéry s podobnými rozměry. Tato hodnota činí **900 kg/kompostér/rok**.

Z výše uvedených dat se snadno stanoví celková hmotnost kompostovaného odpadu v domácích podmínkách, a to podle následující rovnice.

$$M_{komp} = P_{CK} \cdot f_{k,r} \quad (3)$$

$M_{komp}$  hmotnost zkompostovaného materiálu v domácích podmínkách (t)

$P_{CK}$  celkový počet domácích kompostérů (ks)

$f_{k,r}$  koeficient předcházeného množství biologicky rozložitelného odpadu

$$M_{komp} = 316\,860,9 \cdot 0,9 = 286\,511,6 \text{ t}$$

Jelikož u kvantifikace domácího kompostování na bázi rozlohy domácích zahradních ploch je míra zapojení českých domácností výrazně vyšší, tento výsledek je pro lepší porovnatelnost výsledků vhodné přepočítat na zapojení 28 %. Přepočet se provede podle rovnice:

$$M_{komp\ 28} = \frac{M_{komp}}{Z_{pův}} \cdot Z \quad (4)$$

$M_{komp\ 28}$  celková hmotnost kompostovaného BRKO v domácích podmínkách při zapojení 28 % českých domácností (ks)

$M_{komp}$  celkový počet kompostérů vypočítán z Evropských fondů

$Z_{pův}$  původní zapojení českých domácností podle počtu kompostérů z Evropských fondů (%/100) (data o počtu domácností v České republice Praze byla převzata od Českého statistického úřadu<sup>10</sup>)

$$M_{komp\ 28} = \frac{M_{komp}}{Z_{pův}} \cdot Z = \frac{286511,6}{0,0712} \cdot 0,28$$

$$M_{komp\ 28} = 1\ 127\ 408,6\ t$$

### 3 Výsledky a diskuse

Při srovnání výsledků z obou metod je patrné, že přístup kvantifikace domácího kompostování založený na počtu domácích kompostérů poskytuje mnohem nižší výsledky než přístup založený na ploše domácích zahradních ploch. Metoda 2 totiž využívá pouze počet kompostérů zakoupených z Evropských fondů, a nikoliv individuálně zakoupené kompostéry a otevřené kompostování. Dle této metody tak kompostuje cca 7,1 % českých domácností, což je mnohem nižší podíl, než podíl popsán v literatuře (28 %)<sup>7</sup>. Pro porovnání výsledků obou výpočetních postupů bylo proto nutno výsledky přepočítat na stejnou míru zapojení obyvatelstva (28 %):

Podle metody 1 byla hmotnost zkompostovaného materiálu v domácích podmínkách stanovena na **824 741,7 t/rok**, což odpovídá hodnotě **79 kg/rok/obyvatel** při použití středního stavu počtu obyvatel podle ČSÚ v roce 2021 (10 499 812 obyvatel)<sup>11</sup>.

Podle metody 2 vycházela hmotnost zkompostovaného materiálu v domácích podmínkách po přepočtení na 28 % míru zapojení obyvatelstva na **1 127 408,6 t/rok**, což odpovídá hodnotě **107 kg/obyvatel/rok** opět při použití středního stavu obyvatel podle ČSÚ v roce 2021<sup>11</sup>.

Metoda založená na výpočtu celkového počtu domácích kompostérů již přirozeně zahrnuje i množství kuchyňského odpadu, zatímco u metody 1 je množství kuchyňského odpadu vyjádřeno zvlášť a následně připočítáno k výsledku. Jak je vidět výše, pokud bereme v úvahu stejnou míru zapojení obyvatelstva, výsledky obou přístupů jsou srovnatelné, avšak v případě metody 2 jsou vyšší, jelikož tato metoda počítá s maximální teoretickou kapacitou kompostéru, která však ve skutečnosti vždy obsahuje určitou rezervu v předepsaných rozměrech.

Jako hlavní přístup pro kvantifikaci organického materiálu zpracovaného prostřednictvím domácího kompostování byl po srovnání obou metod vybrán postup založený na stanovení množství generovaného bioodpadu prostřednictvím velikostí domácích zahradních ploch. Důvodem je skutečnost, že metoda 2 svým charakterem nepokrývá veškeré domácnosti praktikující domácí kompostování, ale pouze ty, kterým byl z Evropských fondů pořízen zahradní kompostér. Tato metoda navíc využívá řadu statistických odhadů, průměrů a koeficientů, které mohou výsledek zatížit významnější chybou než metoda 1. Na druhou stranu při použití metody 1 výsledky významně ovlivňuje míra zapojení obyvatel, kterou by bylo vhodné pravidelně stanovovat, pro získání přesnějších výsledků a také pro zachycení případného navyšování této míry v důsledku veřejné podpory domácího kompostování. S ohledem na skutečnost, že tato veličina vnáší do jinak metodicky správného postupu z hlediska kvality vstupních dat nejvyšší stupeň nejistoty, je v plánu lépe zmapovat zapojení obyvatelstva do domácího kompostování prostřednictvím důkladného dotazníkového šetření provedeného na úrovni obcí.

Významným zdrojem poznatků o stanovování úrovně domácího kompostování jsou národní reporty emisí a propadů skleníkových plynů. Základní metodologický přístup odhadu emisí skleníkových plynů totiž spočívá ve spojení informací o rozsahu, v jakém se daná lidská činnost uskutečňuje (AD – aktivitní data), s koeficienty (EF – emisní faktory), které kvantifikují emise nebo pohlcení na jednotku činnosti<sup>12</sup>. Většina států, které tento report podávají, emise z domácího kompostování nezahrnují, avšak státy, které ano, musí pro získání aktivních dat kvantifikovat množství materiálu, které bylo v rámci domácího kompostování zpracováno. Výsledky těchto kvantifikací nejsou navzájem příliš porovnatelné, neboť je ovlivňuje příliš mnoho faktorů jako je např. lokální klima, hustota obydení, míra zapojení obyvatelstva, míra veřejné podpory, úroveň organizovaného sběru BRKO a podobně. Zajímavé je však srovnat metody, jakými jednotlivé státy metodicky postupovaly.

Ve Velké Británii byly vstupy pro stanovení úrovně domácího kompostování vypočítány prostřednictvím statistiky obyvatelstva a analýzy úrovně domácího kompostování v domácnostech<sup>4</sup>. Byly vytvořeny regresní modely pro hodnocení výkonnosti různých třech skupin domácností provozujících domácí kompostování. Konkrétně:

- 1) Domácnosti, které doma kompostovaly bez kompostéru poskytnutého v rámci Akčního programu pro odpady a zdroje
- 2) Domácnosti, které kompostovaly již před obdržením kompostéru;
- 3) Nové domácnosti, které před obdržením kompostéru doma nekompostovaly.

Z výsledků je patrné, že první skupina významně neovlivnila odklon materiálu od organizovaného sběru. Druhá skupina podle odhadu odkloní přibližně 115 kg/domácnost/rok, z čehož asi 112 kg v závislosti na obdržení kompostéru. Třetí skupina odkloní přibližně 97 kg/domácnost/rok. Nebylo prokázáno, že by se faktory odklonu lišily mezi létem a podzimem, přestože vysoká variabilita ztěžovala detekci takovýchto interakcí<sup>4</sup>. V roce 2009 bylo vyvinuto modelování na úrovni okresů, v rámci kterého byly použity nejspolehlivější odhady odklonu domácího kompostování využívající údaje z většího počtu místních úřadů a z novějšího výzkumu neziskové společnosti Resource Futures (2009). Hlavním závěrem těchto kombinovaných výzkumů je centrální odhad odklonění od obecního sběru bioodpadu o 150 kg/domácnost/rok<sup>4</sup>.

Ve Švýcarsku byla kvantifikace domácího kompostování hodnocena v roce 2017<sup>13</sup>. Množství organického odpadu kompostovaného v domácnostech vychází v podstatě z odborných posudků a je odvozeno z údajů z malého počtu měst a vesnic. Odborníci zohlednili různé parametry ovlivňující množství odpadu kompostovaného v domácnostech v průběhu času, jako jsou městská nebo venkovská zástavba, komunikace např. ze strany obecní správy, motivační programy nebo dostupnost odděleného sběru organického odpadu ve formě „door to door“.

V Rakousku se podle zprávy NIR od roku 2010 za množství zkompostovaného odpadu v domácích podmínkách považuje hodnota 215 kg/obyvatel/rok. Pouze ve Vídni se vzhledem k nižšímu počtu zahrad bere v úvahu jen 15 % obyvatel, kteří provozují domácí kompostování. Tento přístup je údajně v souladu s metodikou použitou v rakouském plánu odpadového hospodářství (POH) a ve zprávě NIR není podrobně popsán. Naproti tomu v POH z roku 2017<sup>14</sup> je uvedena hodnota 177 kg/obyvatel/rok, která byla stanovena na základě studie odborného oddělení „Ochrana životního prostředí“ ve spolkové zemi Horní Rakousko ve spolupráci se zemskou statistickou službou a byla přizpůsobena regionálním podmínkám.

V Dánsku bylo množství zpracovaného odpadu v kategorii domácího kompostování stanoveno na 21,4 kt v roce 2001<sup>15</sup> a předpokládá se, že tato hodnota platí pro všechny roky 1990-2020. Přepočteno na jednoho obyvatele s použitím počtu obyvatel podle Statistics Denmark<sup>16</sup> v roce 2001 vychází v Dánsku množství zpracovaného materiálu prostřednictvím domácího kompostování přibližně na 4 kg/obyvatel/rok. Podle Petersena & Kiellanda (2003)<sup>15</sup> rovněž platí následující odhady. 28 % všech rodinných domů se soukromými zahradami (včetně letních chat) a 14 % všech bytových domů aktivně přispívá k domácímu kompostování. Každý zapojený rodinný dům v průměru zkompostuje 50 kg odpadu a každý zapojený bytový dům v průměru zkompostuje 10 kg odpadu.

Jak je vidět, výsledné hodnoty odhadů se napříč státy liší. K výpočtu jsou většinou používány veřejně dostupné statistické údaje často kombinované s údaji o podpoře kompostování prostřednictvím distribuce kontejnerů a statistickým dotazováním o míře zapojení obyvatelstva.

Metoda kvantifikace domácího kompostování prezentovaná v této práci je inovativní především z hlediska toho, že je mezi státy reportujícími NIR jedinou metodou využívající katastrálně vedené zahradní plochy pro sledování množství na ní vyrostlé biomasy.

## 4 Závěry

Domácí kompostování je způsob lokálního zpracování biologicky rozložitelného materiálu, který jakožto způsob prevence vzniku odpadů stojí na nejvyšší příčce hierarchie nakládání s odpady. S ohledem na jeho nízké investiční a téměř nulové provozní náklady se jedná o široce veřejně podporovaný segment. Kvantifikace množství organického materiálu zpracovaného v rámci domácího kompostování je přínosná z hlediska zpřesnění inventarizace skleníkových plynů a z hlediska možného započtení úrovně domácího kompostování do plnění evropských cílů pro recyklaci komunálních odpadů.

Přestože v porovnání s ostatními emisními zdroji a množstvím produkovaného komunálního odpadu je tento segment relativně nevýznamný je vhodné jeho úroveň sledovat, jak z hlediska jeho vývoje, tak např. při hodnocení efektivity jeho podpory.

Tento příspěvek prezentuje základní metodický přístup, jak při kvantifikaci úrovně domácího kompostování postupovat, nicméně s ohledem na absenci terénních dat bude zapotřebí do budoucna zpřesnit dosazované veličiny, a to zejména míru zapojení obyvatelstva. Další zpřesňování pak může nastat s pokrokem v dostupnosti podrobnějších dat o odpadovém hospodářství, které tento segment ovlivňují jako je např. způsob sběru BRKO, a která budou k dispozici v souladu s vývojem legislativy a technologickým pokrokem.

## Poděkování

*Tato práce vznikla v rámci řešení projektu TK 02010056 Rozvoj metodik pro reporting emisí a propadů skleníkových plynů a jejich projekcí, včetně projekcí emisí tradičních polutantů (MEMORESP, 2019-2023), který byl spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu THÉTA.*

## Literatura

1. Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2008/98/ES ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic, ve platném znění. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0098&qid=1679316157428>
2. Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, v platném znění. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-541>
3. Vyhláška č. 8/2021 Sb., o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů, v platném znění. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-8>
4. Davey A., Clist S., Godley A., 2009: Home Composting Diversion: Household Level Analysis. Waste and Resources Programme, England. Dostupné z: <https://silo.tips/download/home-composting-diversion-household-level-analysis>
5. Český úřad zeměměřický a katastrální, 2022: Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED).
6. Český statistický úřad, 2021: Malý lexikon obcí České republiky. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/maly-lexikon-obci-ceske-republiky-2021>
7. Ernst & Young, s.r.o., 2020: Podklady pro oblast podpory odpadového a oběhového hospodářství OPŽP 2021–2027 Prevence vzniku odpadů.

Petr BAŽIL, Márton BORÁROS, Zdeněk SUCHÁNEK, Ivana KOPECKÁ, Miroslav HAVRÁNEK: Kvantifikace úrovně domácího kompostování v ČR v kontextu národní inventarizace skleníkových plynů a plnění recyklačních cílů pro komunální odpad

8. Gregor J., Kropáč J., Veverka Z., Suzová J., Pavlas M., 2022: Přehled výsledků průměrného složení SKO v rámci ČR.
9. Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2022: Evropské fondy v ČR, programové období 2014 - 2022
10. Český statistický úřad, 2020: Příjmy a životní podmínky domácností 2019
11. Český statistický úřad, 2020: Počet a pohyb obyvatel (absolutně, relativně, meziroční změny)
12. IPCC, 2006: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 1 General Guidance and Reporting. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). ISBN 4-88788-032-4.
13. Schleiss, K., 2017: Erhebung Schweizer Daten zu Mengen in der Kompostierung. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Bern, 17.11.2017.
14. FEDERAL WASTE MANAGEMENT PLAN 2017.  
Dostupné z <https://faolex.fao.org/docs/pdf/aut192282.pdf>
15. Petersen, C. & Kielland, M., 2003: Statistik for hjemmekompostering (Statistics on home composting). Econet A/S. Miljøprojekt Nr. 855 2003. Miljøstyrelsen. Miljøministeriet. Dostupné z: <http://www2.mst.dk/udgiv/publikationer/2003/87-7972-960-6/pdf/87-7972-961-4.pdf>
16. Statistics Denmark. Dostupné z: <https://www.dst.dk/en>

## Quantification of the level of domestic composting in the Czech Republic in the context of the National Inventory of Greenhouse Gases and the fulfillment of recycling targets for municipal waste

**Petr BAŽIL, Márton BORÁROS, Zdeněk SUCHÁNEK, Ivana KOPECKÁ, Miroslav HAVRÁNEK**

Czech Environmental Information Agency, Moskevská 1523/63, 101 00 Praha 10, Czech Republic  
e-mail: [petr.bazil@cenia.cz](mailto:petr.bazil@cenia.cz), [marton.boraros@cenia.cz](mailto:marton.boraros@cenia.cz)

### Summary

*This paper is focused on the quantification of the amount of organic material used up in home composting in order to use in the estimation of greenhouse gas emissions from home composting and the inclusion of this source area in the National Inventory Report on greenhouse gas emissions. Home composting is considered under European legislation as a waste prevention method that can be taken into account when determining recycling rates, which can help to meet national recycling targets for municipal waste. The quantification process is based on two approaches of composted waste estimation. The first approach quantifies home composting by estimating the potential amount of processed biomass coming from garden areas, taking into account the total garden area in the Czech Republic, the average yields of biomass from gardens and the degree to which the population is involved in home composting. The amount of plant-based kitchen waste from mixed municipal waste is also included since it does not turn into waste thanks to home composting. The second approach estimates the amount of material composted at home using the number of compost bins distributed to support home composting. Since there is an absence of reported data on home composting, it is necessary to create a methodology and knowledge base that can later be refined as we gain more reliable data. The first approach on quantification based on the total garden area was deemed more accurate. According to this, the weight of at home composted waste was calculated to be: 824 741.7 t/year in the Czech Republic.*

**Keywords:** home composting, composter, composting, aerobic recovery of biodegradable waste

# Nový přístup v kvantifikaci emisí skleníkových plynů z procesu anaerobní digesce v České republice

Ivana KOPECKÁ, Petr BAŽIL, Márton BORÁROS, Miroslav HAVRÁNEK, Jiří VALTA, Zdeněk SUCHÁNEK

Česká informační agentura životního prostředí, Moskevská 1523/63, 101 00 Praha 10

e-mail: [ivana.kopecka@cenia.cz](mailto:ivana.kopecka@cenia.cz), [petr.bazil@cenia.cz](mailto:petr.bazil@cenia.cz), [marton.boraros@cenia.cz](mailto:marton.boraros@cenia.cz), [miroslav.havranek@cenia.cz](mailto:miroslav.havranek@cenia.cz), [jiri.valta@cenia.cz](mailto:jiri.valta@cenia.cz), [zdenek.suchanek@cenia.cz](mailto:zdenek.suchanek@cenia.cz)

## Souhrn

Zpřesnění a kodifikace výpočtu emisí methanu produkovaného při anaerobní digestci odpadů jsou klíčovými kroky pro adekvátní inventarizaci celkových emisí z kategorie biologického zpracování odpadů, kterou se Česká republika zavázala plnit v rámci Národní inventarizace emisí a propadů skleníkových plynů. Nově navržená metoda zohledňuje top-down i bottom-up národní odpadová data, národně specifická aktivitní data a nejnovější poznatky o emisních faktorech založených na recentních zahraničních i domácích publikacích. Identifikovány byly hlavní zdroje úniků bioplynu v rámci bioplynové stanice, včetně návrhu postupu doplnění měřicí kampaně. Na základě dostupných informací a dat byl zpřesněn emisní faktor methanu pro Českou republiku na hodnotu 3,1 % a došlo tedy k jeho snížení oproti původní výchozí hodnotě 5 %. Tento krok přispěje ke zpřesnění a zefektivnění práce Národního inventarizačního systému, který zpracovává inventury emisí v sektoru odpadů i dalších oblastech lidské činnosti.

**Klíčová slova:** anaerobní digesce, inventarizace emisí, methan, odpady, odpadové hospodářství, skleníkové plyny

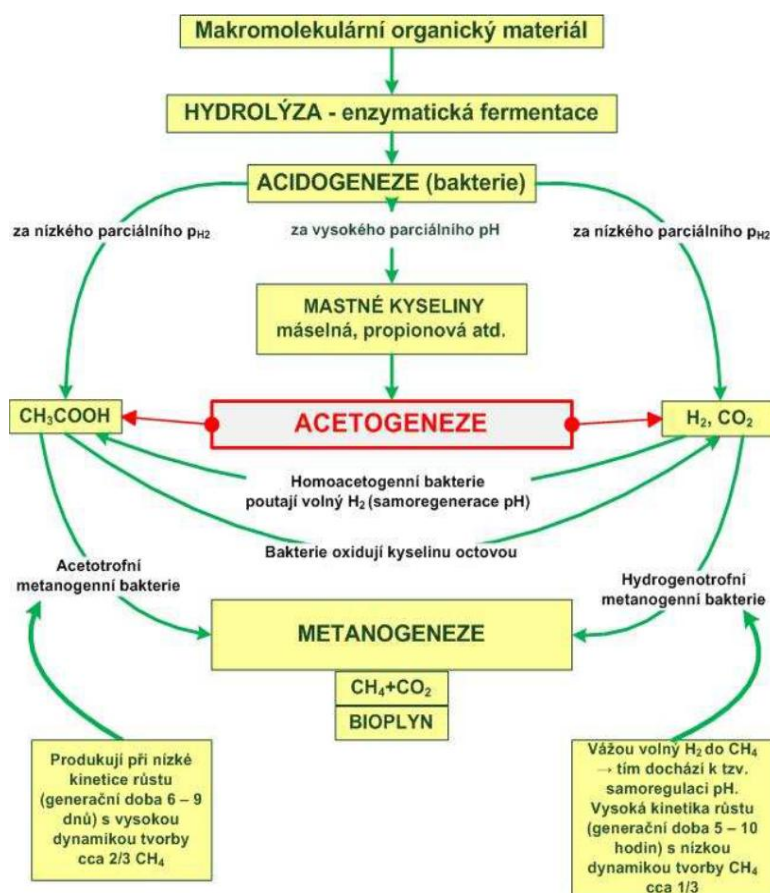
## Úvod

V rámci globálního úsilí směřujícího k potlačení změny klimatu probíhá celosvětově inventarizace emisí a propadů skleníkových plynů řízená Mezinárodní rámcovou úmluvou OSN o změně klimatu (UNFCCC). Dle této úmluvy je Česká republika povinna provozovat Národní inventarizační systém (NIS) a každoročně vydávat Národní report emisí a propadů skleníkových plynů (NIR). Emise jsou inventarizovány v pěti zdrojových kategoriích dle metodiky Mezivládního panelu pro klimatickou změnu IPCC<sup>1</sup>. Zdrojová kategorie číslo 5 se zabývá odpady a odpadovým hospodářstvím a zahrnuje také dílčí zdrojovou kategorii 5.B zaměřenou na emise ze zdrojů zpracovávajících odpad biologickými procesy – anaerobní digesce (AD) a kompostováním. Inventarizace emisí probíhá v národním měřítku a umožňuje různé úrovně přesnosti a složitosti výpočtů jednotlivých zdrojových kategorií (tzv. tiers). Základní úroveň komplexnosti (tzv. tier 1) je povinná pro všechny státy úmluvy, vyšší úrovně (tier 2 a tier 3) jsou dobrovolné podle významnosti, znalostní báze a datové základny dané kategorie.

Anaerobní digesce (anaerobní fermentace, rozklad či vyhnívání) je jedna z forem mikrobiální degradace organického materiálu bez přístupu kyslíku. Jde o řízený proces vzniku bioplynu, jehož hlavní složkou jsou dva důležité skleníkové plyny – methan (CH<sub>4</sub>) a oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>). Jejich zastoupení je mezi různými provozy, kde k AD dochází, proměnlivé, ale methan je převažující složkou tvořící objemově 50 – 85 % plynu<sup>2</sup>. V rámci metodiky inventarizace se vykazují emise CH<sub>4</sub>, naopak emise CO<sub>2</sub> se uvádějí pouze pro informaci (tzv. memo item), protože CO<sub>2</sub> z procesů AD pochází z biogenního uhlíku a ten se dle principů inventarizace bere jako klimaticky neutrální. Bioplyn, který je během AD vyprodukován, se následně často využívá k výrobě tepla či elektrické energie, případně se používá jako náhražka zemního plynu v dopravě i jinde<sup>3,4</sup>.

Zařízení určené k anaerobnímu rozkladu se obecně nazývá bioplynovou stanicí (BPS). Ta má, ve srovnání s kompostárnou, kde dochází k aerobnímu rozkladu organických látek, podstatně nižší

požadavky na plochu, neuvolňuje pachové emise a z odpadů lze takto získat energii<sup>5</sup>. Bioplynová stanice se zpravidla plní organickou hmotou průběžně, procesy vedoucí k tvorbě bioplynu tak na sebe navazují a nejsou odděleny místně ani časově. Výjimkou je rozběh stanice, případně tzv. vsádkové či víceúrovňové bioplynové stanice, kde fáze rozkladu probíhají odděleně. V takovýchto případech může iniciace tvorby methanu trvat až několik týdnů<sup>6</sup>. Principiálně anaerobní digesce probíhá ve čtyřech na sobě závislých fázích, během kterých směsná kultura mikroorganismů rozkládá biologicky degradovatelnou organickou hmotu<sup>3,7</sup>. K základním fázím procesu patří hydrolýza, acidogeneze, acetogeneze a metanogeneze. Všechny tyto fáze většinou probíhají v plynotěsné nádrži<sup>8,9</sup>, a to za současného působení různých mikroorganismů, z nichž jsou pro samotný vývoj bioplynu nejdůležitější tzv. methanogeny. Během výše uvedených fází probíhají i doprovodné procesy, které se aktivují v průběhu činnosti dalších typů mikroorganismů, jako jsou například homoacetogeny, sulfátoreduktanty a nitrátoreduktanty<sup>10</sup>. Odpadním produktem AD je digestát, tedy zbytek po vyhnívání, který má kašovitou konzistenci. Po ukončení rozkladného procesu se shromažďuje ve skladovacích nádržích a může být použit jako hnojivo. Je-li proces anaerobní digesce veden správně, a i ostatní technologické kroky jsou bez závad, pak digestát nezapáchá a obsahuje v průměru 4 – 8 % sušiny. Po odseparování pevného podílu z digestátu vzniká tzv. separát (tuhý zbytek) a fugát (tekutý zbytek). I obě tyto složky lze použít jako hnojivo. Nevyužití živiny tak mohou být vráceny do půdy<sup>8</sup>. Stručné grafické schéma procesu anaerobní digesce je uvedeno v obrázku 1<sup>11</sup>. Specifikace a seznam biologicky rozložitelných odpadů s ohledem na proces anaerobní digesce je pak uveden ve Vyhlášce č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.



Obrázek 1: Grafické schéma průběhu čtyřfázové anaerobní fermentace (převzato z cit.<sup>11</sup>)

Inventarizace emisí skleníkových plynů z anaerobní digesce (vedená dle IPCC metodik<sup>1</sup> jako dílčí zdrojová kategorie 5.B.2.) pracuje s predikamentem, že emise z národních procesů AD se počítají jako funkce hmotnostních vstupů do procesů AD v kombinaci s příslušným emisním faktorem (EF), tedy



koeficientem popisujícím rychlost, s jakou daná činnost uvolňuje do atmosféry skleníkové plyny. Toto zjednodušení (tzv. top-down approach) nepostihuje komplexní realitu na jednotlivých stanicích, které je možné počítat jednotlivě na základě specifických parametrů a kumulativně do inventury načítat (tzv. bottom-up approach). Problémem je pracnost a datová náročnost tohoto postupu, zejména při předpokladu, že emise z této kategorie by neměly být velké, protože se jedná o kontrolovaný proces, jehož cílem je výroba, zpracování a jímání bioplynu. Je považováno za vhodné pokusit se při výpočtu emisí z kategorie 5.B.2. o kombinaci obou přístupů.

Cílem postupu navrženého v této práci je zpřesnit a kodifikovat metodu výpočtu emisí methanu ze zdrojové kategorie 5.B.2 Biologické zpracování odpadů – anaerobní digesce. Nová metoda zohledňuje top-down i bottom-up národní data, národně specifická aktivitní data a nejnovější poznatky o emisních faktorech, resp. únicích, založené na recentních publikacích. Práce tak má přispět k celkovému zpřesnění hodnot emisí skleníkových plynů vykazovaných v rámci celého Národního inventarizačního systému. Dílčím cílem pak je snaha posunout odbornou debatu a znalosti o emisní situaci v ČR a přispět, byť v limitovaném segmentu, k mezinárodní diskusi o emisích skleníkových plynů ze sektoru odpadů. V neposlední řadě je cílem navržené metody přispět k zefektivnění vlastní práce národních sektorových expertů, kteří zpracovávají inventury v oblasti odpadů v rámci NIS, a budou tak moci odhady této zdrojové kategorie zkvalitnit.

## Experimentální část

### Defaultní metodika

Dle základní metodiky IPCC<sup>1</sup> (tier 1) se postup výpočtu emisí methanu z AD řídí rovnicí, kde hlavními třemi parametry jsou hmotnost odpadu zpracovávaného AD, emisní faktor pro tento typ technologie a odečítá se množství methanu jímaného z provozu, případně flérování či jinak cíleně zneškodněného (rovnice 1):

$$CH_4_{emise} = \sum_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R \quad (1)$$

|                     |  |
|---------------------|--|
| kde: $CH_4_{emise}$ | emise methanu [Gg/rok]   |
| $i$                 | typ nakládání s odpady (anaerobní digesce)                                   |
| $M$                 | je hmotnost organického odpadu odstraňovaného metodou $i$ [t]                |
| $EF$                | emisní faktor pro typ nakládání $i$ a $R$ [g $CH_4$ /kg zpracovaného odpadu] |
| $R$                 | množství jímaného methanu [Gg/rok]   |

### Datová základna

V podmínkách ČR se jedná o data nakládání s odpady zpracovávaná Českou informační agenturou životního prostředí (CENIA), data Ministerstva průmyslu a obchodu (MPO) ze statistického šetření o využívání Obnovitelných zdrojů energie (OZE) a defaultní hodnoty uvedené v manuálu IPCC<sup>1</sup> pro danou technologii. Hodnota  $R$  může být někdy problematická, protože data o jímaném plynu nezohledňují, zda plyn pochází čistě z odpadů, nebo i z jiné vsázky (zemědělské koprodukty a rezidua, kaly apod.) a použitím tohoto tier 1 pro podmínky ČR vychází hodnoty emisí, které jsou na jednotku zneškodněného odpadu (tzv. implied emission factors) řádově jiné než ve světě a než je teoreticky možné, nebo se dokonce dosahuje negativních emisí. Bioplynové stanice v ČR velmi často využívají kromě odpadu i další materiály a hodnota  $R$  tedy přesahuje potenciální množství, které se získá výpočtem z vsázky pouhého odpadu. Možným řešením by bylo do parametru  $M$  zahrnout i ostatní vstupy, protože se ale jedná o produkty – výrobky/materiály, nikoliv odpady, zákonná povinnost tyto ostatní vsázky evidovat neexistuje. V národním měřítku tak tato data nejsou dostupná. Navržena proto byla upravená národní metoda výpočtu, která tento problém zohledňuje a přispívá tak ke snížení výsledné nejistoty vypočtené hodnoty.

## Národní metodika pro zdrojovou kategorii 5.B.2 Anaerobní digesce

Národní metodika anaerobní digesce vychází z principů IPCC<sup>1</sup> a byla dle národní potřeby upravena do následujícího matematického zápisu, který je dále konkretizován (rovnice 2):

$$CH_4\text{ emise} = \sum_i R \times U \times GWP_{CH_4} \quad (2)$$
$$R = \frac{E_{bp}}{50,009}$$
$$U = \frac{\sum_{s=n} U}{n}$$

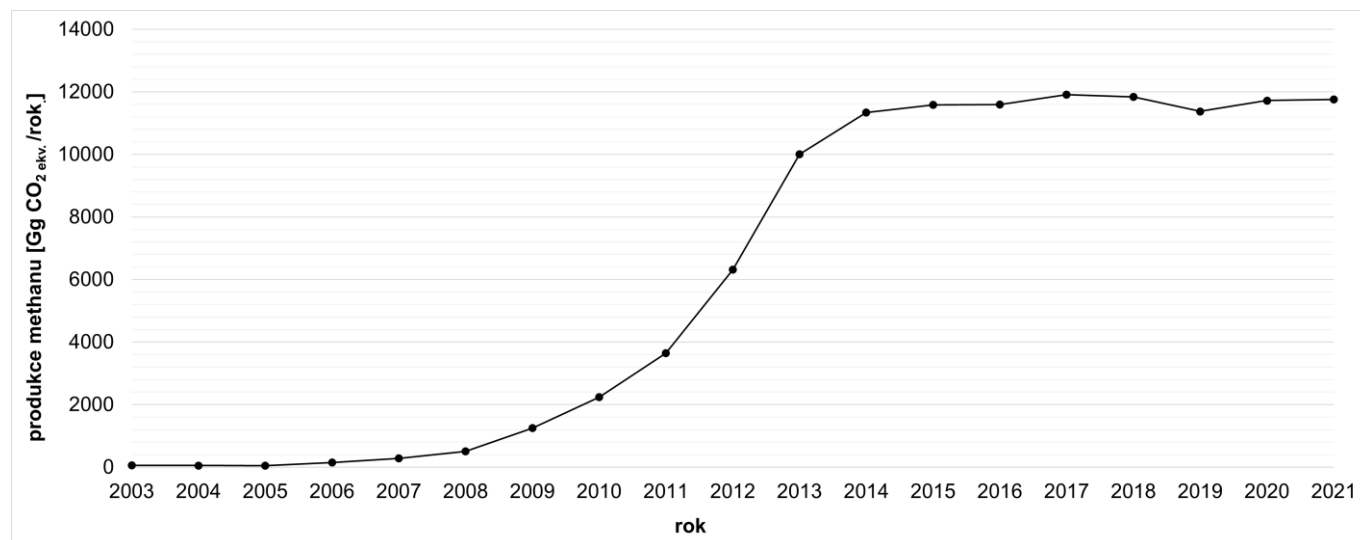
|                     |  |
|---------------------|--|
| $CH_4\text{ emise}$ | emise methanu [Gg $CO_2$ ekv./rok]   |
| $GWP_{CH_4}$        | faktor globálního ohřevu methanu popisující, kolikrát je $CH_4$ efektivnější skleníkový plyn než $CO_2$ (cit. <sup>1</sup> ) |
| $R$                 | množství methanu jímaného provozovatelem bioplynové stanice $i$ (Gg $CH_4$ /rok)   |
| $U$                 | faktor úniku, zlomek popisující únik v poměru k vyrobenému/jímanému methanu (bezrozměrný zlomek)                             |
| $E_{bp}$            | energie paliva – spalné teplo (TJ)   |
| 50,009              | výhřevnost methanu (TJ/Gg)   |

## Výsledky a diskuze

### Množství jímaného methanu $R$

Informace o bioplynu jsou každoročně získávány z Oddělení analýz a datové podpory koncepcí (Odbor strategie a mezinárodní spolupráce v energetice) MPO v podobě produkce energie obsažené v palivu v joulech. Energie obsažená v palivu je ekvivalentem fyzikální veličiny spalného tepla. To je nutno nezaměňovat s výhřevností, což je spalné teplo umenšené o kondenzační energii vody ve spalinách. Protože emisní inventury jsou vedeny v hmotnostních jednotkách, je nutné převést energii obsaženou v palivu na hmotnost paliva, resp. hmotnost methanu. Složení bioplynu se liší zdroj od zdroje, ale všeobecně lze o bioplynu jakékoli výhřevnosti či spalného tepla říci, že jeho hlavní část tvoří methan. Bioplyn sice může obsahovat různé příměsi (například oxid uhelnatý, sloučeniny síry), které teoreticky oxidovatelné jsou a mohou přispívat ke spalnému teplu bioplynu jako celku, ale tento příspěvek je zanedbatelný v porovnání s methanem. Pro účely výpočtu se tedy pracuje s předpokladem, že jediný zdroj energie měřitelný jako spalné teplo je v bioplynu methan. Přes teoretické spalné teplo čistého methanu (50,009 TJ/Gg) se tak dopočte teoretická hmotnost methanu, který byl jímán provozovateli bioplynových stanic. Tento methan zahrnuje i methan, který vznikl anaerobní digescí jiných materiálů než odpadů, nicméně vzhledem k tomu, že do výpočtu nyní nevstupují odpady jako hmotnostní tok, dává výsledek větší smysl než při aplikaci defaultní metodiky dle rovnice 1. Problém nastíněný v kapitole **Datová základna** však do jisté míry přetrvává a je diskutován dále. Ilustrativní produkce methanu obsaženého v bioplynu z BPS v ČR v letech 2003 – 2021 je znázorněna v obrázku 2.

Data o odpadech zpracovaných BPS jsou dostupná jako data o množství odpadu přijatého bioplynovými stanicemi z databáze Informačního systému odpadového hospodářství (ISOH), kterou spravuje CENIA. Jedná se ale pouze o data k bioplynovým stanicím zpracovávajícím odpad, který prošel evidencí odpadového hospodářství, jiná data zahrnutá nejsou. Především z tohoto důvodu data z ISOH posloužila jen pro potřeby tvorby úpravy metody a její ověření, kdy výpočty na základě hmotnostního toku byly použity jako metoda ověření (tzv. check method), že výsledky navrhované upravenou metodou budou ve stejném řádu, byť se číselně budou lišit. Použití metody ověření je dobrou praxí dle IPCC<sup>1</sup>.



Obrázek 2: Produkce methanu obsaženého v bioplynu z BPS v ČR v letech 2003 – 2021

### Zdroje úniků bioplynu z BPS

Záznamy o konkrétních zdrojích uniklých emisí (např. v rámci jednotlivých provozních budov bioplynových stanic, při různých způsobech skladování biomasy, z vad na potrubním vedení apod.) jsou minimální a literatury, která by se tímto fenoménem zabývala takto do hloubky v rámci ČR, je velmi omezené množství. Obecnou představu o hlavních zdrojích úniků a jejich podílu na celkových emisích je zčásti možné si utvořit na základě studií a dat ze zahraničí.

Plynové hospodářství stanice by mělo být za normálního provozu nastaveno tak, aby ztráty tohoto systému byly zanedbatelné (v řádu desetin % celkové výroby)<sup>12</sup>. Za nestandardních situací však k únikům methanu docházet může, a to jak náhodně (chyby v obsluze zařízení, neoptimalizované nastavení procesu, úniky na vstupech, výstupech i potrubí)<sup>13,14</sup>, tak úmyslně. K tomu dochází zejména v situaci, kdy množství vyprodukovaného methanu/bioplynu převyšuje poptávku. Podobná praxe byla doložena především v některých rozvojových zemích (např. Indie, Pákistán), kde data naznačují, že emise methanu z domácích bioplynových zařízení mohou dosahovat až 40 %, což zhruba odpovídá ztrátě 4,5 Tg/rok, tedy 1 % globálních emisí či 10 % emisí z produkce rýže<sup>15</sup>. Množství takto uvolněných emisí se navíc může lišit v závislosti na podnebí. Roční emise CH<sub>4</sub> ze zařízení s objemem 2 m<sup>3</sup> mohou být až 53,2 kg CH<sub>4</sub>/rok v regionech s teplým podnebím a 22,3 kg CH<sub>4</sub>/rok v regionech s chladnějším podnebím. Hodnoty byly vypočteny pro předpokládanou produkci 0,4 m<sup>3</sup> bioplynu/m<sup>3</sup> plochy fermentoru/den, což odpovídá ztrátě 17 %, resp. 14 % bioplynu<sup>14,15</sup>. Pomocí tzv. break-even analýzy bylo dokonce doloženo, že emise z anaerobní digesce v malých bioplynových stanicích (tj. typicky s objemem 6 – 10 m<sup>3</sup> a produkcí 0,1 – 0,3 m<sup>3</sup> plynu/m<sup>3</sup> objemu fermentoru/den) mohou být natolik velké, že negativní dopad na globální oteplování převáží potenciální úspory plynoucí ze sníženého spalování tradičních paliv. V závislosti na typu nahrazovaného paliva může tento „zlom“ nastat, uvolní-li se 3 - 51 % vyprodukovaného bioplynu<sup>15</sup>.

Koncové sklady digestátu, kde může docházet ke zbytkovému vývinu methanu, jsou dalším významným zdrojem jeho emisí v případě, kdy nejsou dostatečně plynotěsně zakryty. Produkce digestátu v BPS může být v některých případech značná. Na každou vyprodukovanou megawatthodinu (MWh) el. energie připadá vyprodukování cca 2 t digestátu v závislosti na složení vstupního substrátu a procesních podmínkách<sup>16</sup>. V součtu s emisemi uvolněnými při delších výpadech spotřeby, například při poruchách či plánovaných odstávkách kogenerační jednotky, jsou ztráty methanu ze skladování digestátu mnohdy významné a mohou dosahovat až jednotek procent roční výroby bioplynu<sup>12</sup>. Doloženy jsou i případy, kdy díky zdržení substrátu v neodpovídajících fermentorech a zároveň nedostatečně uzpůsobených skladech digestátu z hlediska plynotěsnosti, může docházet k emisím CH<sub>4</sub> tak vysokým, že je ve výsledku negativně ovlivněn plánovaný ekologický přínos takového zařízení k omezení a bilanci

emisí ekvivalentu CO<sub>2</sub>. Úniky methanu se v těchto případech mohou pohybovat na úrovni odpovídající 30 – 50 % emisního faktoru pro produkci elektřiny při spalování uhlí<sup>12,17</sup>. Naproti tomu v případě krytých nádrží s digestátem a anaerobních lagun bylo Mezivládním panelem pro změnu klimatu ve zprávě o offsetových metodologiích doporučeno předpokládat 0 – 5 % fugitivních emisí z těchto zařízení<sup>18</sup>.

Studie provedená pod záštitou Dánské energetické agentury a tamního ministerstva ukázala, že jednotlivých zdrojů úniků CH<sub>4</sub> může být i v případě některých zařízení v Evropě opravdu velké množství<sup>19</sup>. Ve 4 sledovaných BPS bylo identifikováno od 8 do 16 jednotlivých zdrojů emisí, zároveň se ale prokázalo, že většina emisí vždy pochází pouze z několika málo z nich. Jedná se zejména o již výše zmíněný otevřený sklad digestátu (53 % emisí v rámci dané BPS), což je v souladu s předchozími studii o emisích CH<sub>4</sub> ze zařízení s otevřenými skladovacími nádržemi digestátu<sup>20,21</sup>. Dalším významným zdrojem emisí může být plynový motor (45 % emisí z dané BPS), kogenerační jednotka (38 % emisí z dané BPS), dále odvětrávací systém budovy (často vč. biofiltru), nádrže pro příjem a míchání biomasy či jednotka pro úpravu bioplynu. Celkově se emise z jednotlivých BPS podařilo v této studii pomocí dálkového průzkumu země (DPZ) stanovit v rozmezí 5,5 – 13,5 kg CH<sub>4</sub>/h, což odpovídalo ztrátě 1,4 – 8,3 % produkce CH<sub>4</sub>. Souhrnný průměr (součet emisí všech čtyř BPS/součet výroby všech čtyř BPS) byl 2,7 %, což je srovnatelné se ztrátami 3,1 % hlášenými ze zemědělské BPS<sup>22</sup> a 0,6 – 2,1 % z BPS zpracovávající čistírenské kaly<sup>21</sup>.

### **Faktor úniku – U**

Výpočet emisí pomocí upravené metody spočívá ve vynásobení dat o vyprodukovaném bioplynu faktorem úniku (U). Emise skleníkových plynů by měly být založeny na sumarizaci možných úniků v rámci celého areálu bioplynové stanice, případně i na poruchách či haváriích. Dle metodiky IPCC<sup>1</sup> se zpravidla jedná o 0 – 10 % vyprodukovaného methanu. V případě, že daný stát nemá vlastní národní data, pak je doporučováno využít jako defaultní hodnotu 5 %. Tento postup je v rámci metodiky IPCC<sup>1</sup> popsán v odstavci o anaerobní digestaci v podkapitole 4.1 Methodological issues. Jak ale ukazuje tabulka 1, kvantifikované emise se ve skutečnosti mohou pohybovat i v mnohem širším rozmezí. Řada států proto přistupuje ke stanovení vlastního faktoru, který je specifitější. Tomuto postupu většinou předchází měřicí monitorovací kampaň v jednotlivých typech BPS, podložená ještě například podrobnou rešerší dostupných literárních a datových zdrojů.

Za účelem získání přesnějších faktorů úniku pro CH<sub>4</sub> než IPCC defaultních<sup>1</sup> byla nejprve prověřena IPCC databáze emisních faktorů EFDB<sup>27</sup>. Databáze poskytla vhodnou studii z Německa<sup>25</sup>, ve které byla pro stanovení emisí methanu z bioplynové stanice v Porýní-Falcku použita metoda dálkového průzkumu země. K odvození míry emisí byl použit model inverzní disperze. Tato technika vyžaduje jedno měření koncentrace methanu pomocí otevřeného laserového absorpčního spektrometru (TDLAS) po větru a proti větru od zdroje, a základní informace o větru, jako je rychlost a směr větru. V nerušených provozních režimech dosahovaly emise methanu v průměru 2,8 g/s, což odpovídá 4 % produkce methanu dané bioplynové stanice. Další relevantní údaje byly zjištěny z NIR Německa vydané v roce 2021<sup>28</sup>. Pro reporting emisí methanu z AD využívá Německo národní EF = 2,800 kg CH<sub>4</sub>/kt bioodpadu, což odpovídá ztrátě 5,7 % z celkové produkce methanu. Tento specifický faktor byl stanoven na základě monitorovacího projektu<sup>29</sup>, v němž byly kalkulovány emise pocházející ze zařízení na digestaci biologického odpadu, který primárně tvoří odděleně sbíraný biologický odpad z domácností, potravinový odpad z jídelen a restaurací a biologický odpad z výroby a zpracování potravin. Nezahrnují se emise z vyhnívání čistírenských kalů.

Technikou inverzní disperze byly měřeny fugitivní emise methanu z bioplynové stanice i v jiných studiích<sup>22</sup>. Sledované zařízení v Kanadě využívá anaerobní digestaci za účelem výroby bioplynu (z hnoje dobytka a jiných organických surovin), který se následně spaluje s cílem vyprodukovat elektřinu (kapacita 1 MW) a teplo. Jedná se tedy o waste-to-energy proces, celkové emise z něj jsou reportovány v rámci energetické kategorie inventarizace, nicméně uvedená metoda měření a zjištěné hodnoty se pro srovnání využít dají. Fugitivní emise související s provozem BPS během čtyř sezónních kampaní byly v průměru stanoveny na 3,2, 0,8 a 26,6 kg CH<sub>4</sub>/h pro období normálního provozu, období údržby, resp. období flérování. Při běžném provozu odpovídalo průměrné množství fugitivních emisí 3,1 % celkové produkce methanu.

**Tabulka 1: Přehled studií kvantifikujících emise methanu z BPS pomocí různých metod (převzato z cit.<sup>23</sup> a doplněno o další relevantní studie)**

| Zdroje emisí   | Typ měření     | Metoda měření  | Ztráty methanu                                | Zdroj |
|--|----------------|--|---|-------|
| Nezakrytá dobytčí kejda v BSP                          | na místě       | Metoda uzavřené komory   | 87 – 176 g m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>    | 23    |
| Příkrmovací komora BPS                                 | na místě       | Metoda uzavřené komory   | 7 – 120 g m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup>     | 14    |
| Prasečí a kravská kejda                                | na místě       | Dynamická FTIR spektrometrie v otevřené komoře   | 16 %  | 23    |
| Kravská ekologická farma                               | na místě       | Metoda disperze trasovací látky (SF6)  | 35 C g m <sup>-3</sup> d <sup>-1</sup> (10 %) | 23    |
| Prasečí farma  | DPZ            | Metoda inverzního disperzního modelování s využitím laserové spektroskopie (TDLAS) a zpětného Lagrangeova stochastického modelu                              | 3 203 gfar m <sup>-1</sup> d <sup>-1</sup>    | 23    |
| BSP zpracovávající statkový hnůj                       | na místě       | Offsetové metody   | 0 – 5 %                                       | 24    |
| Zemědělská BPS   | DPZ            | Metoda inverzního disperzního modelování s využitím laserové spektroskopie (TDLAS) a zpětného Lagrangeova stochastického modelu                              | 3,2 kg h <sup>-1</sup> (3,1 %)                | 2     |
| 10 zemědělských BPS s kogenerační jednotkou            | na místě       | Spektroskopická (TDLAS) a plameno-ionizační (FID) detekce netěsností; kvantifikace emisí z jednotlivých zdrojů s využitím metody statické a dynamické komory | 0,40 – 3,28 %                                 | 20    |
| ČOV  | DPZ            | Metoda disperze stopovacího plynu s jeho řízeným uvolňováním   | 2,07 – 32,7 %                                 | 23    |
| Bioplynové stanice                                     | DPZ            | Metoda inverzního disperzního modelování s využitím laserové spektroskopie (TDLAS) a zpětného Lagrangeova stochastického modelu                              | 7,2 kg h <sup>-1</sup> (4 %)                  | 23    |
| Bioplynová stanice                                     | DPZ            | Metoda inverzního disperzního modelování s využitím laserové spektroskopie (TDLAS) a zpětného Lagrangeova stochastického modelu                              | 2,8 g s <sup>-1</sup> (4 %)                   | 25    |
| Provoz tlakových ventilů BPS                           | na místě       | Explozi odolný snímač rychlosti proudění   | 3,88 %  | 23    |
| BPS zpracovávající kravský hnůj a potravinářské odpady | DPZ            | Metoda inverzního disperzního modelování s využitím laserové spektroskopie (TDLAS) a zpětného Lagrangeova stochastického modelu                              | 19 g d <sup>-1</sup> (12 %)                   | 23    |
| BPS zpracovávající organický odpad                     | DPZ, na místě  | Měření pomocí pozemního dálkového průzkumu a velkoobjemového vzorkovače  | 5 – 25 kg h <sup>-1</sup> (0,6 – 3 %)         | 21    |
| Mokrý proces čištění spalin BPS                        | na místě       | Analyzátor plynu   | 9,90 %  | 23    |
| Zařízení na zpracování biologického odpadu             | DPZ            | Metoda disperze stopovacího plynu s jeho řízeným uvolňováním   | 30,1 kg h <sup>-1</sup>                       | 23    |
| ČOV  | DPZ            | Metoda disperze stopovacího plynu s jeho řízeným uvolňováním   | 1 – 21 %                                      | 23    |
| Skladovací nádrže s digestátem (hnůj)                  | DPZ            | Mikrometeorologická metoda hmotnostní bilance  | 76 g kg <sup>-1</sup>                         | 23    |
| 4 BSP (3 zemědělské a 1 jako součást ČOV)              | na místě i DPZ | Metoda disperze stopovacího plynu s jeho řízeným uvolňováním   | 5,5 – 13,5 kg h <sup>-1</sup> (1,4 – 8,3 %)   | 19    |
| 9 BPS s jednotkou na čištění bioplynu                  | na místě       | Vzorkování a analytická měření   | 0,04 – 1,7 %                                  | 23    |
| 13 BPS zpracovávající ČOV kaly                         | na místě       | Metoda disperze stopovacího plynu s jeho řízeným uvolňováním   | 7,5 %   | 26    |
| 10 BSP zpracovávající zemědělský a organický odpad     | na místě       | Metoda disperze stopovacího plynu s jeho řízeným uvolňováním   | 2,4 %   | 26    |

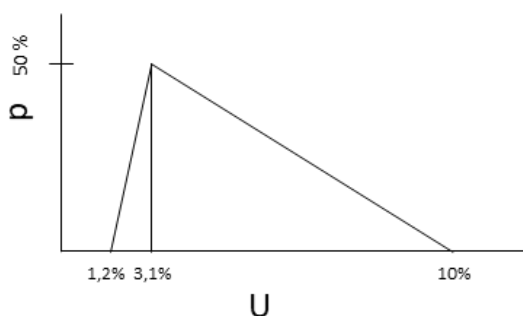
Pozn.: FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) – Infračervená spektroskopie s Fourierovou transformací, SF6 (Sulphur hexafluorid) – fluorid sírový, TDLAS (Tunable Diode Laser Absorption spectroscopy) – Nastavitelná diodová laserová absorpční spektroskopie, FID (Flame Ionization Detection) – Plamenoionizační detekce, DPZ – Dálkový průzkum země, ČOV – Čistírna odpadních vod.

Své vlastní emisní faktory mají dále například i Dánsko 4,2 %<sup>30</sup>, Švýcarsko 1 – 2,5 % s poznámkou, že měření v místě bioplynových stanic neprokázalo závislost mezi množstvím vyprodukovaného bioplynu a unikajícími emisemi, průměrný unik byl v tomto případě stanoven na hodnotu 1,23 t methanu z BPS za rok<sup>31</sup>, dále Japonsko 2 % úniku při podílu methanu v bioplynu 60 %<sup>32</sup>, Lucembursko 3,1 %<sup>33</sup>. Naopak sousední Rakousko do roku 2015 využívalo stejně jako ČR defaultní EF 5 % z produkce bioplynu. Předpokladem však je, že v horizontu let 2016 až 2030 bude únik emisí postupně klesat tak, aby se ustálil na hodnotě 1 %. Důvodem tohoto předpokládaného trvalého poklesu je zavedení legislativního nařízení, které stanovuje, že pro získání povolení k výstavbě nové BPS je nutnost zajistit plynotěsnost zásobníků i uskladňovacích tanků. Vzhledem k tomu, že průměrná životnost bioplynové

stanice je odhadována na 15 let, lze očekávat, že do roku 2030 budou v provozu pouze plynotěsné bioplynové stanice. Stále se však bude předpokládat únik ve výši 1 % a to i po roce 2030<sup>34</sup>.

Na základě provedené rešerše je patrné, že datová základna konkrétních měření emisí methanu z AD v zahraničí existuje. Stanovené národní emisní faktory se však značně liší. Množství datových zdrojů o konkrétních únicích methanu z provozu jednotlivých BPS v ČR je naopak považováno za omezené. Dle dostupných informací se nepodařilo doložit, že by v rámci ČR byl dosud proveden dlouhodobější experimentální či provozní monitoring emisí z AD odpadů, který by poskytl datovou základnu pro výpočet reálně uniklých emisí. Na základě těchto hodnot by pak bylo možné po vzoru řady evropských zemí upravit národní emisní faktor a při výpočtech ho poté používat místo defaultně stanovené hodnoty 5 %.

Na základě výše uvedených data a stanovisek lze demonstrovat, že doporučená default hodnota pravděpodobně převyšuje reálné úniky v průmyslově vyspělých zemích. Zde se pro řádně provozované stanice pohybují emise mezi 1,2 % (Japonsko) až po 4,2 % (Dánsko). Pro Českou republiku by tedy mělo být dobrou praxí používat nižší faktor úniku, než je doporučená základní hodnota. Jako nejpravděpodobnější hodnotu na základě dostupných pramenů bylo navrženo používat střední hodnotu mezi hodnotou základní (5 %) a nejnižší hodnotou (1,2 % Japonsko) s tím, že rozptyl tohoto faktoru bude zohledněn v nejistotě (detailně rozepsáno v kapitole metodiky IPCC Uncertainty management<sup>1</sup>). Navrženo bylo rozdělení pravděpodobnosti parametru  $U$  jako jednoduchou trojúhelníkovou funkci s mezními hodnotami 1,2 %, nejpravděpodobnější hodnotou s 50 % pravděpodobnosti na hodnotu 3,1 % a druhou mezní hodnotou na 10 % (Obrázek 3). Zároveň je třeba důrazně konstatovat, že národní specifický emisní faktor je třeba přesně vyčíslit dle výsledků vlastní měřicí kampaně, která dosud chybí.



**Obrázek 3: Navrhované rozdělení pravděpodobnosti ( $p$ ) faktoru úniku ( $U$ )**

### **Dvojitá započítávání a nejistota**

Inventarizace emisí skleníkových plynů ze sektorů odpadů je obecně zatížena velkými nejistotami. Metodika IPCC<sup>1</sup> odhaduje, že nejistota kategorie v absolutní hodnotě má rozmezí +/- 40 %, což se na rozdíl od energetiky (+/- 3 %) může zdát hodně, ale tato nejistota pramení z obrovské heterogenity procesů v odpadovém hospodářství, roztržitosti datové základny s neharmonizovanými daty a postupy a také z ne vždy přesné znalosti biologických postupů stojících za zdrojovými kategoriemi (např. emise  $N_2O$  z vody). Navíc v oblasti odpadů jsou některé zdrojové kategorie natolik malé (např. kompostování), že náklady na provedení přesné a detailní inventury bottom-up přístupem by mohlo sice snížit nejistotu kategorie, ale za cenu enormních nákladů. V případě, kdy významnost této kategorie je minimální, je z pohledu omezených zdrojů racionální alokovat zdroje na zpřesnění do kategorií, které jsou klíčové. I z tohoto důvodu velmi často není cílem inventarizace emisí skleníkových plynů přijít s absolutní přesnou hodnotou, ale spíše s nejpravděpodobnějším odhadem, a tento transparentně komunikovat na mezinárodní úrovni.

Kategorie AD není považována za zcela bezvýznamnou. Nepatří sice mezi klíčové zdrojové kategorie, tedy kategorie, které v kumulativním součtu od největšího k nejmenšímu tvoří 95 % národní inventury. V budoucnu ale lze očekávat nárůst jejího významu z důvodu podpory využívání obnovitelných zdrojů energie (bioplyn) a také s implementací Plánu obnovy (Recovery Plan) a Zelené

dohody (Green Deal), kdy lze očekávat nárůst objemu AD instalací na našem území. V rámci Zelené dohody by se v Evropě měly postupně zahrnout pod systém emisního obchodování (EU ETS) i další sektory nad rámec stávajících a odpadové hospodářství je jedním z takto diskutovaných sektorů. Evropská zelená dohoda také stanovuje závazné indikátory na snížení emisí z tohoto sektoru. Z těchto důvodů je nutné mířit k vyšším tiers inventarizace a zpřesňovat odhady emisí z této zdrojové kategorie.

Na výstupu z BPS není možné oddělit bioplyn vzniklý z odpadů a bioplyn vzniklý například z kalu či zvířecích exkrementů), proto může docházet ke dvojímu započítání této části emise i v jiné části inventarizace (např. kategorie 5.D nakládání s odpadními vodami či 3.B zemědělství). Na základě průzkumu dat i znalosti metodiky se nezdá, že by toto potenciální dvojí započítání významně ovlivnilo výsledek nad rámec inherentní nejistoty, kterou tato kategorie má, ale při implementaci této metodiky do NIS je nutné tento aspekt konzultovat s příslušnými sektory, kde je anaerobní zneškodňování kalu ošetřeno parametricky (např. zdůvodněným snížením rozmezí faktoru).

### **Návrh metodiky sběru dat o únicích methanu z bioplynových stanic**

S ohledem na rostoucí význam AD je vhodné zvážit naplánování a provedení experimentálního monitoringu emisí methanu ve vytipovaných BPS, např. pro různé kategorie BPS dle jejich výkonu, který lze v ČR očekávat v rozsahu cca 100 kW – 1200 kW. Vhodné je experimentálně podložit i úniky methanu v rámci jednotlivých částí BPS. Zejména u skladu digestátu lze očekávat rozdíly v závislosti na tom, jak je takový sklad konstruován, a zda je plynotěsně zakryt či nikoliv. Experimentální monitoring by měl proběhnout i při různých módech chodu BPS (období flérování vs. standardní chod). Monitoring by bylo možno nastavit například dle metodik využitých ke zpřesnění EF okolními státy či publikovanými v renomovaných mezinárodně recenzovaných periodících. Příkladem může být inverzní disperzní technika<sup>22,25</sup>, monitorovací výzkumný projekt provedený v Německu<sup>27</sup>, či další metody uvedené v tabulce 1.

V případě, že by se na základě měřicí monitorovací kampaně, nutně doplněné i o state-of-the-art review dostupné literatury k problematice emisí skleníkových plynů z AD odpadů, podařilo zjistit reálné úniky emisí methanu, bylo by možno stanovit ještě přesnější národní EF a ten následně využít pro výpočet celkových emisí methanu. V rámci měření by měly být postihnuty zejména tyto části BPS/situace:

- digestát a prostory pro jeho skladování
- množství uniklého plynu při startování a provozu kogenerační jednotky
- množství uniklého plynu při startování a provozu fléry
- potrubní rozvody
- bioplynový reaktor a související rozvody
- havarijní úniky
- skladování materiálu (vstupního, výstupního)
- další zařízení specifická pro danou BPS, kde by mohlo docházet k únikům

Měření je nutno provést na několika stanicích obdobné konstrukce a provozu, případně na různých zařízeních ve více opakováních a za příznivých meteorologických podmínek. Pro zajištění aktuálnosti hodnoty EF je nutno měření po několika letech (např. pěti), nebo po významných legislativních či technologických změnách, opakovat.

### **Ekonomické aspekty**

Technologie anaerobní digesce je jedním z pilířů pro dosažení principů oběhového hospodářství v sektoru nakládání s komunálními a biologicky rozložitelnými odpady, což má reálné pozitivní ekonomické dopady. Intenzivnějším využitím této technologie lze dosáhnout přesunu části odpadů produkovaných municipalitami, občany a potravinářskými a zemědělskými podniky ze skládek či dalších méně ekologických způsobů odstranění/využití směrem k technologii, na jejímž konci je ekonomicky zhodnotitelný produkt/služba (např. el. energie, vytápění). Produkovaný bioplyn je hlavním finančním příjmem BPS, provozovatelé jsou proto vysoce motivováni k maximálnímu využití energetického

potenciálu produkovaného bioplynu a minimalizaci jeho úniků jak v samotné technologii, kdy musí být potenciální úniky na co nejnižší úrovni v souladu s principy správné provozní praxe a technickými normami, tak z jednotlivých součástí BPS (např. úniky reziduálního bioplynu z digestátu). Obecný předpoklad, že úniky jsou zcela minimální, je hlavním důvodem, proč dosud nebylo prováděno systematické sledování zbytkového bioplynu při obligatorních měřeních souvisejících s environmentálními povoleními provozu příslušných zařízení. Realizace navržených způsobů měření bude vyžadovat zajištění finančních prostředků pro provedení měřicí kampaně, která bude základem pro výpočet národního EF.

## Závěry

Navržená metoda výpočtu emisí methanu z procesu anaerobní digesce odpadů (kategorie 5.B.2) povede k výraznému zpřesnění inventarizace emisí skleníkových plynů. Příprava rešeršní části práce nicméně odhalila, že na území ČR dosud nebyl proveden vlastní monitoring, na základě něhož by byl stanoven přesný národně-specifický emisní faktor, který by umožnil inventarizaci na nejvyšší úrovni (tier 3). Ke zpřesnění (hodnota uvedená v kapitole **Výsledky a diskuze**) bylo naopak přistoupeno pouze na základě zhodnocení kampaní a naměřených dat ze zahraničí. V návaznosti na tato zjištění je doporučeno provedení vlastní reprezentativní série měření množství reziduálního methanu na BPS v ČR zejména v digestátu a jeho skladech, resp. dalších zdrojích v rámci BPS, které byly v této práci identifikovány jako významné. Předpoklad minimálního reziduálního množství methanu v digestátu by měl být ověřen i z důvodu ekonomického tlaku na provozovatele BPS k maximálnímu energetickému využití vyprodukovaného plynu v kogeneračních jednotkách příslušné BPS. Následně bude možné dle postupu popsáno v této práci opětovně revidovat faktor úniku (U) a tedy i celkovou emisi.

Oblast AD odpadů není, v porovnání s jinými kategoriemi, v rámci metodik IPCC příliš do detailů rozpracována. Nově navržená metoda tedy může sloužit jako návod i pro ostatní země, jak kalkulaci emisí z AD zpřesnit a jak postupovat v případě snahy o zavedení národního EF.

## Poděkování

Tato práce vznikla v rámci řešení projektu TK 02010056 Rozvoj metodik pro reporting emisí a propadů skleníkových plynů a jejich projekcí, včetně projekcí emisí tradičních polutantů (MEMORESP, 2019-2023), který byl spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu THĚTA.

## Literatura

1. IPCC: *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 5 Waste. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2006.
2. Straka F. a autorský kolektiv: *Bioplyn. Příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů*, GAS s.r.o., Praha 2003.
3. Zhang Q., Jianjun H., Duu-Jong L.: *Renewable Energy* 98, 108 (2016).
4. Albuquerque J. A., De La Fuente C., Ferrer-Costa A.: 2012. *Biomass Bioenergy* 40, 181 (2012).
5. Kuraš M.: *Odpady, jejich využití a zneškodňování*, Český ekologický ústav, Praha 1994.
6. Červená K., Lyčková B., Kučerová L., Bouchalová M., Barabášová T.: *Anaerobní digesce. Biologické metody zpracování odpadů*, VŠB – TUO, Ostrava 2007. <http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/index.html>
7. Koudřa J.: *Bioplynové stanice s mokřým procesem*, Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT), Informační centrum ČKAIT, Praha 2008.
8. Tenza: *Bioplynové stanice*, TENZA, Brno 2017. <http://www.tenza.cz/cz/aktivity/energetika/energeticke-stavby/bioplynove-stanice/>



9. Ochodek T., Koloničný J., Branc M.: *Technologie pro přípravu a energetické využití biomasy: studie v rámci projektu "Možnosti lokálního vytápění a výroby elektřiny z biomasy"*, VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava 2007.
10. Straka F., Ciahotný K.: *Bioplyn. Příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů*. 3. zkrác. vyd., GAS, Praha 2010.
11. Karafiát Z., Vítěz T.: *Biogas transformation of liquid substrates*, výzkumná zpráva, Mendelova univerzita v Brně, Brno 2009.  
[https://mnet.mendelu.cz/mendelnet09agro/files/articles/tech\\_karafiata.pdf](https://mnet.mendelu.cz/mendelnet09agro/files/articles/tech_karafiata.pdf)
12. SEVEn Středisko pro efektivní využívání energie: *Energetická efektivnost bioplynových stanic – Možná opatření pro vyšší stupeň využití bioplynu*, SEVEn 2011. <https://www.czba.cz/files/ceska-bioplynova-asociace/uploads/files/EnEfBPS-komplet.pdf>
13. Nazir M.: *Bioresource Technology* 35, 289 (1991).
14. Khoiyangbam R. S., Kumar S., Jain M. C., Gupta N., Kumar A., Kumar V.: 2004. *Bioresource Technology* 95, 35 (2004).
15. Brunn S., Jensen L. S., Vu V. T. K., Sommer S.: *Renewable Sustainable Energy Rev.* 33, 736 (2014).
16. Dítl P., Nápravník J., Šulc R.: *Biomass and Bioenergy* 96, 180 (2017).
17. Amon T. a 13 spoluautorů: *EU AGRO BIOGAS PROJECT, 2009. XXXIII CIOSTA – CIGR V Conference*, Reggio Calabria – Italy, "Technology and management to ensure sustainable agriculture, agro-systems, forestry and safety", <https://edepot.wur.nl/169548>.
18. EPA: *Climate leaders greenhouse gas inventory protocol offset project methodology for project type: managing manure with biogas recovery systems (Version 1.3)*, Clim. Prot. Partnerships Division/Climate Change Division, Office of Atmospheric Programs, U.S. Environmental Protection Agency, USA (2008).
19. Fredenslund A. M., Hinge J., Holmgren M. A., Rasmussen S. G., Scheutz C.: 2018. *Bioresour. Technol.* 270, 88 (2018).
20. Liebetrau J., Reinelt T., Clemens J., Hafermann C., Friehe J., Weiland P.: *Water Sci. Technol.* 67, 1370 (2013).
21. Reinelt T., Delre A., Westerkamp T., Holmgren M. A., Liebetrau J., Scheutz C.: *Waste Manage.* 68, 173 (2017).
22. Flesch T. K., Desjardins R. L., Worth D.: *Biomass Bioenergy* 35(9), 3927 (2011).
23. Kvist T., Aryal N.: *Waste Manage.* 87, 295 (2019).
24. Martin J. H.: *Methane to markets: international guidance for quantifying and reporting the performance of anaerobic digestion systems for livestock manures*, Contract No. EP-W-07-067, EPA, USA 2008.
25. Groth A., Maurer C., Reiser M., Kranert M.: *Bioresour. Technol.* 178, 359 (2015).
26. Scheutz C., Fredenslund A. M.: *Waste Manage.* 97, 38 (2019).
27. IPCC: Databáze emisních faktorů EFDB. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>
28. National Inventory Report 2021 – Německo: <https://unfccc.int/documents/273433>
29. Cuhls C., Mähl B., Clemens J., Herrmann T.: *Ermittlung der Emissionssituation bei der Verwertung von Bioabfällen*, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Německo (2015).  
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ermittlung-der-emissionssituation-bei-der>
30. National Inventory Report 2021 – Dánsko: <https://unfccc.int/documents/273129>
31. National Inventory Report 2021 – Švýcarsko: <https://unfccc.int/documents/271462>
32. National Inventory Report 2021 – Japonsko: <https://unfccc.int/documents/271503>
33. National Inventory Report 2021 – Lucembursko: <https://unfccc.int/documents/271572>
34. National Inventory Report 2021 – Rakousko: <https://unfccc.int/documents/273471>

## **A new approach in quantification of greenhouse gas emissions from anaerobic digestion in the Czech Republic**

**Ivana KOPECKÁ, Petr BAŽIL, Márton BORÁROS, Jiří VALTA, Miroslav HAVRÁNEK, Zdeněk SUCHÁNEK**

Czech Environmental Information Agency, Moskevská 1523/63, 101 00 Prague, Czech Republic

### **Summary**

*The refinement and codification of the calculation of methane emissions produced during anaerobic digestion of waste is crucial for an adequate inventory of total emissions from the source category of biological waste treatment, which the Czech Republic has committed to fulfilling within the framework of the National Inventory of Greenhouse Gas Emissions and Sinks. The new method takes into account top-down and bottom-up national waste data, nation-specific activity data and the current knowledge on emission factors based on recent foreign and domestic publications. The main sources of biogas leakage within the biogas plant were identified, including the design of a procedure to complement the measurement campaign. Based on the available information and data, the methane emission factor for the Czech Republic was refined to a value of 3.1 % and thus reduced compared to the original default value of 5 %. This step will help to refine and improve the work of the National Inventory System, which processes inventories in the waste sector and other areas of human activity.*

**Keywords:** anaerobic digestion, emissions inventory, methane, waste, waste management, greenhouse gases

# Zakázky supervizí sanačních a rekultivačních projektů

**Zdeněk SUCHÁNEK**

Česká informační agentura životního prostředí, Moskevská 63, 101 00 Praha 10,  
e-mail: [zdenek.suchanek@cenia.cz](mailto:zdenek.suchanek@cenia.cz)

## Souhrn

Cílem článku je představit výsledky analýzy zaměřené na to, zda ve veřejných zakázkách na supervize v oboru sanační geologie nedochází k dumpingu a tím i možnému ohrožení kvality supervizních a sanačních prací. Pro skupinu 135 výběrových řízení na zakázky supervizí sanačních, rekultivačních a revitalizačních projektů zadávaných Ministerstvem financí České republiky a určených na sanaci starých ekologických zátěží v letech 2015-2022 byl proveden podrobný rozbor údajů z veřejných zdrojů - z registrů VZ E-zak a NEN. Vyhodnoceny byly úspěšné i neúspěšné soutěžní nabídky jednotlivých soutěžitelů. Podle počtu a objemu nabídek byly rozlišeny a charakterizovány skupiny soutěžitelů a jejich pravděpodobné firemní taktiky a strategie soutěžení a jejich efektivita v soutěžení. Byly vyhodnoceny požadavky a parametry výběrových řízení, především z pohledu počtu soutěžitelů a zakázek s podezřením na mimořádně nízkou nabídkovou cenu (MNNC). Hodnocen byl rozdíl ceny vítězné nabídky oproti druhé (nevybrané) soutěžní nabídce a rozdíl ceny vítězné nabídky oproti průměrné ceně všech ostatních hodnocených neúspěšných nabídek. V analyzovaných výběrových řízeních byl podíl vítězných nabídek, u kterých mohlo být indikováno podezření na MNNC nečekaně poměrně vysoký. Zadavatel u cca poloviny úspěšných zakázek toto podezření nevyhodnotil a nepožadoval po soutěžiteli vysvětlení nízké ceny. Ze 135 výběrových řízení na supervize bylo zaznamenáno pouze šest případů vyloučení nabídky z důvodu MNNC. Další tři uchazeči vyzvaní k vysvětlení nabídkové ceny z důvodu podezření na MNNC tuto cenu obhájili. Z pohledu cen získaných zakázek tedy patrně nejde zcela o optimální konkurenční trh, neboť vykazuje znaky určité cenové deformace, možná až cenového podbízení. Rozložení počtů a objemů získaných zakázek supervizí mezi soutěžícími firmami je výrazně asymetrické. Z celkem 135 zakázek 3 neúspěšnější firmy měly 58 zakázek, tj. 36 % podíl a prvních 5 firem mělo 49 % podíl na objemu zakázek, což naznačuje tendenci k oligopolní struktuře trhu.

**Klíčová slova:** trh sanačních prací, veřejné zakázky malého rozsahu, Ministerstvo financí ČR, výběrová řízení, hodnocení nabídek, efektivita soutěžení, mimořádně nízké nabídkové ceny, deformace trhu

## 1 Úvod

V oboru sanační geologie je mimořádně významná role tzv. supervize projektů. Od kvality supervizních prací odvisí kvalitní provedení sanačních a rekultivačních prací realizovaných na základě rizikových analýz a projektové dokumentace nápravných opatření. U části veřejných zakázek na sanace kontaminovaných lokalit a supervize projektů dochází podle tradovaného názoru části odborné veřejnosti a soutěžitelů k uplatňování dumpingu a narušení tržní soutěže oligopolními prvky a tím i možnému ohrožení kvality sanačních a supervizních prací.

Cílem článku představit metodiku a výsledky analýzy veřejných zakázek na supervize v oboru sanační geologie a posoudit, zda dochází nebo nedochází k uplatňování dumpingu a tím i možnému ohrožení kvality supervizních a sanačních prací. Analýza je zaměřena na posouzení, zda analyzovaný segment trhu není deformován nabídkami s MNNC nebo zda se systematicky neprojevuje vliv nabídek s poměrně nízkou cenou, a pokud ano, zda taková „podstřelení“ se vyskytují rovnoměrně u většího počtu firem, nebo jen u malé skupiny soutěžitelů.

Pro obor sanační geologie nebyla takto zaměřená studie dosud prezentována. Otázka mimořádně nízkých nabídkových cen a regulérnosti hospodářské soutěže je v České republice středem pozornosti především v oboru stavebních prací dopravní infrastruktury<sup>1</sup>. K problematice MNNC se váže několik doporučení, rozhodnutí Úřadu pro ochranu hospodářské soutěže a judikátů Nejvyššího správního soudu

ČR. V diskusi indikací MNNC bylo přihlédnuto k zahraničním právním úpravám (Polsko, Slovensko) a k příkladům, doporučením a judikátům z Německa a mezinárodních oborových institucí.

Dva hlavní legislativní dokumenty nastavující pro naše právní prostředí základní postupy vypořádání se s mimořádně nízkými nabídkami, resp. s MNNC – Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/24/EU<sup>2</sup> a zákon č. 134/2016, o zadávání veřejných zakázek<sup>3</sup>. Podrobnosti postupu indikace MNNC, resp. parametry např. rozdílu mezi nabídkovými cenami pro indikaci MNNC však tyto předpisy nezahrnují.

Podrobný rozklad rizik spojených s MNNC vč. související judikatury Úřadu pro ochranu hospodářské soutěže a Nejvyššího správního soudu přináší např. Metodika pro posouzení mimořádně nízké nabídkové ceny<sup>1</sup>. K vysvětlení účelu institutu mimořádně nízké nabídkové ceny se uvedená metodika například odkazuje na objasnění v rozsudku Nejvyššího správního soudu<sup>4</sup>: „*smyslem institutu mimořádně nízké nabídkové ceny je ochrana zadavatele proti takovým uchazečům, kteří jednají s cílem zvítězit ve výběrovém řízení předložením ceny, za kterou není možno zakázku realizovat. S tím je spojeno velké nebezpečí, že zakázka nebude z důvodu finančních potíží takového uchazeče realizována, případně její cena, byť by to bylo v rozporu se zákonem, bude dodatečně navýšena*“.

Důvodem pro důkladné vyhodnocování MNNC je i v případě supervizních prací především nebezpečí, že při soutěžení na „nejnižší cenu“ vybraný zhotovitel podhodnotil nutné náklady a nedosáhne splnění zadání bez „ošizení“ objemu a kvality supervizních prací. Taková „nekvalita“ sice nemusí znamenat nesplnění požadovaných formálních závěrů supervize, ale může se projevit v malé jistotě pro zadavatele, že kontrolované práce budou provedeny dle zadávacích požadavků.

Trh sanačních prací má tři hlavní segmenty. Jsou to především projekty sanace kontaminovaných míst (KM) hrazené v rámci ekologických smluv MF ČR. Informace k VZ jsou uvedeny v registru VZ E-zak<sup>5</sup> na profilu zadavatele: [https://mfcr.ezak.cz/profile\\_display\\_2.html](https://mfcr.ezak.cz/profile_display_2.html) a registru NEN<sup>6</sup>. Postup realizace zakázek souvisejících s ekologickými závazky vzniklými při privatizaci a hrazených MF ČR stanovuje společná směrnice MF a MŽP ČR<sup>7</sup>.

Druhý segment tvoří projekty hrazené (spolufinancované) Operačního programu životní prostředí (OPŽP). K tomuto dotačnímu zdroji není k dispozici veřejná evidence projektů, část dat lze čerpat ze seznamu výzev OPŽP<sup>8</sup>. Zakázky supervize jsou obvykle zadávány jednotlivými řešiteli sanačních apod. projektů podle podmínek zákona č. 134/2016 Sb. (ZZVZ)<sup>3</sup>, případně u VZ zadávaných před 1. 10. 2016 podle předchozího zákona č. 137/2006 Sb. V dokumentaci výsledků výběru a zadání projektů podle jednotlivých výzev nejsou data k zakázkám na supervizi uváděna.

Další segment trhu zahrnuje dodavatele prací pro žadatele o dotaci z Národního programu životní prostředí, příp. resortních a krajských programů, Ministerstva obrany ČR, ČEPRO, státní podniky Diamo a Palivový kombinát Ústí, obce, podniky, fyzické osoby a dodavatele pro soukromé nedotované zákazníky. Tato část trhu nebyla analyzována. Další zakázky různých fází průzkumu, analýz rizik, projektování sanačních akcí a supervizí byly nebo jsou zadávány formou VZ především MF ČR, SFŽP, kraji a také v rámci výzkumných a pilotních projektů realizovaných s podporou Technologické agentury České republiky (TAČR), Grantové agentury České republiky (GAČR), resortních programů vědy a výzkumu (VaV), programu LIFE, Norských fondů apod. Zdroji informací pro tuto studii byly především zadávací dokumentace výběrových řízení (uveřejněné v registrech E-zak a NEN), zprávy uložené v Geofondu a informace v záznamech Systému evidence kontaminovaných míst (SEKM)<sup>9,10</sup>.

## 2 Metody a postupy

V související širší analýze veřejných zakázek (VZ) z oboru sanační geologie zadaných především Ministerstvem financí ČR a z části Státním fondem životního prostředí (SFŽP) v období 2012-2022 byla analyzována výběrová řízení (VŘ) na sanace kontaminovaných lokalit (63 zakázek), sanační čerpání (34), analýzy rizik (95), projektovou dokumentaci (25), supervize (135) a na průzkumy / doprůzkumy / doplňkové průzkumy (11). Celkem byla prostudována veřejně přístupná soutěžní dokumentace 363 výběrových řízení.

Na největším z uvedených souborů výběrových řízení – na souboru 135 výběrových řízení na zakázky supervizí sanačních, rekultivačních a revitalizačních projektů zadávaných Ministerstvem financí

České republiky (MF ČR) a hrazených z prostředků určených na sanaci starých ekologických zátěží v letech 2015-2022 byla vyvinuta prezentovaná metodika a struktura podrobné analýzy, prověřeny možnosti vyhodnocení průběhu i výsledků výběrových řízení a to především z pohledu podezření na výskyt mimořádně nízkých nabídkových cen (MNNC) a oligopolních prvků. Byly použity pouze údaje z veřejných zdrojů – z dokumentace veřejných zakázek registrů VZ E-zak a NEN.

Vyhodnoceny byly úspěšné i neúspěšné soutěžní nabídky jednotlivých soutěžitelů. Podle počtu a objemů nabídek byly rozlišeny a charakterizovány skupiny soutěžitelů a jejich pravděpodobné firemní taktiky a strategie soutěžení. Po zohlednění zmetkovitosti (nabídek vyloučených z řízení) byla pro jednotlivé firmy (vč. soutěžících fyzických osob) vyhodnocena jejich efektivita v soutěžení.

Byly rovněž vyhodnoceny požadavky a parametry výběrových řízení, především z pohledu optima počtu soutěžitelů a zakázek s podezřením na mimořádně nízkou nabídkovou cenu. Hodnocen byl rozdíl ceny vítězné nabídky oproti druhé (nevybrané) soutěžní nabídce a rozdíl ceny vítězné nabídky oproti průměrné ceně všech ostatních hodnocených neúspěšných nabídek.

Ve studii byla použita pouze data z veřejně dostupné dokumentace výběrového řízení, tj. bez následné korekce počtu a objemů daných např. odstoupením od smlouvy nebo jejím předčasným ukončením, případně dodatečně změněných objemů. Všechny ceny jsou v Kč bez DPH. Dominantně jde o VZ malého rozsahu. V jednom případě jde o nadlimitní VZ a u jedné zakázky malého rozsahu bylo uplatněno jednání o ceně. Jména firem a fyzických osob (soutěžitelů/dodavatelů) zahrnutých do studie byla pro účel publikování anonymizována přidělením kódového označení (2 nebo 3 písmena).

### **Omezení analýzy z důvodu nedostupnosti dat**

*U 25 úspěšných účastí firem podaných jako sdružení/společnost/konsorcium bohužel není pro jednotlivé společníky či dodavatele v analyzovaných údajích MF ČR uváděn objem účasti na společné zakázce. V těchto případech byly objemy připsány všem společníkům (obvykle dvěma) ve stejné výši. Je pravděpodobné, že reálné objemy u vedoucích / správců sdružení společnosti, resp. konsorcia jsou větší než u dalších společníků. Toto dílčí zkrácení reálných objemů plnění tedy snižuje objemy získaných zakázek těchto vedoucích společníků / správců a zároveň zvyšuje objem plnění společníků.*

## **3 Charakteristiky a rozbor studovaného souboru veřejných zakázek na supervize**

### **3.1 Zadávací dokumentace VŘ na supervize realizovaných MF ČR**

Společným charakterem zadávacích podmínek je použití jediného výběrového kritéria – ekonomické výhodnosti (nejnižší nabídkové ceny), stanovení kvalifikačních podmínek ve vztahu k odborné způsobilosti, požadavek na reference s uvedením realizovaných objemů relevantních prací v předepsaném období. Kód a název číselníku NIPEZ (u VŘ uveřejněných v NEN) je typicky 90714500-0, Kontrola kvality z hlediska životního prostředí.

**Kvalifikační podmínky** obvykle zahrnují požadavek na **prokázání odborné způsobilosti** v daném oboru, ve studovaném souboru VŘ samostatně nebo v kombinaci, zejména:

- Osvědčení odborné způsobilosti projektovat, provádět a vyhodnocovat geologické práce podle Vyhlášky MŽP č. 206/2001 Sb.<sup>11</sup>
- Osvědčení autorizovaného inženýra nebo autorizovaného technika v oboru stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství, vydaného ČKA I podle zákona č. 254/2001 Sb.<sup>12</sup>
- Osvědčení podle požadavků zákona č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě<sup>13</sup>
- Osvědčení o způsobilosti k činnosti koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi vydané firmou akreditovanou MPSV podle nařízení vlády č. 592/2006 Sb.<sup>14</sup>, pro zajištění koordinace bezpečnosti a ochrany zdraví na pracovišti (BOZP) po dobu stavebně sanačních prací (demolic a odtěžeb) v souladu se zákonem č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci<sup>15</sup>.

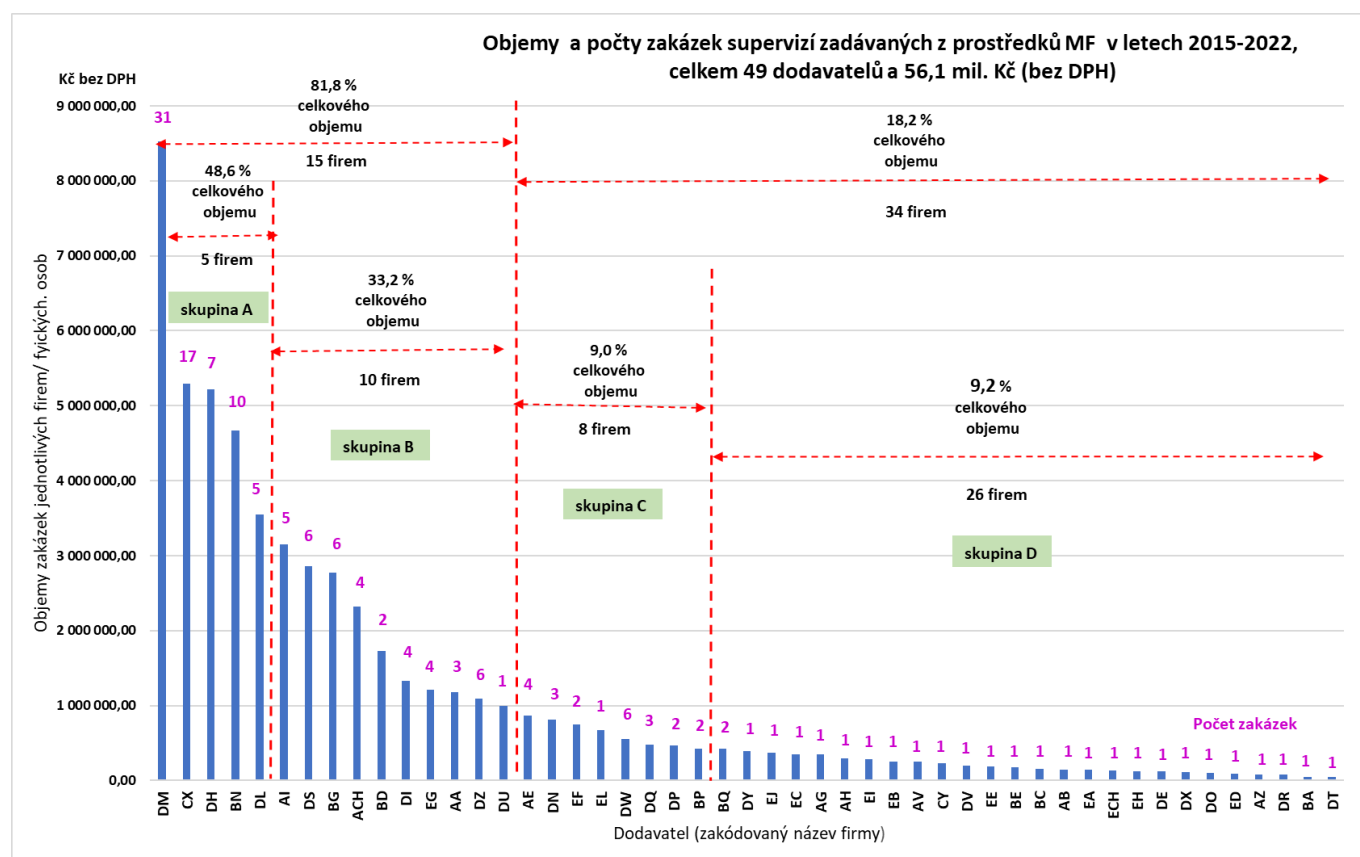
V rámci rozsáhlejší analýzy veřejných zakázek z oboru sanační geologie zadáných Ministerstvem financí ČR v období 2012-2022 bylo analyzováno i 135 VŘ na supervizní práce realizovaných v letech 2015-2022. Z těchto 135 VŘ jde v 134 případech o veřejné zakázky malého rozsahu (limitem do 2 mil. Kč bez DPH) a v 1 případě o nadlimitní veřejnou zakázku. Tematicky jde o zakázky na supervize sanačních prací s.l. (supervize sanačních projektů +/- BOZP), supervize AR/AAR, průzkumů starých ekologických zátěží - SEZ a ochranného čerpání) a rekultivačních s.l. prací (supervize rekultivací, revitalizací, stabilizačních opatření, inženýrských sítí, rekonstrukcí infrastruktury, likvidací důlního díla a zajištění BOZP).

U 8 vítězných nabídek na supervizi byl v soutěži jediný uchazeč, nebo jediný hodnocený uchazeč (po vyloučení dalšího/dalších účastníků). Mezi úspěšnými soutěžiteli 135 VZ na supervize je 49 subjektů (a z toho 8 fyzických osob/OSVČ) vyskytujících se v roli dodavatele, společníka sdružení (soutěžní společnosti) či poddodavatele.

### 3.2 Analýza účastí úspěšných 49 soutěžitelů zakázek supervizí ve VŘ MF ČR

#### 3.2.1 Objemy dodávek

Údaje o 49 úspěšných soutěžitelích, o složení případných sdružení a skladbě subdodavatelů, spolu s nabídkovými/smluvními cenami byly zpracovány do komplexní tabulky ve formátu EXCEL a jsou zobrazeny v grafech – **obrázcích 1 a 2**. Z průběhu křivek kumulativních cen dodávek za jednotlivé firmy a počtu zakázek byly odvozeny hranice zvolených čtyř skupin A1, B1, C1 a D1 a následně dopočítány statistické parametry – průměry a případně mediány skupin a celého souboru dat – viz **tabulka 1**.



**Obrázek 1: Objemy a počty zakázek supervizí ve veřejných soutěžích MF ČR v období 2015-2022**

49 úspěšných uchazečů – dodavatelů – uzavřelo smlouvy na 135 zakázek. Po započtení účastí firem jako druhých společníků sdružení dodavatelů evidujeme 161 úspěšných firemních účastí. Samotná nejúspěšnější firma (kód firmy DM) má výrazný 15,2% podíl na objemu ze všech zakázek.

Celková velikost kumulovaného objemu zakázek těchto 49 firem je 56,1 mil. Kč. Průměrná velikost kumulovaného objemu zakázek jedné firmy je 348,5 tis. Kč. Medián celého souboru je 388,7 tis. Kč. Pro jednotlivé skupiny byly vyhodnoceny průměrné objemy dodávek – viz **tabulka 1**. Dominantní první dvě skupiny (A1+B1) zahrnují 15 firem s objemem 45,9 mil. Kč, tj. 81,2 % celkového objemu. Podíl skupiny A1 („TOP 5“) je 48,6 % celkového objemu a skupiny B1 (10 firem) je pak 33,2 % celkového objemu. Samotná neúspěšnější firma („TOP1“) má 15,2% podíl z celkového objemu.

Z pohledu rozložení objemů jednotlivých úspěšných dodavatelů je zjevné, že dodavatelský trh je co do objemů získaných zakázek v období 2015-2022 a počtu firem „asymetrický“ s dominancí prvních pěti úspěšných firem, které získaly téměř polovinu objemu zakázek. Do jisté míry tedy může jít o trh s oligopolními rysy.

**Tabulka 1: Celkové a průměrné objemy zakázek ve skupinách firem A1, B1, C1 a D1 vymezených podle cen 161 účastí na VZ zakázkách na supervize realizovaných 49 firmami (viz obrázek 1)**

| Skupina    | Počet firem | Celkový objem v Kč | % z celkového objemu | Průměrný objem zakázky na jednu firmu (Kč) | Medián objemu zakázky na jednu firmu (Kč) | Počet zakázek nebo účastí na nich | Průměrný objem zakázky (Kč) |
|------------|-------------|--------------------|----------------------|--|---|-----------------------------------|-----------------------------|
| skupina A1 | 5           | 27 261 918,60      | 48,6                 | 5 452 383,72                               | 5 223 785,00                              | 70                                | 389 455,98                  |
| skupina B1 | 10          | 18 641 250,65      | 33,2                 | 1 864 125,07                               | 1 532 905,75                              | 41                                | 454 664,65                  |
| skupina C1 | 8           | 5 048 290,40       | 9,0                  | 631 036,30                                 | 616 026,50                                | 23                                | 219 490,89                  |
| skupina D1 | 26          | 5 160 902,45       | 9,2                  | 198 496,25                                 | 163 922,63                                | 27                                | 191 144,54                  |
| Celkem     | 49          | 56 112 362,10      | 100                  | 1 145 150,25                               | 378 700,00                                | 161                               | 348 523,99                  |

Níže jsou uvedeny charakteristiky skupin dodavatelů A1, B1, C1 a D1, interpretovaných z grafu kumulovaných objemů (viz **obrázek 1**) a počtů nasmlouvaných dodávek supervizí jednotlivých 49 dodavatelů:

- Skupina A1: **5 dodavatelů** s kumulativními objemy **nad 3,5 mil. Kč** (bez DPH) – od 3,5 do 8,5 mil. Kč. Celková velikost kumulovaného objemu zakázek těchto firem je 27,26 mil. Kč. Průměrná velikost kumulovaného objemu 5,4 mil. Kč. Medián této skupiny je 5,2 mil. Kč. Průměrný objem zakázky je v této skupině menší než ve skupině B1. První dvě firmy mají dokonce průměrný objem zakázek nižší, než je průměr celého studovaného souboru zakázek. Mají dohromady 48 zakázek ze 135, tj. cca 36 % celkového počtu. *U těchto 2 firem je zjevná strategie dosažení vysokého podílu na objemu trhu podáním a vítězstvím ve větším množství VŘ na VZ o menším objemu.*
- Skupina B1: **10 dodavatelů** s kumulativními objemy **mezi 996 tis. Kč a 3,1 mil. Kč** (bez DPH). Celková velikost kumulovaného objemu zakázek těchto firem je 18,64 mil. Kč. Průměrná velikost kumulovaného objemu je 1,86 mil. Kč. Medián této skupiny je 1,53 mil. Kč. Tato skupina má nejvyšší průměrný objem zakázek, cca 25% podíl na počtu všech zakázek a cca 33% podíl na celkovém objemu. *Firemní strategie jsou jak orientace na malý počet zakázek s většími objemy, tak na větší počet zakázek s menšími objemy.*
- Skupina C1: **8 dodavatelů** s kumulativními objemy **mezi 430 tis. Kč a 871 tis. Kč** (bez DPH). Celková velikost kumulovaného objemu zakázek těchto firem je 5,05 mil. Kč. Průměrná velikost kumulovaného objemu je 631 tis. Kč. Medián této skupiny je 616 tis. Kč. Tato skupina s pouze 9% podílem na celkovém objemu zakázek má však 14% podíl na počtu zakázek. Průměrný objem zakázky je cca poloviční než u skupiny s největším průměrným podílem B1. *Jde tedy o firmy cílícími, až na výjimky, na větší počet zakázek s menšími objemy.*
- Skupina D1: **26 dodavatelů** s kumulativními objemy **mezi 44,7 tis. Kč a 430 tis. Kč** (bez DPH). Celková velikost kumulovaného objemu zakázek těchto firem je 5,16 mil. Kč. Průměrná velikost kumulovaného objemu je 198,5 tis. Kč. Medián této skupiny je 163,9 tis. Kč. Podíl na počtu zakázek je cca 17 %, podíl na objemu zakázek je cca 9 %. *Tato skupina zahrnuje dominantně firmy s jedinou úspěšnou zakázkou a menším vysoutěženým objemem zakázky.*

Firemní strategie cílení na menší počet zakázek s většími objemy se minoritně vyskytuje u všech skupin s výjimkou skupiny D1.

### 3.2.2 Počty dodávek

Studovaný soubor zahrnul 161 úspěšných zakázek nebo účastí (ve sdruženích nebo jako subdodavatel nahlášený v nabídce) realizovaných 49 firmami. Jediná – neúspěšnější - firma (DM) měla 31, tj. 19,3 % všech zakázek. První 3 neúspěšnější firmy měly 58, tj. 36 % všech zakázek. Prvních 22 firem se podělilo o cca 86 % zakázek, zbývajících 27 firem mělo pouhých 16,8 % zakázek.

Z pohledu **počtu úspěšných nabídek** je možno rovněž vyčlenit čtyři skupiny firem – A2, B2, C2 a D2 – s více než 9 nabídkami, s 6 a 7 nabídkami, s 2 až 5 nabídkami a s 1 nabídkou. První skupina A2 (tři firmy) má největší podíl na počtu nabídek – 36 % – viz **tabulka 2**.

**Tabulka 2: Skupiny firem podle počtu úspěšných nabídek, resp. zakázek**

| Skupina firem | Počty zakázek vč. účastí ve sdružení dodavatelů nebo jako subdodavatelé | Firma  | Celkem zakázek | % ze všech zakázek |
|---------------|---|--|----------------|--------------------|
| skupina A2    | Více než 9  | 3 firmy, z toho BN 10 zakázek, CX 17 zakázek a DM 31 zakázek | 58             | 36,0               |
| skupina B2    | 6 – 7   | 5 firem  | 31             | 19,2               |
| skupina C2    | 2 – 5   | 14 firem   | 45             | 28,0               |
| skupina D2    | 1   | 27 firem   | 27             | 16,8               |
| Celkem        |   | 49 firem   | 161            | 100,0              |

Ve skupině A2 jsou firmy, které výrazně uspěly ve VŘ evidentně na základě strategie velkého počtu účastí ve VŘ s nízkými, tj. vítěznými nabídkovými cenami a obeláním VŘ zaměřených na spíše menší zakázky. Skupiny B2 a C2 jsou představovány firmami se 2 až 7 zakázkami (47% podíl na počtu všech zakázek) cílícími jak na větší, tak na menší zakázkové objemy. Ve skupině D2 s cca 17% podílem na celkovém počtu zakázek jsou firmy s jedinou úspěšnou nabídkou menšího objemu (cca 9 % z celkového objemu zakázek).

### 3.2.3 Charakteristiky skupin firem podle počtů a objemů úspěšných nabídek

V zaznamenaných 161 účastech firem na veřejných zakázkách na supervize, rekultivace a revitalizace území SEZ vzešlých z výběrových řízení MF ČR uspělo 49 subjektů/firem. Z pohledu počtu získaných zakázek a jejich objemů u jednotlivých firem lze vymežit po čtyřech skupinách úspěšných dodavatelů – viz srovnání dvou rozdělení do skupin v **tabulce 3**.

**Tabulka 3: Srovnání parametrů skupin úspěšných dodavatelů z pohledu objemů a počtů zakázek**

| Skupina | Počet zakázek | Suma cen zakázek v Kč | % podíl na sumě cen zakázek | Skupina | Třídy počtů úspěšných zakázek u jednotlivých subjektů | Počet případů vícero úspěšných zakázek u jednoho subjektu | Celkový počet zakázek | % podíl počtu zakázek | Celkový počet zakázek | % podíl počtu zakázek |
|---------|---------------|-----------------------|-----------------------------|---------|---|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| A1      | 70            | 27 261 918,60         | 48,6                        | A2      | 31  | 1   | 31                    | 19,3                  | 58                    | 36,0                  |
|         |               |                       |                             |         | 17  | 1   | 17                    | 10,6                  |                       |                       |
|         |               |                       |                             |         | 10  | 1   | 10                    | 6,2                   |                       |                       |
| B1      | 41            | 18 641 250,65         | 33,2                        | B2      | 7   | 1   | 7                     | 4,3                   | 31                    | 19,2                  |
|         |               |                       |                             |         | 6   | 4   | 24                    | 14,9                  |                       |                       |
| C1      | 23            | 5 048 290,40          | 9,0                         | C2      | 5   | 2   | 10                    | 6,2                   | 45                    | 28,0                  |
|         |               |                       |                             |         | 4   | 4   | 16                    | 9,9                   |                       |                       |
|         |               |                       |                             |         | 3   | 3   | 9                     | 5,6                   |                       |                       |
|         |               |                       |                             |         | 2   | 5   | 10                    | 6,2                   |                       |                       |
| D1      | 27            | 5 160 902,45          | 9,2                         | D2      | 1   | 27  | 27                    | 16,8                  | 27                    | 16,8                  |
| Celkem  | 161           | 46 501 995,99         | 100,0                       | Celkem  |   | 49  | 161                   | 100,0                 | 161                   | 100,0                 |



Srovnáním parametrů výše vymezených skupin je možno interpretovat pravděpodobné firemní strategie vedoucí k úspěchu co do objemu získaných zakázek:

- **Strategie vítězná** – velký počet dobře zpracovaných - úspěšných nabídek o spíše menším objemu.
- **Strategie úspěšná** – flexibilní přístup k soutěži, předkládání a získání středního počtu (ve studované části trhu nabídek mezi 2 a 7 nabídkami) do VŘ na různě velké zakázky.
- **Strategie ojedinělých úspěchů** – podání a získání ojedinělých zakázek o malém objemu.

Tyto interpretace firemní strategie z pohledu úspěšných zakázek jsou dále ve studii reinterpretovány z pohledu celkové účasti na VŘ, tj. korigovány o interpretaci neúspěšných účastí.

### 3.2.4 Charakteristiky skupin firem podle soutěžení samostatně nebo ve sdružení soutěžitelů

V analyzovaném souboru VŘ byl vyhodnocen také **podíl účastí sdružení** (soutěžních společností) účastníků VŘ, a to pro jednotlivé skupiny úspěšných soutěžitelů vymezené podle počtu získaných dodávek – viz **tabulka 4**.

**Tabulka 4: Srovnání parametrů skupin úspěšných dodavatelů z pohledu soutěžení samostatně nebo ve sdružení soutěžitelů**

| Skupina | Třída počtu zakázek | Počet zakázek | Z toho ve sdružení | Počet zakázek | Z toho ve sdružení | % podíl účastí ve sdruženích na počtu zakázek |
|---------|---------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------------|---|
| A2      | 31                  | 31            | 6                  | 58            | 17                 | 32,7  |
|         | 17                  | 17            | 7                  |               |                    |   |
|         | 10                  | 10            | 4                  |               |                    |   |
| B2      | 7                   | 7             | 5                  | 31            | 7                  | 13,5  |
|         | 6                   | 24            | 2                  |               |                    |   |
| C2      | 5                   | 10            | 2                  | 45            | 17                 | 32,7  |
|         | 4                   | 16            | 6                  |               |                    |   |
|         | 3                   | 9             | 1                  |               |                    |   |
|         | 2                   | 10            | 8                  |               |                    |   |
| D2      | 1                   | 27            | 11                 | 27            | 11                 | 21,2  |
| Celkem  |                     |               |                    |               |                    | 100,0   |
| Celkem  |                     | 161           | 52                 | 161           | 52                 | 32,3  |

Celkový třetinový podíl zakázek, ve kterých uspěla sdružení je evidentně spojen s tím, že mimo klasické supervize sanačních projektů, kde je obvykle požadována odborná způsobilost pro jeden z oborů sanační geologie, je ve studovaném souboru zakázek vysoký podíl supervizí rekultivačních, revitalizačních apod. projektů, kde byly stanoveny další požadavky na odborné způsobilosti v oborech oboru stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství, na osvědčení k výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě a na činnosti bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Toto širší spektrum odborných způsobilostí zjevně nebylo u cca třetiny úspěšných nabídek zajistitelné jinak, než sdružením či subdodávkou jiných firem nebo fyzických osob.

#### Počet úspěšných nabídek na jedno výběrové řízení

Celkem bylo předloženo 161 úspěšných firemních soutěžních nabídek, průměrně na jedno VŘ (135 VZ) připadá 1,2 firemních nabídek. V 8 případech byla předložena pouze jedna nabídka, v 18 případech pouze 2 nabídky. U 110 VŘ byli více než 2 soutěžitelé.

## Účast fyzických osob (OSVČ) na úspěšných zakázkách

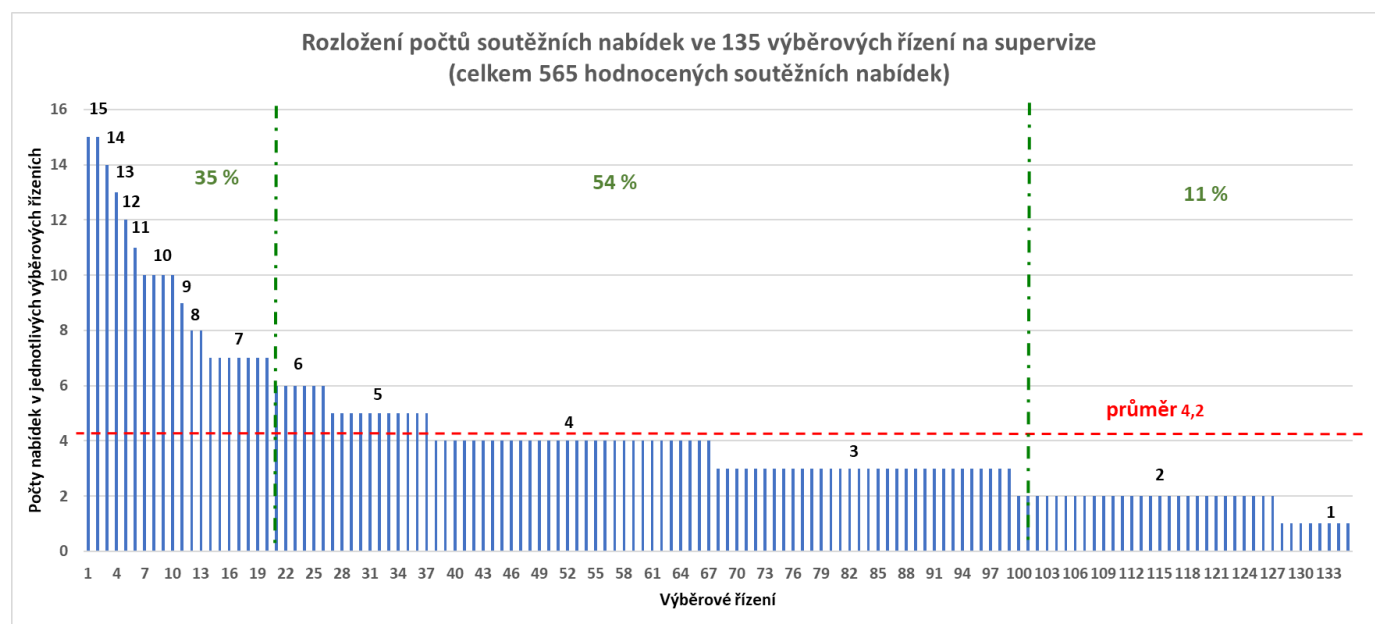
Osm soutěžitelů z 49 úspěšných firem jsou fyzické osoby. Jedna z nich uspěla v 6 případech, jedna ve 3 případech a ostatní v jediném případě. Celkem bylo zjištěno 15 účastí fyzických osob.

### 3.2.5 Charakter trhu z pohledu počtu uchazečů o zakázku

Otevřených výběrových řízení na 135 veřejných zakázek se zúčastnilo 109 firem nebo fyzických osob s celkem 637 nabídkami nebo účastmi na nabídkách. 49 úspěšných firem získalo 161 úspěšných zakázek nebo účastí na nich (ve sdružení nebo jako subdodavatel). 92 firem podalo 476 neúspěšných nabídek nebo účastí na nabídkách. 18 firem s 23 úspěšnými nabídkami nemělo ani jednu neúspěšnou nabídku.

Na 135 realizovaných zakázek připadá průměrně 3,2 neúspěšných nabídek. Na jedno výběrové řízení připadají v průměru 4,2 nabídky (úspěšných a neúspěšných). V 8 VŘ byl pouze jeden soutěžící, u dalších 27 VZ se vybíralo ze dvou nabídek. V jednom případě VŘ se dvěma účastníky se jednalo o řízení s jednáním o ceně. Ostatní VŘ byly organizovány v otevřeném řízení v režimu veřejné zakázky malého rozsahu.

Grafické rozložení počtu nabídek je uvedeno v **obrázku 2**. Z pohledu pouhého celkového počtu subjektů zapojených do trhu dodavatelů je možno konstatovat, že jde o **trh konkurenční**. Do 36 výběrových řízení byly podány pouze 1 nebo 2 hodnocené soutěžní nabídky. Celkem jde o cca 11 % ze všech nabídek. Z toho 8 VŘ mělo pouze jednu (vítězную) nabídku, což představuje 5,9 % ze všech VŘ a 1,4 % ze všech hodnocených nabídek. Je evidentní, že tato málo obesaná VŘ (skupina s 11,3% počtem ze všech nabídek) jsou spíše výjimečná a ve vyhodnocení konkurenčního prostředí z pohledu počtu nabídek je to podíl zanedbatelný. Průměrný počet nabídek na jedno VŘ je nad 4 a může být chápán jako znak dostatečně konkurenčního prostředí. Ve skupině VŘ s více než 7 nabídkami (do maximálního počtu 15 nabídek zaznamenaných ve 2 VŘ) je průměr počtu nabídek na jedno VŘ skoro 10, takže tuto skupinu s 35% počtem ze všech nabídek můžeme hodnotit co do počtů uchazečů jako skupinu s vysoce konkurenčním prostředím. Dominantní část nabídek s počty 3 až 6 představují 54,3 % ze všech nabídek a průměrný počet nabídek na VŘ je 3,9, což odpovídá dostatečné konkurenci z pohledu počtu soutěžících.



**Obrázek 2: Počty nabídek ve 135 výběrových řízení na supervize**

### 3.2.6 Strategie a taktiky soutěžení z pohledu organizace/struktury zhotovitelů

Ve studovaném souboru veřejných zakázek se vyskytují úspěšní soutěžitelé ve třech základních organizačních sestavách:

- **Jeden (samotný) dodavatel** - 109 případů ze 161 účastí firem na zakázkách.
- **Sdružení dodavatelů.** Formálně jde o společnosti ustavené na základě smlouvy k účasti na soutěži a k realizaci zakázky, s určením správce nebo vedoucího společníka a společníka/ů nebo s pořadím společníků. Podíly na ceně nejsou v analyzované dokumentaci VZ ani jednou uvedeny, a proto byly do kalkulace započítány náhradním způsobem v paritním poměru (1:1 v případě dvoučlenného sdružení). Jde o 52 případů ze 161 účastí firem na zakázkách.
- **Jeden dodavatel s nahlášenými subdodavateli** (s uvedenými podíly na ceně dodávky nebo bez uvedení podílů). Ze 49 zakázek byl u jedné zakázky identifikován jeden dodavatel bez uvedení podílu a u jedné zakázky dva subdodavatelé s uvedením podílu (přičtených k objemu získaného firemního plnění).

Pravděpodobné strategie účasti firem na studovaných VZ může ozřejmit především poměr podílů jednotlivých skupin na počtu získaných zakázek a na velikosti finančních objemů získaných zakázek a dále dílčí parametry a charakteristiky účastí firem na VZ. S využitím podkladů shrnutých v **tabulkách 1–4** a **obrázku 1** byla sestavena základní charakteristika 4 odlišných skupin úspěšných soutěžitelů:

- **Nejúspěšnější firmy – tendence vytvářet sdružení dodavatelů, cílení na větší počet menších zakázek.** Tři firmy s nejvyšším počtem získaných zakázek (skupina A2 - nad 9 zakázek) získaly 58, tj. 36,0 % počtu zakázek, ale mají jen 32,9% podíl na sumě cen všech nabídek. Tyto firmy se častěji podílely na sdružení dodavatelů (podíl 32,7 %) a s tím souvisí předpokládané snížení jejich podílu na sumě cen nabídek z důvodu započítání paritních objemů členům sdružení (pro analýzu bylo paritní rozdělení použito kvůli neznalosti skutečných podílů na ceně sdružení). Průměrná velikost objemu získaných plnění pro každou firmu je cca 6,2 mil. Kč, průměrná velikost účasti v zakázce (samostatně nebo ve sdružení) je cca 319 tis. Kč, což je oproti průměrné velikosti účasti v zakázce všech skupin (cca 349 tis. Kč) o cca 9 % menší.
- **Úspěšné firmy – tendence soutěžit samostatně, cílení na menší počet větších zakázek.** Pět firem s 6-7 úspěšnými nabídkami (skupina B2) má celkem 31, tj. 19,2 % z celkového počtu zakázek a zároveň má pouze 22,3% podíl na sumě cen všech nabídek. Skupina těchto firem má nejmenší podíl účastí ve sdruženích soutěžitelů (13,5 %). Průměrná velikost účasti v zakázce (samostatně nebo ve sdružení) je cca 404 tis. Kč a je oproti průměrné velikosti účasti v zakázce všech skupin (cca 349 tis. Kč) o cca 15 % větší. Průměrná velikost objemu získaných plnění pro každou firmu je cca 2,5 mil. Kč.
- **Méně úspěšné firmy – tendence vytvářet sdružení dodavatelů, cílení na menší počet větších zakázek.** Čtrnáct firem se dvěma až pěti úspěšnými nabídkami (skupina C2) má celkem 45, tj. 28,0 % z celkového počtu zakázek a zároveň má 33,4% podíl na sumě cen všech nabídek. Tyto firmy se častěji podílely na sdružení dodavatelů (podíl 32,7 %) a s tím souvisí předpokládané snížení jejich podílu na sumě cen nabídek z důvodu započítání paritních objemů členům sdružení. Průměrná velikost účasti v zakázce (samostatně nebo ve sdružení) je cca 416 tis. Kč a je oproti průměrné velikosti účasti v zakázce všech skupin (cca 349 tis. Kč) o cca 19 % větší. Průměrná velikost objemu získaných plnění pro každou firmu je cca 1,3 mil. Kč.
- **Firmy s ojedinělými zakázkami – tendence soutěžit samostatně, cílení na malé zakázky.** Firmy s jedinou zaznamenanou nabídkou (skupina D2, celkem 27 zakázek) mají celkem 16,8 % z celkového počtu zakázek a zároveň mají 9,2% podíl na sumě cen všech nabídek. Podíl účastí ve sdruženích je ve výši 21,2 %. Průměrná velikost účasti v zakázce (samostatně nebo ve sdružení) je cca 237 tis. Kč a je oproti průměrné velikosti účasti v zakázce všech skupin (cca 349 tis. Kč) o cca 47 % menší. Průměrná velikost objemu získaných plnění pro každou firmu je cca 237 tis. Kč.

### 3.3 Analýza neúspěšných soutěžitelů zakázek supervizí ve VŘ MF ČR

#### 3.3.1 Úspěšné vs neúspěšné nabídky

Veřejných soutěží na 135 zakázek se v období 2015-2022 zúčastnilo celkem 110 firem nebo fyzických osob. 18 z nich bylo vždy alespoň jednou úspěšných (z toho bylo 7 fyzických osob) a nemělo jiné neúspěšné nabídky. Úspěšných firem, které v jiných případech byly i neúspěšné, bylo 31. 61 dalších firem (a fyzických osob) nebylo ani jednou úspěšných – viz **tabulka 5**.

**Tabulka 5: Počty firem ve skupinách podle úspěšnosti soutěžních nabídek**

|  | Vždy alespoň jednou úspěšné firmy | Úspěšné i neúspěšné firmy / fyzické osoby | Ani jednou úspěšné firmy / fyzické osoby |
|--|-----------------------------------|---|--|
| Počet soutěžících firem / fyzických osob | 18                                | 31  | 61                                       |
|  | 49                                |   | 61                                       |
|  | 18                                | 92  |  |
|  | 110                               |   |  |

Celkem bylo 91 firmami předloženo 476 neúspěšných soutěžních nabídek nebo účastí na nabídkách. Průměrně je to 3,5 nabídek/účastí na jedno VŘ.

Zadavatel (MF ČR) VŘ v zápisech (resp. v dokumentech o výsledku výběrového řízení) uváděl jak nabídky, které byly hodnocené (a u nich stanovil pořadí hodnocených soutěžitelů podle zvoleného kritéria – obvykle ekonomické výhodnosti – nabídkové ceny), ale také vyřazené/vyloučené, a tudíž nehodnocené soutěžní nabídky. Důvodem vyřazení obvykle bylo nedodržení požadavků VŘ, např. max. limitu ceny VZMR (3 firmy ve 3 nabídkách, z toho jedna firma 2x), dále z důvodu podjatosti nebo MNNC (6 případů). Pro účely posouzení konkurenceschopnosti, resp. úspěšnosti soutěžení jednotlivých firem byly sledovány i počty a objemy těchto nepodařených nabídek – viz **tabulka 6**.

**Tabulka 6: Analýza počtu a cen neúspěšných nabídek z pohledu hodnocené / nehodnocené nabídky 91 neúspěšných soutěžitelů**

|  | Počet | %     | Suma cen nabídek v Kč bez dph | %     | Průměrná cena nabídky | Poměr počtů hodnocené vs vyloučené | Poměr cen hodnocené vs vyloučené |
|--|-------|-------|-------------------------------|-------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Hodnocené neúspěšné nabídky                        | 444   | 93,3  | 259 855 485,2                 | 89,2  | 585 260,1             | 13,9                               | 8,2                              |
| Vyloučené/vyřazené = nehodnocené neúspěšné nabídky | 32    | 6,7   | 31 622 567,90                 | 10,8  | 988 205,2             |                                    |                                  |
| Celkem hodnocené i nehodnocené neúspěšné nabídky   | 476   | 100,0 | 291 478 053,1                 | 100,0 | 545 914,9             | 13,9                               | 8,2                              |

93 % hodnocených neúspěšných nabídek má cca 90% podíl na kumulované sumě cen všech neúspěšných nabídek. Cca 7 % vyloučených/nehodnocených nabídek má pouze cca 11% podíl na kumulované sumě cen všech neúspěšných nabídek. Vylučovány/nehodnoceny tedy byly nabídky s 1,7x vyšší průměrnou cenou než hodnocené nabídky. Ukazuje to na systémově nižší pečlivost v přípravě větších soutěžních nabídek, což koresponduje s významným podílem neúspěšných nabídek vyloučených pro překročení maximálního limitu veřejných zakázek malého rozsahu.

Hodnocených neúspěšných nabídek bylo cca 14 x více než vyloučených (nehodnocených) neúspěšných nabídek. Co do objemu nabízených cen byl objem cen hodnocených neúspěšných nabídek cca 8 x větší než objem cen vyloučených neúspěšných nabídek. Chyby a nedostatky soutěžních nabídek vedoucí k jejich vyloučení a nehodnocení byly i podle tohoto srovnání spíše v nabídkách s vyšší cenou. Ukazuje na nedostatek kontroly kvality nabídek u některých firem a zejména na zjevné nepochopení výzvy, tj. toho, o jakou kategorii veřejné zakázky se jedná (typicky jde o nerespektování max. limitu VZMR, kterého se dopustily tři firmy ve třech nabídkách).

### 3.3.2 Neúspěšné hodnocené nabídky z pohledu počtů a nabídkových cen

Z pohledu cen a počtů hodnocených neúspěšných nabídek je možné vymezit 4 skupiny neúspěšných uchazečů o zakázky – viz charakteristiky skupin shrnuté v **tabulce 7**.

**Tabulka 7: Charakteristiky 4 skupin neúspěšných uchazečů o dodávky supervizí**

| Skupina    | Počet neúspěšných nabídek | %     | Počet firem | Průměrně nabídek na firmu | Objem neúspěšných nabídek, v Kč | Průměrný objem na firmu, v Kč |
|------------|---------------------------|-------|-------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1. skupina | 142                       | 29,8  | 6           | 24                        | 98 411 803                      | 4 158 245                     |
| 2. skupina | 161                       | 33,8  | 13          | 12                        | 82 620 258                      | 6 671 201                     |
| 3. skupina | 52                        | 10,9  | 9           | 6                         | 29 693 621                      | 4 948 937                     |
| 4. skupina | 121                       | 25,4  | 13          | 24                        | 49 129 803                      | 4 158 245                     |
| Celkem     | 476                       | 100,0 | 41          | 12                        | 259 855 485                     | 22 382 510                    |

Skupiny vymezené na základě statistického rozložení parametrů finančního objemu a počtu nabídek mají tyto charakteristiky:

- **Skupinu 1** tvoří 6 firem s cca 30% podílem z celkového počtu neúspěšných nabídek a s průměrným objemem nabídky ve výši cca 4,2 mil. Kč.
- **Skupinu 2** tvoří 13 firem s cca 34% podílem z celkového počtu neúspěšných nabídek a s průměrným objemem nabídky ve výši cca 6,7 mil. Kč.
- **Skupinu 3** tvoří 9 firem s cca 11% podílem z celkového počtu neúspěšných nabídek a s průměrným objemem nabídky ve výši cca 4,9 mil. Kč.
- **Skupinu 4** tvoří 13 firem s cca 25% podílem z celkového počtu neúspěšných nabídek a s průměrným objemem nabídky ve výši cca 4,2 mil. Kč.

### 3.4 Úspěšnost firemních nabídek

Úspěšnost firmy lze vyjádřit jako podíl úspěšných nabídek na všech nabídkách firmy. Pro firmy s neúspěšnými hodnocenými nabídkami byly do hodnocení zahrnuty také počty a objemy nabídek, které byly z řízení vyloučeny a nebyly proto hodnoceny.

Pro jednotlivé firmy byly vyhodnoceny následující kritéria:

$Ú$  = Úspěšnost: procentní podíl počtu úspěšných nabídek z počtu všech nabídek

$kÚ$  = Koeficient úspěšnosti: počet úspěšných nabídek (resp. účastí na nabídkách) vydělený počtem neúspěšných nabídek (resp. účastí na nabídkách)

$Z$  = Zmetkovitost: procentní podíl počtu vyloučených nabídek (resp. účastí na nabídkách) na počtu všech neúspěšných nabídkách (resp. účastech na nabídkách)

$kZ$  = Koeficient zmetkovitosti: počet hodnocených neúspěšných nabídek (resp. účastí na nabídkách) vydělený počtem vyloučených nabídek

$E$  = Efektivita soutěžení:  $E=Ú - Z$ , úspěšnost snižená o zmetkovitost

$kE$  = Koeficient efektivity soutěžení: koeficient úspěšnosti snižený o koeficient zmetkovitosti

#### 3.4.1 Koeficient úspěšnosti

Koeficient úspěšnosti  $kÚ$  je pro firmy s žádnou úspěšnou nabídkou/účastí roven nule (61 případů ze 110). U neúspěšnější firmy (DM) co do objemu získaných zakázek má  $kÚ$  hodnotu 0,69 (poměr 31 úspěšných nabídek vs. 45 neúspěšných). Hodnota 1 přísluší firmě s vyrovnaným počtem úspěšných a neúspěšných nabídek/účastí. Hodnoty 2, 4 a 6 byly přiřazeny firmám s jednou až třemi úspěšnými nabídkami/účastmi a bez neúspěšných nabídek. Rozložení hodnot je uvedeno v **tabulce 8**.

**Tabulka 8: Rozložení hodnot koeficientu úspěšnosti v souboru hodnocených nabídek**

| Koeficient KÚ - hodnoty a rozmezí | 0,00      | 0,01 – 0,99       | 1,0 - 1,99    | 2,0 | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | Celkem |
|-----------------------------------|-----------|-------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| Počet nabídek/účastí              | 61        | 25                | 5             | 14  | 1   | 3   | 0   | 1   | 110    |
|                                   | 61        | 25                | 24            |     |     |     |     |     | 110    |
| Procentní podíl z celkového počtu | 55,5      | 22,7              | 21,8          |     |     |     |     |     | 100 %  |
| Skupina firem podle úspěšnosti    | Neúspěšné | Relativně úspěšné | Velmi úspěšné |     |     |     |     |     | -      |

Můžeme tedy konstatovat, že firmy se dají podle úspěšnosti dají rozdělit do tří skupin:

- **Neúspěšné firmy.** Jde o firmy bez jediné úspěšné nabídky – koeficient  $kÚ = 0$ . Tvoří 55,5% podíl z počtu firem s hodnocenými nabídkami.
- **Relativně úspěšné firmy.** Jsou to firmy s převahou počtu neúspěšných nabídek nad počtem úspěšných nabídek – koeficient  $kÚ$  mezi 0,01 a 0,99.
- **Velmi úspěšné firmy.** Tyto firmy mají vyrovnaný počet úspěšných a neúspěšných nabídek nebo úspěšné nabídky bez neúspěšných nabídek – koeficient  $kÚ$  mají mezi hodnotami 1 a 6. Tvoří 21,8% podíl z počtu firem s hodnocenými nabídkami.

### 3.4.2 Počty vyloučených, tj. nehodnocených nabídek

U 32 firem byly zaznamenány případy vyloučení nabídek a jejich nezařazení mezi hodnocené nabídky VŘ. 18 firem s neúspěšnými hodnocenými nabídkami podalo celkem 28 nabídek, které byly vyloučené, a tudíž ve VŘ nehodnocené. Rozložení v třídách podle počtů je uvedeno v **tabulce 9**. Čtyři firmy zaznamenaly po jedné vyloučené nabídce, aniž by měly jiné úspěšné či neúspěšné hodnocené nabídky (tzn., že vykazují 100% zmetkovitost).

**Tabulka 9: Rozložení počtů vyloučených nabídek u firem s neúspěšnými nabídkami**

| Třídy počtu vyloučených nabídek             | 3    | 2    | 1    | Celkem  |
|---|------|------|------|---------|
| Počet firem s vyloučenými nabídkami/účastmi | 2    | 6    | 10   | 18      |
| Celkový počet vyloučených nabídek/účastí    | 6    | 12   | 10   | 28      |
| Procentní podíl z celkového počtu           | 21,4 | 42,9 | 35,7 | 100,0 % |

### 3.4.3 Koeficient zmetkovitosti

Koeficient zmetkovitosti  $kZ$  je pro 92 firem s alespoň jednou neúspěšnou zakázkou/účastí u 74 firem roven nule (tj. nemají žádnou vyloučenou nabídku). U 18 firem bylo zaznamenáno 28 případů vyloučení nabídky a byl vyhodnocen koeficient zmetkovitosti. U 9 firem má koeficient hodnotu 0,01 až 0,19, u 7 firem 0,20 až 0,49. 3 firmy mají koeficient v rozmezí 0,50 - 0,99 – viz **tabulka 10**.

**Tabulka 10: Rozložení hodnot koeficientu zmetkovitosti u firem s neúspěšnými nabídkami**

| Koeficient $kZ$ – hodnoty a rozmezí                   | 0,00 | 0,01 – 0,19 | 0,20 – 0,49 | 0,50 – 0,99 | Celkem |
|---|------|-------------|-------------|-------------|--------|
| Počet firem   | 74   | 9           | 6           | 3           | 92     |
| Počet případů vyloučení nabídky                       | 0    | 14          | 7           | 7           | 28     |
| Procentní podíl z celkového počtu vyloučených nabídek | 0    | 50          | 25          | 25          | 100 %  |

### 3.4.4 Efektivita soutěžení

Pro posouzení efektivit soutěžení firmy na trhu veřejných zakázek v oblasti sanační geologie (a příbuzných oborech jako jsou rekultivace a revitalizace území) je důležitou částí vyhodnocení neúspěšnosti účasti ve VŘ, tj. efektivit účasti v soutěži, neboť ta má svou nákladovou stránku, tj. výdaje spojené s počty neúspěšných účastí a náklady na přípravu dokumentace nabídek. Výdaje na neúspěšné hodnocené nebo nehodnocené (tj. vyloučené) nabídky představují pro firmy ekonomickou ztrátu.

Úspěšnost firem v jednotlivých VŘ může být vyjádřena např. koeficientem úspěšnosti, který reflektuje počty získaných a nezískaných zakázek – viz výše. Dalšími možnostmi je vyhodnocení efektivit soutěžení ( $E$ ) v podobě rozdílu procentních podílů úspěšnosti ( $Ú$ ) a procentních podílů zmetkovitosti ( $Z$ ) nabídek, tj. jako  $E=Ú-Z$  nebo vyhodnocení pomocí koeficientu efektivit soutěžení, tak, jak je pojednáno níže.

### 3.4.5 Koeficient efektivit soutěžení

Z pohledu počtů zakázek byl pro vyhodnocení efektivit soutěžení zvolen parametr založený na koeficientu úspěšnosti sníženém o koeficient zmetkovitosti ( $kE = kÚ - kZ$ ). V **tabulce 11** je uvedeno rozložení hodnot koeficientu efektivit soutěžení v souborech úspěšných a neúspěšných hodnocených nabídek. Skupiny sestavené podle míry efektivit soutěžení vyjádřené pomocí koeficientu efektivit soutěžení mají tyto parametry:

- **Nejvyšší efektivita soutěžení** vyjádřená jako  $kE$  je u skupiny 18 firem, které ani jednou neměly neúspěšnou nabídku a podaly 1 až 3 úspěšné nabídky (celkem 23 úspěšných nabídek) a mají hodnoty  $kE$  2, 4 a 6. Do této skupiny můžeme přiřadit i jednu firmu, která uspěla ve třech případech a v jediném případě neuspěla.
- **Vysokou efektivitu soutěžení** má skupina 5 firem se 13 úspěšnými nabídkami s hodnotami koeficientu v rozmezí 1,0 - 1,99.
- **Průměrnou až malou efektivitu soutěžení** má skupina 23 firem s 118 úspěšnými nabídkami s koeficientem v rozmezí 0,01 - 0,99 a skupina 55 firem, které předložily celkem 117 neúspěšných nabídek a nezískaly ani jednu úspěšnou zakázku. V tomto případě má koeficient efektivit hodnotu 0,00.
- **Zápornou efektivitu soutěžení** má skupina 8 firem se 46 neúspěšnými nabídkami a pouze 2 úspěšnými nabídkami.

**Tabulka 11: Rozložení hodnot koeficientu efektivit soutěžení**

| Koeficient $kE$ – hodnoty a rozmezí | -0,01 až -0,75 | 0,00             | 0,01 – 0,99 | 1,0 – 1,99 | 2,0      | 3,0 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | Celkem |
|-------------------------------------|----------------|------------------|-------------|------------|----------|-----|-----|-----|-----|--------|
| Míra efektivit soutěžení            | Záporná        | Průměrná až malá |             | Vysoká     | Nejvyšší |     |     |     |     | -      |
| Počet firem                         | 8              | 55               | 23          | 5          | 14       | 1   | 3   | 0   | 1   | 110    |
|                                     | 8              | 78               |             | 5          | 19       |     |     |     |     | 110    |
| Podíl na celkovém počtu firem       | 7,3            | 70,9             |             | 4,5        | 17,3     |     |     |     |     | 100 %  |
| Počet neúspěšných nabídek           | 46             | 117              | 301         | 11         | 0        | 1   | 0   | 0   | 0   | 476    |
| Počet úspěšných nabídek             | 2              | 0                | 118         | 15         | 14       | 3   | 6   | 0   | 3   | 161    |

Koeficienty efektivit soutěžení byly v grafech konfrontovány s počty neúspěšných nabídek/účastí a s počty úspěšných nabídek/účastí. Podle typů asociací – kombinací počtů nabídek a hodnot  $kE$  byly v grafech vymezeny vždy 4 skupiny – **A, B, C, D** a **E, F, G, H**.

Můžeme konstatovat, že **nejvyšší efektivita soutěžení** vyjádřená jako  $kE$  je u skupiny firem (A), které ani jednou neměly neúspěšnou nabídku a mají hodnoty 2, 4 a 6. Ve srovnání s počty úspěšných nabídek mají firmy s touto vysokou efektivitou počet 2 až 3 úspěšných nabídek nebo počet jedné úspěšné zakázky – skupiny (E) a (F).

Ve skupině (B) s 1-2 nabídkami objevují u 40 firem výjimečně – pouze ve třech případech – firmy s koeficientem efektivit soutěžení s hodnotami 1, 1 a 3. Hodnoty koeficientu ve výši 1 až 3 se vyskytují

ve skupině (F), (E) i (G). Hodnoty koeficientu do 1,0 se vyskytují pouze ve skupinách (C) a (D) ve srovnání s neúspěšnými nabídkami. U úspěšných nabídek se tyto nízké hodnoty vyskytují převážně ve skupinách firem (G) a (H).

Záporná efektivita s  $Ek$  ve výši -0,01 až -0,75 je u neúspěšných nabídek ve skupinách (C) a (D). U úspěšných nabídek je jediná záporná hodnota  $Ek$  ve výši -0,33 (1 úspěšná na 4 neúspěšné nabídky a jedna vyloučená nabídka) ve skupině (H).

V **tabulce 12** je uvedeno srovnání charakteristik výše popsaných skupin firem, s cílem určení hlavních rysů skupin firem podle jejich úspěšnosti ve studovaných výběrových řízeních a zobecnění v podobě vymezení dvou skupin firem soutěžících na trhu supervizních prací – firem s malou mírou efektivitvity soutěžení a firem s vysokou mírou efektivitvity soutěžení. Tento poznatek lze pak využít v rozlišování druhů firemních strategií v soutěžení na daném segmentu trhu sanačních (apod.) prací.

**Tabulka 12: Efektivita soutěžení ve srovnání s parametry skupin úspěšných a neúspěšných firem**

| Efektivita soutěžení $kE$                     | -0,01 až -0,75 | 0,00              | 0,01 – 0,99 | 1,0 – 1,99     | 2 – 6    |
|---|----------------|-------------------|-------------|----------------|----------|
| Míra efektivitvity soutěžení (viz tabulka 14) | záporná        | nízká až průměrná |             | vysoká         | nejvyšší |
| $kE$ vs úspěšné nabídky                       |                |                   | G, H        | E, F, G        | E, F     |
| $kE$ vs neúspěšné nabídky                     | C, D           | B                 | C, D        | B              | A        |
| $kE$ vs neúspěšné/ úspěšné                    | B, C, D / G, H |                   |             | A, B / E, F, G |          |
| Rámcová míra efektivitvity soutěžení          | malá           |                   |             | vysoká         |          |

### 3.4.6 Souhrnné vyhodnocení skupin firem podle výkonnosti a konkurenceschopnosti

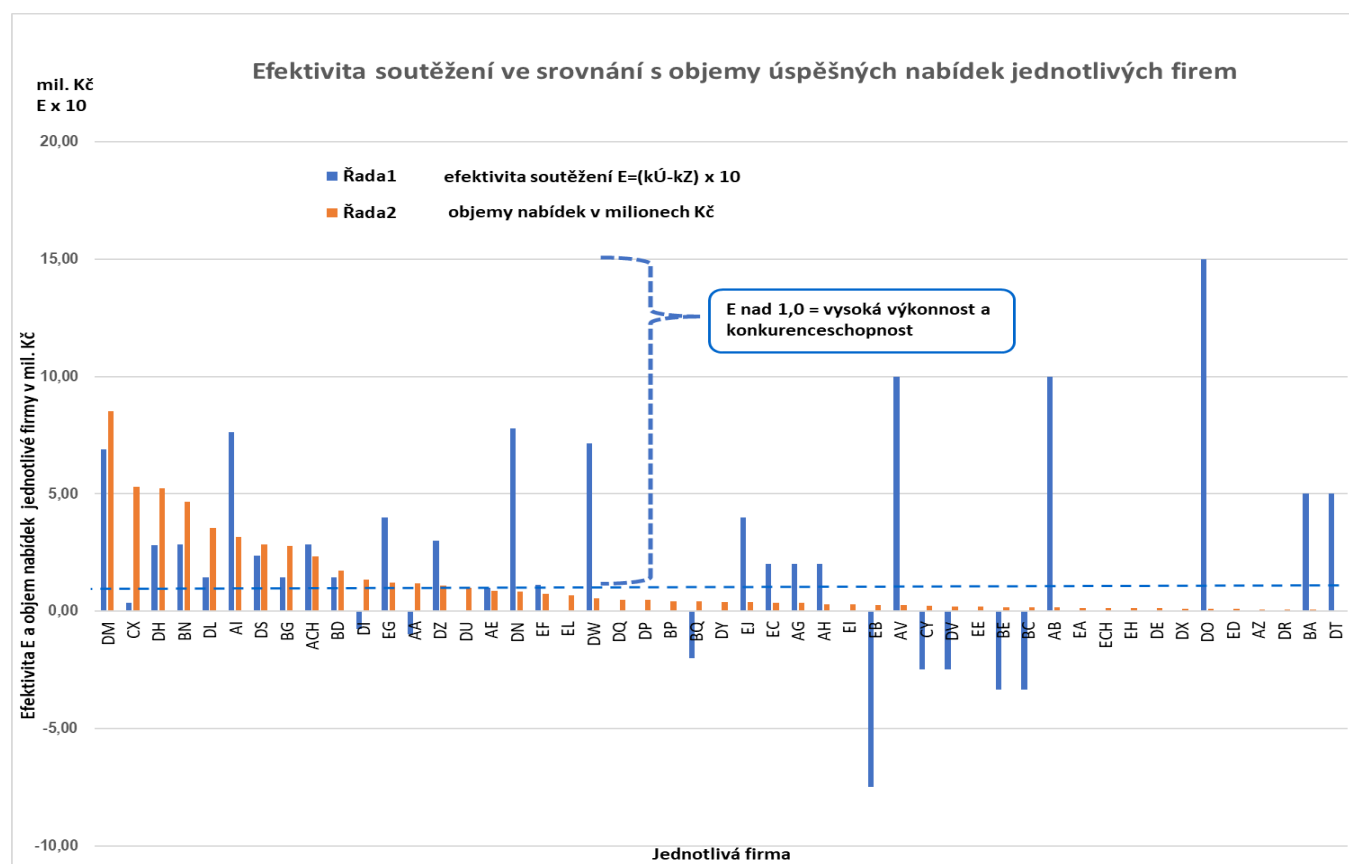
Výše v **tabulce 11** jsou uvedeny parametry a skupiny firem podle úspěšnosti firem. V následující **tabulce 13** je uvedeno celkové srovnání s rozříděním firem do skupin podle koeficientu efektivitvity soutěžení a dovozeno rozčlenění celého souboru soutěžících firem podle celkové výkonnosti (a konkurenceschopnosti) na trhu supervizí na firmy s průměrnou a nízkou výkonností a firmy s vysokou výkonností.

**Tabulka 13: Rozčlenění souboru soutěžících firem podle celkové výkonnosti**

| Efektivita soutěžení $kE$   | -0,01 až -0,75                                    | 0,00              | 0,01 – 0,99       | 1,0 – 1,99                             | 2 – 6    |
|---|---|-------------------|-------------------|--|----------|
| Skupiny firem podle míry efektivitvity soutěžení (viz tabulka 14) | záporná   | nízká až průměrná |                   | vysoká                                 | nejvyšší |
| Skupiny firem podle úspěšnosti                                    | neúspěšné   |                   | relativně úspěšné | velmi úspěšné                          |          |
| Rámcová míra efektivitvity soutěžení                              | malá  |                   |                   | vysoká                                 |          |
| Celkový charakter výkonnosti a konkurenceschopnosti firem         | průměrná až nízká výkonnost a konkurenceschopnost |                   |                   | vysoká výkonnost a konkurenceschopnost |          |



Na základě výše provedených analýz a rozvahy k specifikovaným typům charakteristik firemního profilu je tato charakteristika přiřaditelná k jednotlivým soutěžícím firmám – viz **obrázek 3**.



**Obrázek 3: Efektivita soutěžení ve srovnání s objemy úspěšných nabídek supervizí 49 firem**

Sledujeme-li jakou mají jednotlivé firmy výkonnost (a konkurenceschopnost) ve vztahu k objemu získaných zakázek (viz **obrázek 3**), tak vidíme, že u získaných objemů nad 0,5 mil. Kč mají firmy  $E$  nad 1,0 v 15 případech z 20 a zápornou efektivitu pouze ve 2 případech. U objemů pod 0,5 mil. Kč mají firmy  $E$  nad 1,00 pouze v 9 případech z 29 a  $E$  se zápornou hodnotou v 6 případech. V souhrnu tedy lze vysokou výkonnost spojovat spíše s firmami s většími objemy získaných zakázek, nicméně část firem může vykazovat vysokou výkonnost i při menších objemech získaných zakázek.

### 3.5 Vyhodnocení parametrů výběrového řízení

Součástí studie bylo rovněž posouzení charakteru a parametrů výběrových řízení na realizaci veřejných zakázek supervizí sanačních a/nebo rekultivačních projektů financovaných z prostředků MF ČR na odstraňování starých ekologických zátěží.

Základním rysem studovaných VŘ je zadavatelem stanovený výběr dodavatele podle ekonomické výhodnosti hodnocené podle jediného kritéria – nejnižší nabídkové ceny. Mezi dalšími kvalifikačními podmínkami jsou např. požadavky na odbornou způsobilost soutěžitele a odborné reference z posledních let před vyhlášením výběrového řízení.

V trhu dodávek supervizí sanačních a rekultivačních prací zadávaných MF ČR se zaměříme na ověření, zda se neuplatňuje cenové podbízení (indikované např. mimořádně nízkými nabídkovými cenami – MNNC), na to, zda se nevyskytuje větší podíl nápadně nízkých nebo neobvykle vysokých nabídkových cen a na to, které vítězné firmy a v jakém objemu plnění se na celkovém objemu vypisovaných veřejných zakázek účastnily.

### 3.5.1 Charakteristika VŘ MF ČR na zakázky supervizí sanačních a/nebo rekultivačních projektů

Pro vyhodnocení cenových poměrů nabídek v jednotlivých VŘ byla v naší studii zvolena dvě kritéria:

- **procentní rozdíl nižší ceny vítězné nabídky oproti ceně druhé (nevybrané) soutěžní nabídky.** Kritérium a jeho použití pro indikaci MNNC není jmenovitě zahrnuto do legislativy EU ani ČR. Toto kritérium se také může chápat jako míra dosažené „úspory nákladů“ pro zadavatele. Je použito např. ve slovenském zákoně<sup>16</sup> a také v německé jurisdikci<sup>17,18</sup>;
- **procentní rozdíl ceny vítězné nabídky oproti průměrné ceně všech ostatních hodnocených neúspěšných nabídek.** Toto kritérium by mělo charakterizovat míru „podstřelení“ vítězné nabídky oproti hypotetické „optimální“ průměrné ceně poptávaných supervizních prací na trhu sanačních prací. Pro indikování MNNC je toto kritérium použito ve slovenském zákoně<sup>16</sup>.

V jiných legislativních, právních a oborových postupech stanovování MNNC se používá také konstrukt „ceny na trhu obvyklé“ nebo „obvyklé tržní ceny“<sup>19</sup>, „odhad hodnoty zakázky“ / „odhad nákladů zakázky“<sup>17, 20</sup> nebo „předpokládaná hodnota veřejné zakázky“.

Je používáno také kritérium rozdílu ceny vítězné nabídky oproti průměrné ceně všech nabídek (zahrnutí vítězné ceny do průměrování pochopitelně toto kritérium trochu statisticky diskvalifikuje) – např. v polském zákoně<sup>21</sup>, v Rozhodnutí ÚOHS<sup>22, 23</sup> a ve stanovisku mezinárodní asociace EIC<sup>24</sup>.

Ojedinelý a v legislativě nereflektovaný je návrh na použití statisticky vhodnějšího mediánu cen ostatních nabídek pro výpočet rozdílu cen, místo aritmetického průměru<sup>25</sup>.

### 3.5.2 Kritérium rozdílu cen mezi vítěznou a druhou nejnižší nabídkou

Pro každé ze 135 VŘ byly v podkladových tabulkách zaneseny a vyhodnoceny cenové parametry soutěžních nabídek podle údajů v dokumentaci k VŘ v dané elektronické evidenci VZ (E-zak a NEN). Základní charakteristiky a data studovaného souboru VŘ jsou souhrnně uvedeny v **tabulce 14**.

**Tabulka 14: Vyhodnocení rozdílů cen mezi vítěznou a druhou nejnižší nabídkou (v Kč bez DPH)**

| Typ prací a počet analyzovaných VZ            | Suma cen všech nabídek bez DPH  | Analýza cen vítězných nabídek oproti ceně 2. nejnižší nabídky |               |                                  |                 |                                       |               |                 |
|---|---|---|---------------|----------------------------------|-----------------|---------------------------------------|---------------|-----------------|
|   |   | Průměrná cena nabídky   | Počet nabídek | Rozdíly 1. a 2. nabídky všech VZ |                 |                                       | Počet případů |                 |
|   |   |   |               | Suma rozdílů                     | Průměrný rozdíl | % průměrný rozdíl ze sumy rozdílů cen | Počet         | % z 135 případů |
|   | <b>56 112 362,10</b>  | 344 247,62  | <b>135</b>    | <b>31 591 380,34</b>             | 234 010,22      | <b>36,0</b>                           | 135           | 100             |
| Supervize sanačních a rekultivačních projektů | Minimální rozdíly cen 1. a 2. nabídky - do 2 % z druhé nabídkové ceny, z toho v 8 případech jde o jedinou nabídku |   |               | <b>34 954,95</b>                 | 2 330,33        | <b>0,47</b>                           | 15            | 11,1            |
|   | Nízké a střední rozdíly 1. a 2. nabídky - mezi 2 a 10 % z druhé nabídkové ceny                                    |   |               | <b>797 740,60</b>                | 28 490,74       | <b>6,08</b>                           | 28            | 20,7            |
|   | Vysoké hodnoty rozdílů 1. a 2. nabídky v rozmezí od 10 % do 20 %  |   |               | <b>1 598 171,60</b>              | 53 272,39       | <b>13,53</b>                          | 30            | 22,2            |
|   | Velmi vysoké rozdíly 1. a 2. nabídky - nad 20 %   |   |               | <b>29 160 513,19</b>             | 470 330,86      | <b>52,68</b>                          | 62            | 45,9            |
|   | Nápadně vysoké hodnoty nad limit 10 %   |   |               | <b>30 758 684,79</b>             | 334 333,53      | <b>45,80</b>                          | 92            | 68,1            |

Suma procentních rozdílů ceny vítězné nabídky z ceny druhé nabídky je 2 891,71, průměrný rozdíl je pak 21,41 % (průměr průměrů). Rozdíly cen 1. a 2. nabídky byly vyhodnoceny pro 4 velikostní třídy – do 2 %, mezi 2 a 10 %, mezi 10 a 20 % a nad 20 %. Ukazuje se, že nad 20% rozdíl cen má ve studovaném souboru cca 46 % VŘ (průměr této třídy je cca 53 %) a nad 10% rozdíl cen má cca 68 % nabídek (průměr dvou tříd s hodnotami nad 10 % je cca 46 %). Již z pohledu tohoto kritéria pro indikaci MNNC je zjevné, že ve studovaném souboru VŘ je výskyt tak vysokého podílu nabídek s podezřením na MNNC velkým problémem.

### 3.5.3 Kritérium rozdílů cen mezi vítěznou a průměrnou cenou ostatních hodnocených neúspěšných nabídek

Pro posouzení míry rozdílů cen mezi vítěznou nabídkou a cenami nabídek v konkrétním VŘ bylo zvoleno kritérium rozdílů ceny mezi vítěznou nabídkou a průměrnou cenou ostatních nabídek. Mimo použitý výpočet aritmetickým průměrem byly pro srovnání stanoveny mediánové hodnoty rozdílů cen.

Základní charakteristiky a data studovaného souboru VŘ jsou uvedeny v **tabulkách 15 a 16**.

**Tabulka 15: Vyhodnocení rozdílů cen mezi vítěznou cenou a průměrnou cenou ostatních hodnocených nabídek (v Kč bez DPH)**

| Typ prací a počet analyzovaných VZ            | Suma cen všech nabídek bez DPH                 | Analýza cen vítězných nabídek oproti průměrné ceně všech ostatních hodnocených nabídek |               |   |  |   |  |                         |                             |          |            |
|---|--|--|---------------|---|--|---|--|-------------------------|-----------------------------|----------|------------|
|   |  | Průměrná cena nabídky  | Počet nabídek | Rozdíly cen 1. nabídky oproti průměrným cenám všech ostatních nabídek |  |   |  | Počet ostatních nabídek |                             | Počet VZ |            |
|   |  |  |               | Suma průměrných cen ostatních nabídek                                 | Průměrná cena průměrné ostatní nabídky | Suma % rozdílu ceny průměrné ostatní nabídky a ceny vítězné nabídky | Průměr ze sumy % rozdílů (průměrů průměrů) | Počet ostatních nabídek | % z počtu ostatních nabídek | Počet VZ | % počtu VZ |
| Supervize sanačních a rekultivačních projektů | 56 112 362,10                                  | 344 247,62   | 135           | 98 873 801,19   | 229 939,07                             | 4 783,23  | 35,43                                      | 430                     | 100,00                      | 135      | 100,00     |
|   | Minimální hodnoty rozdílů 0-1,9 %              |  |               | 1 035 620,00  | 345 206,67                             | 4,58  | 0,42                                       | 3                       | 0,7                         | 11       | 8,1        |
|   | Nízké hodnoty rozdílů 2-9,9 %                  |  |               | 7 103 730,00  | 546 440,77                             | 51,18   | 6,40                                       | 13                      | 3,0                         | 8        | 5,9        |
|   | Střední hodnoty rozdílů 10-19,9 %              |  |               | 7 245 797,48  | 362 289,87                             | 153,65  | 13,97                                      | 20                      | 4,7                         | 11       | 8,1        |
|   | Vysoké hodnoty rozdílů 20-29,9 %               |  |               | 7 916 976,23  | 141 374,58                             | 339,89  | 24,28                                      | 56                      | 13,0                        | 14       | 10,4       |
|   | Velmi vysoké hodnoty rozdílů nad 30 %          |  |               | 76 708 199,48   | 226 947,34                             | 4 443,34  | 48,83                                      | 338                     | 78,6                        | 91       | 67,4       |
|   | Celkem - nápadně vysoké hodnoty nad limit 20 % |  |               | 84 625 175,70   | 214 784,71                             | 4 783,23  | 45,55                                      | 394                     | 91,6                        | 105      | 77,8       |

Suma procentních rozdílů ceny vítězné nabídky od průměrné ceny ostatních nabídek je 4 992,35 a průměrný rozdíl je pak 36,98 % (průměr průměrů).

Rozdíly cen vítězné nabídky a průměrné ceny ostatních nabídek byly vyhodnoceny pro 5 velikostních tříd – do 2 %, mezi 2 a 10 %, mezi 10 a 20 %, mezi 20 a 30 % a nad 30 %. Rozložení hodnot v těchto třídách je uvedeno v **tabulkách 15 a 16** (postupné sdružování tříd).

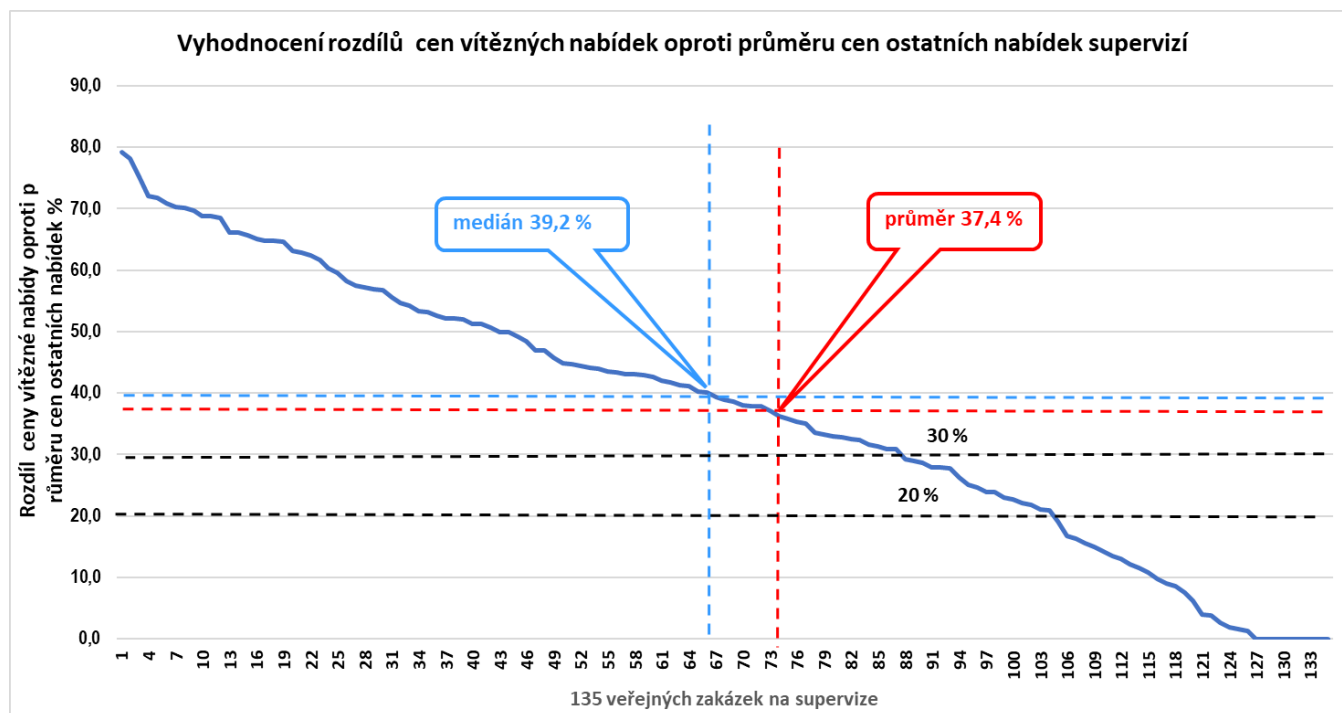
**Tabulka 16: Sdružování tříd rozdílů cen mezi vítěznou cenou a průměrnou cenou ostatních hodnocených nabídek**

|                                       | Průměr ze sumy % rozdílů (průměrů průměrů) | Počet VZ | Počet ostatních nabídek | Průměr ze sumy % rozdílů (průměrů průměrů) | Počet VZ | Počet ostatních nabídek | Průměr ze sumy % rozdílů (průměrů průměrů) | Počet VZ | Počet ostatních nabídek | Hodnocení rozdílů                        |
|---------------------------------------|--|----------|-------------------------|--|----------|-------------------------|--|----------|-------------------------|--|
| Minimální hodnoty rozdílů 0-1,9 %     | 0,42                                       | 11       | 3                       | 2,93                                       | 19       | 16                      | 6,98                                       | 30       | 36                      | Nízké až střední hodnoty rozdílů do 20 % |
| Nízké hodnoty rozdílů 2-9,9 %         | 6,40                                       | 8        | 13                      |  |          |                         |  |          |                         |  |
| Střední hodnoty rozdílů 10-19,9 %     | 13,97                                      | 11       | 20                      |  |          |                         |  |          |                         |  |
| Vysoké hodnoty rozdílů 20-29,9 %      | 24,28                                      | 14       | 56                      | 24,28                                      | 14       | 56                      | 45,55                                      | 105      | 394                     | Nápadně vysoké hodnoty rozdílů nad 20 %  |
| Velmi vysoké hodnoty rozdílů nad 30 % | 48,83                                      | 91       | 338                     | 48,83                                      | 91       | 338                     |  |          |                         |  |
| Celkem                                | -  | 135      | 430                     | -  | 135      | 430                     | -  | 135      | 430                     | -  |

Průměrný rozdíl procentních rozdílů ceny vítězné nabídky a průměrné ceny ostatních nabídek je ve výši cca 37 % (průměr průměrů tříd). Nad 30% rozdíl cen má ve studovaném souboru cca 67 % VŘ a rozdíl cen nad 20 % má cca 78 % VŘ (průměr dvou tříd s hodnotami nad 20 % je cca 46 %). Z pohledu tohoto kritéria pro indikaci MNNC je ve studovaném souboru VŘ vysoký podíl nabídek, u kterých by mělo být řešeno podezření na MNNC.

### 3.5.4 Vyhodnocení rozdílů vítězných nabídek ve vztahu k použitelným indikativním kritériím pro určení MNNC

Návazně na výše uvedenou kvantifikaci rozdílů cen vítězných nabídek podle dvou kritérií bylo pro 135 VŘ analyzováno statistické rozložení dat (tj. rozdílů vyjádřených v procentech). V **obrázku 4** jsou parametry aritmetického průměru (37,4 %) a mediánu (39,2 %) rozdílů vítězné ceny a cen ostatních nabídek porovnány se zvolenými limity 20 a 30 %. V obou případech výpočtu (průměr a medián) jsou hodnoty rozdílů poměrně vysoko i nad vyšší arbitrární hranicí 30 %.

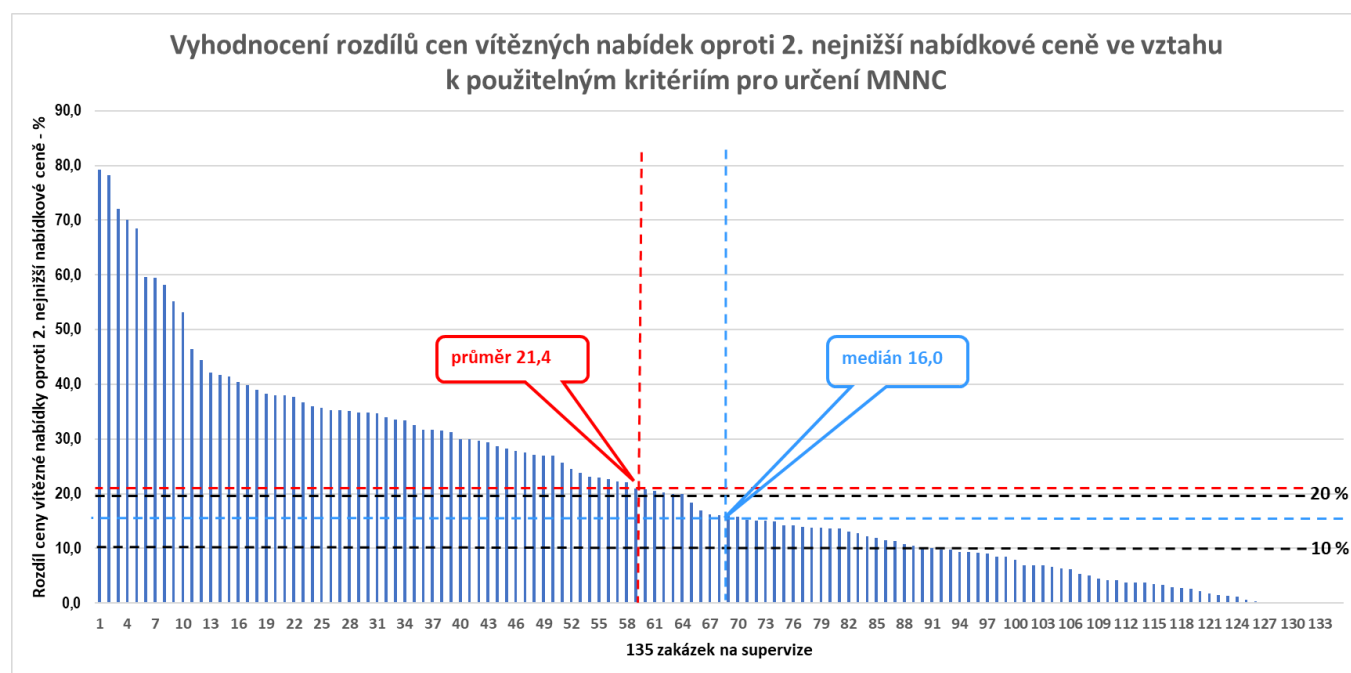


**Obrázek 4: Vyhodnocení rozdílů cen vítězných nabídek oproti průměru cen ostatních nabídek supervizí ve vztahu k použitelným kritériím pro určení MNNC**

V **obrázku 5** je aritmetický průměr (21,4 %) a medián (39,2 %) rozdílů vítězné ceny a 2. nejnižší nabídkové ceny porovnán se zvolenými limity 10 a 20 %. V případě výpočtu aritmetickým průměrem rozdílů je průměrná hodnota nad vyšší arbitrární hranicí 20 %, u vypočteného mediánu je hodnota rozdílů mezi hranicí 10 % a 20 %.

### 3.5.5 Souhrnné vyhodnocení indicií MNNC u 135 VŘ na supervize

V **tabulce 17** je uveden přehled vybraných příkladů stanovení limitů – indikativních kritérií podezření na MNNC. V reflexi těchto příkladů a na základě poznatků o rozložení statistických dat ve studovaném souboru VŘ byly dovozeny vhodné limity indikativních kritérií **ve výši 20 %** u kritéria rozdílu ceny vítězné nabídky a 2. nejnižší cenová nabídky, **ve výši 30 %** u kritéria rozdílu ceny vítězné nabídky a průměru cen ostatních nabídek a u ad hoc stanoveného kritéria pro průměr kumulovaného procentního rozdílu mezi vítěznou cenou a 2. nejnižší cenou a průměrné ceny ostatních nabídek **ve výši 25 %**.



Obrázek 5: Vyhodnocení rozdílů cen vítězných zakázek oproti cenám 2. nejnížší nabídky

Tabulka 17: Srovnání indikativních kritérií pro určení podezření na MNNC

| Kritéria a indicie pro určení MNNC  | Cena nižší než průměrná cena/medián cen všech/ostatních nabídek o více než |                | Cena nižší než 2. nejnížší nabídka o více než | Počet případů z celkem 135 VZ na supervize  |              |   |              |
|---|--|----------------|---|---|--------------|---|--------------|
|   | Do 30 mil. Kč  | Nad 30 mil. Kč |   | Cena nižší než průměr cen ostatních nabídek | % z počtu VZ | Cena nižší než cena 2. nejnížší nabídky | % z počtu VZ |
| ČR, medián cen ostatních nabídek <sup>25</sup>  | 30 %   | 20 %           | -   |   |              |   |              |
| Slovensko, zákon č. 25/2006 Z.Z. SR <sup>16</sup> , průměrná cena ostatních nabídek   | 15 %   |                | 10 %  |   |              |   |              |
| Německo, komentář k zákonu, předchozí judikatura <sup>17</sup>  |  |                | 20 %  |   |              |   |              |
| Polsko Zákon 1129 z 11. 9. 2019. Průměrná cena všech nabídek <sup>21</sup>  | 30 %   |                | -   |   |              |   |              |
| EIC - European International Contractors, průměrná cena všech nabídek <sup>24</sup>   | 25 %   |                | 15 %  |   |              |   |              |
| Rozhodnutí ÚOHS - nabídková cena o 30 % nižší než průměrná nabídková cena všech uchazečů o VZ <sup>22</sup>   | 30 %   |                | -   |   |              |   |              |
| Rozhodnutí ÚOHS - nabídková cena o 23 % nižší než průměrná nabídková cena všech uchazečů o VZ <sup>23</sup>   | 23 %   |                | -   |   |              |   |              |
| Rozsudek NSS (str. 25) - závěr, že 30-40% rozdíl nabídkové ceny jako podstatně nižší, cena vítězné nabídky nižší než 2. nejnížší cenová nabídka, než je obvyklá tržní cena je pro posouzení nabídkové ceny dostatečný <sup>19</sup> | 30-40 %  |                | -   |   |              |   |              |
| Tato studie   | Cena vítězné nabídky nižší než 2. nejnížší cenová nabídka o                | -              | 20 %  |   |              | Pod 10 %                                | 32,6         |
|   |  |                |   |   |              | 10 - 20 %                               | 21,5         |
|   |  |                |   |   |              | Nad 20 %                                | 45,9         |
|   | Cena vítězné nabídky nižší než průměr cen ostatních nabídek o              | 30 %           | -   |   | Pod 10 %     | 14,1                                    |              |
|   |  |                |   | 10-20 %                                     | 8,9          |   |              |
|   |  |                |   | 20-30 %                                     | 12,6         |   |              |
|   |  |                |   | Nad 30 %                                    | 64,4         |   |              |
| Průměrný kumulovaný procentní rozdíl mezi vítěznou cenou a cenami 2. nejnížší ceny a průměrné ceny ostatních nabídek  | 25 %   |                |   | Pod 25 %                                    |              | 42,0                                    |              |
|   |  |                |   | Nad 25 %                                    |              | 58,0                                    |              |

Z pohledu slovenského zákona<sup>16</sup>, tj. s použitím limitů 10 % a 15 %, by ve výběrových řízení pořádaných MF ČR neuspělo (resp. muselo by podat vysvětlení pro podezření na MNNC) cca **44 % nabídek** podle kritéria 10% rozdílu vítězné a 2. nejvyšší nabídky a cca **67 % nabídek** podle kritéria 15% rozdílu mezi průměrnou cenou ostatních nabídek a vítěznou nabídkou.

Pokud bychom použili vyhodnocení podle mediánu ostatních nabídek, počty nabídek a podíly na celkovém počtu nabídek (překročení kritéria 20 %) by u rozdílu vítězné ceny a průměru/mediánu cen ostatních nabídek (limit 30 %) byly počty a podíly podle mediánu o cca 2 % vyšší (viz **obrázek 11**). U druhého kritéria vítězné a druhé nejvyšší nabídky by hodnoty podle mediánu celého souboru (viz **obrázek 12**) byly o cca 5 % nižší. Uvedené rozdíly nejsou natolik významné, aby přístup stanovování mediánu hodnot oproti běžnějšímu a rutinnějšímu stanovování aritmetického průměru přinesl významnou výhodu.

Zákon č. 134/2016 Sb.<sup>3</sup> umožňuje dle par. 113 odstavec (5), aby zadavatel v zadávací dokumentaci stanovil "a) cenu nebo náklady, které bude považovat za mimořádně nízkou nabídkovou cenu, nebo b) způsob určení mimořádné nabídkové ceny." Ve výběrových řízeních na zakázky supervizí sanací, rekultivací a revitalizací starých ekologických zátěží pořádané MF ČR není tato možnost stanovit cenu nebo náklady MNNC ani kritéria/limity stanovení MNNC využívána.

V analyzovaném souboru 135 VŘ/VZ na supervize bylo zadavatelem celkem indikováno 9 případů podezření na MNNC a z toho v šesti případech došlo k vyloučení nabídky z důvodu MNNC. Tři uchazeči vyzvaní k vysvětlení nabídkové ceny z důvodu podezření na MNNC tuto cenu obhájili. 9 případů podezření na MNNC tvoří 6,7 % z analyzovaného souboru 135 výběrových řízení, resp. VZ. Podle výše uvedeného rozboru by podle nižšího z použitých kritériálních limitů (20 %) mělo být podezření na MNNC indikováno u 46 % případů VŘ/VZ a podle druhého limitu (30% rozdíl ceny vítězné nabídky a průměru cen ostatních nabídek) by podezření na MNNC mělo být indikováno u 64 % případů VŘ/VZ.

### 3.6 Výhody a střet zájmu soutěžitelů

Výhoda soutěžitele může mj. vyplynout z podrobnější znalosti dané lokality, nad rámec informací uvedených v podkladech k VZ a vedoucí k vítězství ve VŘ samostatně, jako člen sdružení nebo subdodavatel u firem, které jsou zároveň zpracovateli analýzy rizik, realizátory průzkumu lokality, zhotoviteli projektové dokumentace anebo realizátory sanačních/rekultivačních/revitalizačních prací na dané lokalitě. V dokumentech k VŘ se tento suspektní střet zájmu, resp. soutěžní výhody ani jednou neřeší a v zadávacích podmínkách není takový případ jako střet zájmu označován (tím je pouze vztah ke zhotoviteli kontrolované zakázky).

Ve studovaném souboru 135 VŘ na supervize byly zadavatelem u jednoho VŘ dvě nabídky vyřazeny pro vztah s kontrolovaným subjektem, resp. zhotovitelem kontrolovaných prací. Prezentovanou analýzou nebyl žádný další střet zájmu identifikován.

### 3.7 Charakter trhu supervizí projektů SEZ

Z hlediska charakteru trhu dodavatele je třeba zvažovat, zda se jedná v obecném pohledu o **trh konkurenční, oligopolní či monopolní**. Problémem je, že prozatím byla shromážděna podrobná data pouze ze specifického segmentu trhu –dodávek supervizí sanačních prací jedinému klientovi (MF ČR) jako zadavateli veřejných zakázek na sanaci SEZ, kdy bývá vybrán jediný dodavatel podle ekonomické výhodnosti hodnocené podle jediného kritéria – nejnižší nabídkové ceny.

Pokud přijmeme závěr, že se jedná o konkurenční nebo vysoce konkurenční trh s dostatečným počtem soutěžitelů, můžeme v zájmu ochrany před MNNC obecně uvažovat o možnosti nesoutěžit pouze „na nejnižší cenu“, ale doplnit hodnocení o další kritérium. V oboru supervizních prací se mnoho možností nenabízí, jednou z nich může být pro např. u odborné způsobilosti projektovat, provádět a vyhodnocovat geologické práce podle vyhlášky MŽP<sup>11</sup> – plnění povinností odevzdávat a zpřístupňovat výsledky geologických prací podle čl. 12 zákona o geologických pracích<sup>26</sup>.

Míru deformace trhu z pohledu uplatnění oligopolních prvků je možno odvozovat ze statistického rozložení objemu realizovaných zakázek jednotlivých soutěžitelů. Z tohoto pohledu je rozložení objemů zakázek supervizí mezi úspěšnými soutěžiteli výrazně asymetrické s tendencí k oligopolnímu rozložení.

V segmentu trhu dodávek supervizí sanačních prací pro MF ČR se studie zaměřila na ověření, zda se neuplatňuje cenové podbízení (mimořádně nízká nabídková cena – MNNC), nebo se nevyskytuje větší podíl nápadně nízkých nabídkových cen a na to, které vítězné firmy a v jakém objemu plnění se na celkovém objemu vypisovaných veřejných zakázek účastní. Přestože zadavatel indikoval v několika málo případech soutěžních nabídek podezření na MNNC (9 nabídek) a v šesti případech došlo k vyloučení soutěžitelů z hodnocení, není uplatnění institutu podezření na MNNC optimální. Podle analogií se zahraniční právní úpravou co do indikací MNNC (Polsko, Slovensko) a s přihlédnutím k příkladům, doporučením a judikátům z ČR, Německa a mezinárodních oborových institucí, by cca polovina hodnocených nabídek na supervize mohla být šetřena jako podezření na MNNC. Zde je nutno podotknout, že v případech studovaných VŘ byly povinné postupy a dokumentace podle požadavků zákona o zadávání veřejných zakázek<sup>5</sup> formálně dodrženy.

## 4 Výsledky a diskuse

### 4.1 Poznatky z analýzy nabídek supervizí

#### *Charakter trhu z pohledu počtu soutěžitelů*

Z pohledu pouhého celkového počtu soutěžitelů je možno konstatovat, že jde spíše o **trh konkurenční**. Do 36 VŘ byly podány pouze 1 nebo 2 hodnocené soutěžní nabídky (11 % ze všech nabídek). Z toho 8 VŘ mělo pouze jednu (vítěznu) nabídku, což představuje 5,9 % ze všech VŘ a 1,4 % ze všech hodnocených nabídek.

Málo obeslaná VŘ (skupina s 11,3% počtem ze všech nabídek) jsou spíše výjimečná a ve vyhodnocení konkurenčního prostředí z pohledu počtu nabídek je to podíl zanedbatelný. Průměrný počet nabídek na jedno VŘ je nad 4 a může být chápán jako znak dostatečně konkurenčního prostředí. Ve skupině VŘ s více než 7 nabídkami (do maximálního počtu 15 nabídek zaznamenaných ve dvou VŘ) je průměr počtu nabídek na jedno VŘ skoro 10, takže tuto skupinu s 35% počtem ze všech nabídek můžeme hodnotit jako **skupinu s vysoce konkurenčním prostředím** co do počtu soutěžitelů. Dominantní část nabídek s počty 3 až 6 představují 54,3 % ze všech nabídek a průměrný počet nabídek na VŘ je 3,9, což odpovídá dostatečné konkurenci z pohledu počtu soutěžitelů.

#### *Charakter trhu z pohledu rozložení objemů získaných zakázek mezi soutěžiteli*

Ve studovaném segmentu trhu supervizí sanačních, rekultivačních a revitalizačních projektů (VZ vypsané MF ČR) se z pohledu rozložení získaných zakázek mezi soutěžiteli **nejedná o klasický /optimální konkurenční trh**.

**Celková velikost kumulovaného objemu zakázek je 56,1 mil. Kč.** Průměrná velikost kumulovaného objemu jedné firmy je 348,5 tis. Kč. Medián celého souboru zakázek je 388,7 tis. Kč.

Byly zjištěny více či méně výrazné **deformace trhu**:

**Prvky oligopolu.** Dominující **skupina 5 nejúspěšnějších firem** s kumulovanou hodnotou zakázek **od 3,5 do 8,5 mil. Kč**, a s celkovým objemem **27,3 mil. Kč** (bez DPH), tj. **48,6 %** celkového objemu všech zakázek, realizovala **48 zakázek** (a podílela se na dalších 22). Také z hlediska počtu zakázek je statistické rozložení v celém studovaném souboru asymetrické. Soubor zahrnuje 161 úspěšných zakázek nebo účastí (ve sdruženích nebo jako subdodavatel nahlášený v nabídce). První **tři nejúspěšnější firmy měly 58, tj. 36 % všech zakázek**. Prvních 22 firem se podělilo o cca 86 % zakázek, zbývajících 27 firem mělo pouhých 16,8 % zakázek.

**Malý počet konkurenčních nabídek nebo jediná nabídka:** celkem bylo předloženo 161 úspěšných firemních soutěžních nabídek, průměrně na jedno ze 135 VŘ připadá 1,2 firemních nabídek. V 8 případech VŘ byla předložena pouze jedna nabídka, v 18 případech pouze 2 nabídky. Ve 110 VŘ

byli víc než 2 soutěžitelé. Počet VZ, které vzešly ze soutěže s jedinou nabídkou nebo se dvěma nabídkami s minimálními rozdíly v nabídkové ceně je 13, tj. cca 9,6 % ze 135 VŘ.

**Tendence k cenovému podbízení:** ve výběrových řízeních na supervize pořádaných v letech 2015 – 2022 MF ČR je vysoký cca 46% podíl VŘ, kde u vítězných nabídek nebylo indikováno, a tudíž ani vyloučeno podezření na MNNC (cenový dumping). Tento závěr vychází z analýzy vedené z pohledu

- rozdílu mezi vítěznou nabídkou a druhou nejnižší nabídkou a
- rozdílu mezi vítěznou nabídkou a průměrnou cenou ostatních nabídek.

Zadavatel tuto statisticky pravděpodobnou deformaci plně neindikoval a nekorigoval, nevyužil ani možnost v zadávací dokumentaci stanovovat kritérium pro omezení MNNC. K výzvě na vysvětlení podezření na MNNC přistoupil pouze v 9 případech, což vyústilo jen ve 3 případech k vyloučení nabídky z hodnocení v daném VŘ.

**Možná deformace trhu nabídky účastí spřízněných firem** (matka-dcera, dcera-dcera, předchůdce-nástupce, propojení majetkové a personální) v jednotlivých VZ: v souboru úspěšných a neúspěšných dodavatelů je zahrnut jeden případ 2 firem s vazbou „předchůdce – nástupce“ a 1 případ vztahu „matka-dcera“ (podány společně 2 neúspěšné nabídky). V uvedených případech nešlo ani jednou o konkurenční vztah v jednom VŘ a vliv na čistotu soutěžení z pohledu spřízněnosti se nepředpokládá ani u ostatních soutěžících firem.

**Možná deformace trhu nabídky z pohledu střetu zájmů:** ve studovaném souboru 135 VŘ byly zadavatelem u jednoho VŘ vyřazeny dvě nabídky pro vztah s kontrolovaným subjektem, resp. zhotovitelem kontrolovaných prací. Presentovanou analýzou nebyl žádný další střet zájmu identifikován.

#### 4.2 Poznatky z pohledu firemní výkonnosti, úspěšnosti a soutěžní strategie

Firmy, které se VŘ zúčastnily, se dají **podle celkové úspěšnosti** rozdělit do tří skupin:

- **Neúspěšné firmy – firmy** bez jediné úspěšné nabídky. Tvoří 55,5% podíl z počtu firem s hodnocenými nabídkami.
- **Relativně úspěšné firmy – firmy** s převahou počtu neúspěšných nabídek nad počtem úspěšných nabídek.
- **Velmi úspěšné firmy – firmy** s vyrovnaným počtem úspěšných a neúspěšných nabídek a firmy s úspěšnými nabídkami bez neúspěšných nabídek. Představují 21,8% podíl z počtu firem s hodnocenými nabídkami.

Z pohledu **organizace soutěžitelů** lze rozlišit tři organizační sestavy:

- **Jeden (samotný) dodavatel** - 109 případů ze 161 účastí firem na zakázkách.
- **Sdružení dodavatelů.** Formálně jde o společnosti ustavené na základě smlouvy k účasti na soutěži a k realizaci zakázky, s určením správce nebo vedoucího společníka a společníka/ů nebo s pořadím společníků. Podíly na ceně nejsou v analyzované dokumentaci VZ ani jednou uvedeny. Jde o 52 případů ze 161 účastí firem na zakázkách.
- **Jeden dodavatel s nahlášenými subdodavateli.** Ze 49 zakázek byl u jedné zakázky identifikován jeden dodavatel bez uvedením podílu a u jedné zakázky dva subdodavatelé s uvedením podílu.

**Pravděpodobné strategie a skupinová charakteristika** účasti firem z pohledu počtu získaných zakázek a velikosti finančních objemů získaných zakázek:

- **Nejúspěšnější firmy – tendence vytvářet sdružení dodavatelů, cílení na větší počet menších zakázek.** Tři firmy s nejvyšším počtem získaných zakázek (nad 9 zakázek) získaly celkem 58, tj. 36 % počtu zakázek, ale mají jen 32,9% podíl na sumě cen všech nabídek. Tyto firmy se častěji podílely na sdružení dodavatelů (podíl 32,7 %). Průměrná velikost objemu získaných plnění pro každou firmu je cca 6,2 mil. Kč, průměrná velikost účasti v zakázce je cca 319 tis. Kč.
- **Úspěšné firmy – tendence soutěžit samostatně, cílení na menší počet větších zakázek.** Pět firem s 6-7 úspěšnými nabídkami má celkem 31, tj. 19,2 % z celkového počtu zakázek



a zároveň má pouze 22,3% podíl na sumě cen všech nabídek. Skupina těchto firem má nejmenší podíl účastí ve sdruženích soutěžitelů (13,5 %). Průměrná velikost účasti v zakázce (samostatně nebo ve sdružení) je 404 tis. Kč a je oproti průměrné velikosti účasti v zakázce všech skupin (349 tis. Kč) o cca 15 % větší. Průměrná velikost objemu získaných plnění firmy je cca 2,5 mil. Kč.

- **Méně úspěšné firmy – tendence vytvářet sdružení dodavatelů, cílení na menší počet větších zakázek.** Čtrnáct firem se dvěma až pěti úspěšnými nabídkami má celkem 45, tj. 28,0 % z celkového počtu zakázek a zároveň má 33,4% podíl na sumě cen všech nabídek. Tyto firmy se častěji podílely na sdružení dodavatelů (podíl 32,7 %). Průměrná velikost účasti v zakázce (samostatně nebo ve sdružení) je cca 416 tis. Kč a je oproti průměrné velikosti účasti v zakázce všech skupin (cca 349 tis. Kč) o cca 19 % větší. Průměrná velikost objemu získaných plnění pro každou firmu je cca 1,3 mil. Kč.
- **Firmy s ojedinělými zakázkami – tendence soutěžit samostatně, cílení na malé zakázky.** Firmy s jedinou zaznamenanou nabídkou (celkem 27 zakázek) mají celkem 16,8 % z celkového počtu zakázek a zároveň mají 9,2% podíl na sumě cen všech nabídek. Podíl účastí ve sdruženích je ve výši 21,2 %. Průměrná velikost účasti v zakázce (samostatně nebo ve sdružení) je cca 237 tis. Kč a je oproti průměrné velikosti účasti v zakázce všech skupin (cca 349 tis. Kč) o cca 47 % menší. Průměrná velikost objemu získaných plnění pro každou firmu je cca 237 tis. Kč.

Z pohledu efektivity soutěžení vyhodnocené na základě parametrů úspěšnosti a zmetkovitosti lze rozlišit skupiny firem s

- **nejvyšší efektivitou soutěžení** – jde o 18 firem, které ani jednou neměly neúspěšnou nabídku a podaly 1 až 3 úspěšné nabídky (celkem 23 úspěšných nabídek). Do této skupiny můžeme přiřadit i jednu firmu, která uspěla ve třech případech a v jediném případě neuspěla;
- **vysokou efektivitou soutěžení** – jde o skupinu 5 firem se 13 úspěšnými nabídkami;
- **průměrnou až malou efektivitou soutěžení** – jde o skupinu 23 firem s 118 úspěšnými nabídkami a skupinu 55 firem, které předložily celkem 117 neúspěšných nabídek a nezískaly ani jednu úspěšnou zakázku;
- **zápornou efektivitou soutěžení** – jde o skupinu 8 firem se 46 neúspěšnými nabídkami a pouze 2 úspěšnými nabídkami.

V celkovém pohledu lze vymezit podle rámcové míry efektivity soutěžení dvě skupiny firem:

- **s vysokou efektivitou soutěžení** (zahrnuje první dvě výše uvedené skupiny) charakterizovanou **vysokou výkonností a konkurenceschopností** a
- **s malou efektivitou soutěžení** (skupiny s průměrnou a zápornou efektivitou, viz výše) charakterizovanou **průměrnou až nízkou výkonností a konkurenceschopností**.

V souhrnu lze vysokou výkonnost a konkurenceschopnost spojovat spíše s firmami s většími objemy získaných zakázek, nicméně část firem může vykazovat vysokou výkonnost a konkurenceschopnost i při menších objemech získaných zakázek.

### 4.3 Poznatky z analýzy postupů výběrových řízení na veřejné zakázky supervizí

Pro vyhodnocení **cenových poměrů** nabídek v jednotlivých VŘ byla ve studii zvolena dvě kritéria:

- procentní rozdíl nižší ceny vítězné nabídky oproti ceně druhé (nevybrané) soutěžní nabídky a
- procentní rozdíl ceny vítězné nabídky oproti průměrné ceně všech ostatních hodnocených neúspěšných nabídek.

Cílem této části analýzy bylo posoudit význam obou použitých kritérií pro určení podezření na MNNC a získat souhrnný pohled na MNNC v posuzovaném souboru VŘ podle obou kritérií. Důvodem pro důkladné vyhodnocování MNNC je i v případě supervizních prací především nebezpečí, že při soutěžení na „nejnižší cenu“ vybraný zhotovitel podhodnotil nutné náklady a nedosáhne splnění zadání bez „ošizení“ objemu a kvality supervizních prací.

Na základě vybraných příkladů stanovení limitů – indikativních kritérií podezření na MNNC ze zahraničí a ČR a na základě poznatků o rozložení statistických dat ve studovaném souboru VŘ byly dovozeny vhodné limity indikativních kritérií **ve výši 20 %** u kritéria rozdílu ceny vítězné nabídky a 2. nejnižší cenová nabídky a **ve výši 30 %** u kritéria rozdílu ceny vítězné nabídky a průměru cen ostatních nabídek.

V analyzovaném souboru 135 VŘ/VZ na supervize bylo zadavatelem (MF ČR) celkem indikováno 9 případů podezření na MNNC a z toho v šesti případech došlo k vyloučení nabídky z důvodu MNNC. Tři uchazeči vyzvaní k vysvětlení nabídkové ceny z důvodu podezření na MNNC tuto cenu obhájili a jejich nabídky byly vyhodnoceny jako nejvýhodnější. Uvedených 9 případů podezření na MNNC tvoří 6,7 % z analyzovaného souboru 135 výběrových řízení, resp. veřejných zakázek.

Podle rozboru prezentované studie by podle nižšího z použitých kritériálních limitů (20% rozdíl ceny vítězné a 2. nabídky) mělo být podezření na MNNC indikováno u 46 % případů VŘ/VZ a podle druhého limitu (30% rozdíl ceny vítězné nabídky a průměru cen ostatních nabídek) by podezření na MNNC mělo být indikováno u 64 % případů VŘ/VZ. Podle analogií se zahraniční právní úpravou co do indikací MNNC (Polsko, Slovensko) a s přihlédnutím k příkladům, doporučením a judikátům z ČR, Německa a mezinárodních oborových institucí by tedy cca polovina hodnocených nabídek na supervize mohla (měla) být šetřena jako podezření na MNNC.

Je na místě připomenout, že výše prezentované analýzy a vývody mají charakter odborných úvah a neznamenaají indikaci porušení závazných předpisů zadavatelem. Autor je přesvědčen, že v případech studovaných VŘ byly povinné postupy a dokumentace podle požadavků zákona o zadávání veřejných zakázek<sup>3</sup> formálně dodrženy.

## 5 Závěry

Analýza zahrnuje 135 veřejných zakázek, které na základě výběrového řízení získalo 49 firem. Přestože v analyzovaných výběrových řízeních byly formálně splněny požadavky zákona o zadávání veřejných zakázek, tak podíl vítězných nabídek, u kterých mohlo být indikováno podezření na MNNC je poměrně vysoký. Zadavatel výběrových řízení (VŘ) u cca poloviny zakázek toto podezření nevyhodnotil a nepožadoval po soutěžiteli vysvětlení. Z pohledu cen získaných zakázek tedy patrně nejde o klasický / optimální konkurenční trh, neboť vykazuje znaky určité cenové deformace, možná až cenového podbízení.

Podle nižšího z použitých kritériálních limitů (20% rozdíl ceny vítězné a 2. nabídky) pro stanovení MNNC mělo být podezření na MNNC indikováno u 46 % případů VŘ/VZ na supervize a podle druhého limitu (30% rozdíl ceny vítězné nabídky a průměru cen ostatních nabídek) by podezření na MNNC mělo být indikováno u 64 % případů VŘ/VZ. V analogii se zahraniční právní úpravou pro indikace MNNC (Polsko, Slovensko) a s přihlédnutím k příkladům, doporučením a judikátům z ČR, Německa a mezinárodních oborových institucí by tedy přibližně polovina hodnocených nabídek na supervize mohla (měla) být šetřena jako podezření na MNNC.

Z pohledu podílu firem na trhu zakázek supervizí nejde zcela o optimální konkurenční trh. Rozložení počtů a objemů získaných zakázek mezi soutěžícími firmami je výrazně asymetrické. Z celkem 135 zakázek 3 nejuspěšnější firmy měly 58 zakázek, tj. 36 % podíl a prvních 5 firem mělo 49 % podíl na objemu zakázek, což naznačuje tendenci k oligopolní struktuře trhu.

Podle pouhého celkového počtu soutěžitelů je možno pro studovaný segment trhu konstatovat, že jde o trh přiměřeně konkurenční. Jedna nebo dvě hodnocené soutěžní nabídky (11 % ze všech nabídek) byly podány pouze do 36 VŘ. Průměrný počet úspěšných a neúspěšných nabídek v jednom výběrovém řízení je 4,2 nabídky.

V celkovém pohledu na efektivitu soutěžení u zakázek supervizí sanačních a rekultivačních projektů lze rámcově vymezit dvě skupiny firem. Jsou to firmy s vysokou efektivitou soutěžení, tj. s vysokou výkonností a konkurenceschopností a firmy s malou efektivitou soutěžení charakterizovanou průměrnou až nízkou výkonností a konkurenceschopností.

## Poděkování

Děkuji České informační agentuře životního prostředí za umožnění publikování tohoto příspěvku vypracovaného za podpory z Dlouhodobé koncepce rozvoje výzkumné organizace CENIA na období 2023–2027.

## Literatura

1. Sklenář M., Jegorová A., Klee L.: Metodika pro posouzení mimořádně nízké nabídkové ceny. Ministerstvo Dopravy ČR a Fond dopravní infrastruktury. Praha 2018. Dostupné z: [https://www.sfdi.cz/soubory/obrazky-clanky/metodiky/2018\\_metodika\\_posouzeni\\_nizke\\_ceny.pdf](https://www.sfdi.cz/soubory/obrazky-clanky/metodiky/2018_metodika_posouzeni_nizke_ceny.pdf)
2. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/24/EU ze dne 26. února 2014 o zadávání veřejných zakázek a o zrušení směrnice 2004/18/ES. V EUR-Lex. Úřad pro publikace Evropské unie. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0024&from=CS>
3. Zákon č. 134/2016 Sb. ze dne 19. dubna 2016, o zadávání veřejných zakázek, v aktuálním znění
4. Rozsudek Nejvyššího správního soudu v Brně č. j. 1 Afs 42/2012-57 ze dne 17. 10. 2012. Dostupné z: [https://www.nssoud.cz/stazeni-dokumentu?filepath=SOUNDNI\\_VYKON/2012/0042\\_1Afs\\_120\\_20121025093140\\_prevedeno.pdf](https://www.nssoud.cz/stazeni-dokumentu?filepath=SOUNDNI_VYKON/2012/0042_1Afs_120_20121025093140_prevedeno.pdf)
5. E-ZAK Systém pro správu veřejných zakázek. <https://ezak.cz/> Profil zadavatele: Česká republika - Ministerstvo financí. [https://mfcr.ezak.cz/profile\\_display\\_2.html](https://mfcr.ezak.cz/profile_display_2.html) , <https://mfcr.ezak.cz/>
6. Národní elektronický nástroj (NEN). Dostupné z: <https://nen.nipez.cz/>
7. Směrnice MF a MŽP pro přípravu a realizaci zakázek řešících ekologické závazky vzniklé při privatizaci č. 4/2017. Č.j. MF-5154/2017/45-3. Ministerstvo financí České republiky, Praha: 1-22. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodiky\\_ekologicke\\_zateze/\\$FILE/OERE\\_S-Smernice\\_MFaMZPc4\\_2017-20170504.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/metodiky_ekologicke_zateze/$FILE/OERE_S-Smernice_MFaMZPc4_2017-20170504.pdf)
8. OPŽP 2014-2020, Dostupné z: <https://2014-2020.opzp.cz/o-programu/cerpani-a-schvalene-projekty/>
9. SEKM - Systém evidence kontaminovaných míst. MŽP. Dostupné z: <https://www.sekm.cz/>
10. MŽP, 2021: Metodický pokyn MŽP pro práci se systémem SEKM 3. Věstník MŽP, ročník XXXI, leden 2021, částka 1, Metodické pokyny a dokumenty, 1 – 11. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/cz/metodiky\\_ekologicke\\_zateze](https://www.mzp.cz/cz/metodiky_ekologicke_zateze)
11. Vyhláška Ministerstva životního prostředí ze dne 4. června 2001 č. 206/2001 Sb., o osvědčení odborné způsobilosti projektovat, provádět a vyhodnocovat geologické práce, v aktuálním znění. Sbírka zákonů České republiky, částka 76, str. 4274 – 4276.
12. Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon), Sbírka zákonů České republiky, částka 101, str. 3914 – 3994, v aktuálním znění.
13. Zákon č. 360/1992 Sb. ze dne 7. května 1992, o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, v aktuálním znění. Sbírka zákonů České republiky. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-360>
14. Nařízení vlády č. 592/2006 Sb., o podmínkách akreditace a provádění zkoušek z odborné způsobilosti, v aktuálním znění. Sbírka zákonů České republiky, částka 188/2006. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-592>
15. Zákon č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, v aktuálním znění. Sbírka zákonů České republiky. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-309>
16. Zákon č. 343/2015 Z. z. Zákon o verejnóm obstarávaní a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Zbierka zákonov Slovenskej republiky, čiastka 95/2015. Dostupné z: <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2015/343/20230101>
17. Komentář k povinnostem podle zákona o veřejných zakázkách. Dostupné z: <https://blog.staatsanzeiger.de/ungewoehnlich-niedrige-angebote-moeglichkeiten-fuer-auftraggeber/>

18. Komentář k zákonu o zadávání veřejných zakázek. Dostupné z: [https://www.reguvis.de/xaver/vergabeportal/start.xav?start=%2F%2F\\*%5B%40attr\\_id%3D%27vergabeportal\\_12772716043%27%5D#\\_vergabeportal\\_\\_%2F%2F\\*%5B%40attr\\_id%3D%27vergabeportal\\_12772716043%27%5D\\_\\_1677668276893](https://www.reguvis.de/xaver/vergabeportal/start.xav?start=%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27vergabeportal_12772716043%27%5D#_vergabeportal__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27vergabeportal_12772716043%27%5D__1677668276893)
19. Rozsudek Nejvyššího správního soudu č. j. 5 Afs 48/2013-272 ze dne 30. 5. 2014. Dostupné z: [https://www.nssoud.cz/stazeni-okumentu?filepath=SLOUDNI\\_VYKON/2013/0048\\_5Afs\\_1300272A\\_p\\_revedeno.pdf](https://www.nssoud.cz/stazeni-okumentu?filepath=SLOUDNI_VYKON/2013/0048_5Afs_1300272A_p_revedeno.pdf)
20. Komentář k judikatuře Vrchního zemského soudu v Düsseldorfu. Dostupné z: <https://blog.cosinex.de/2022/09/29/ungewoehnlich-niedriges-angebot-%C2%A7-60-vgv/>
21. The Public Procurement Law of 11 September 2019 entered into force on January 1, 2021. Public Procurement Law of 11 September 2019 (Journal of Laws of 2021, item 1129 as amended), State Purchasing Policy for 2022-2025. Dostupné z: [https://www.uzp.gov.pl/data/assets/pdf-file/0015/30336/Public\\_Procurement\\_Law\\_2015\\_consolidated.pdf](https://www.uzp.gov.pl/data/assets/pdf-file/0015/30336/Public_Procurement_Law_2015_consolidated.pdf)
22. Rozhodnutí ÚOHS sp. zn. S542/2014. Dostupné z: <https://www.uohs.cz/cs/verejne-zakazky/sbirky-rozhodnuti/detail-12185.html>
23. Rozhodnutí ÚOHS sp. zn. S0574/2016. Dostupné z: <https://www.uohs.cz/cs/verejne-zakazky/sbirky-rozhodnuti/detail-14287.html>
24. European International Contractors, EIC Position on the MDB Working Group's consultation on Abnormally Low Tenders. Berlin, 2015. Dostupné z: <https://www.eic-federation.eu/services/position-papers?page=2>
25. Matušková T.: Veřejné zakázky malého rozsahu, mimořádně nízká nabídková cena a jejich přezkum. Diplomová práce, Katedra správní vědy a správního práva, Právnická fakulta Masarykovy univerzity. Brno 2013. 1-80. Dostupné z: [https://is.muni.cz/th/sngy6/Diplomova\\_prace\\_Matuskova.pdf](https://is.muni.cz/th/sngy6/Diplomova_prace_Matuskova.pdf)
26. Zákon České národní rady ze dne 21. dubna 1988 č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, ve znění pozdějších změn. Sbírka zákonů České republiky, částka 10/1988.

## Contracts for the supervision of remediation and recultivation projects

**Zdeněk SUCHÁNEK**

Czech Environmental Information Agency, Moskevská 63, 101 00 Praha 10, Czech Republic

e-mail: [zdenek.suchanek@cenia.cz](mailto:zdenek.suchanek@cenia.cz)

### Summary

*The aim of the article is to present the results of an analysis focused on whether there is, or not dumping in public contracts for supervision in the field of remedial geology and thus a possible threat to the quality of supervision and remedial works. A detailed analysis of data from public sources - the VZ E-zak and NEN registers - was undertaken for the group of 135 tenders for contracts for the supervision of remediation, recultivation and revitalization projects commissioned by the Ministry of Finance of the Czech Republic and intended for the remediation of old ecological burdens between 2015-2022. Successful and unsuccessful bids of individual competitors were evaluated. According to the number and volume of offers, the groups of competitors and their likely corporate tactics and strategies of competition and their effectiveness in competition were distinguished and characterized. The requirements and parameters of the tenders were evaluated, mainly from the point of view of the number of competitors and contracts with an exceptionally low bidding price (dumping). The difference between the price of the winning bid and the second (unselected) competitive bid and the difference between the price of the winning bid and the average price of all other evaluated unsuccessful bids were also evaluated. In the tenders analysed, the share of winning bids where suspicion of the exceptionally low bidding price could be indicated was unexpectedly quite high. In about half of the successful contracts, the contracting authority did not evaluate this suspicion and did not demand an explanation of the low price from the competitor. Out of 135 tenders for supervision, only six cases of bid exclusion due to the exceptionally low bidding price were recorded. The other three bidders, called to explain the bid price due to suspicion of the exceptionally low bidding price, defended this price. From the point of view of the prices of the contracts obtained, it is probably not an optimal competitive market, as it shows signs of a certain price distortion, perhaps even price undercutting. The distribution of the numbers and volumes of supervision contracts received between the competing companies is significantly asymmetric. Out of a total of 135 orders, the 3 most successful companies had 58 orders, i.e., a 36% share, and the first 5 companies had a 49% share in the volume of orders, which indicates a tendency towards an oligopolistic market structure.*

**Keywords:** remedial works market, small-scale public contracts, Ministry of Finance of the Czech Republic, tenders, evaluation of bids, effectiveness of competition, abnormally low tenders, market distortion

# PŘEDCHÁZENÍ VZNIKU ODPADŮ

9. ročník národní konference

19. 9. 2023 | Praha

## I. BLOK

AKTUÁLNÍ TÉMA

(Obaly, bezobalové nakupování, zavedení zálohového systému)

## II. BLOK

PŘÍKLADY SPRÁVNÉ PRAXE

## III. BLOK

PREVENCE A OPĚTOVNÉ POUŽITÍ VE MĚSTECH A OBCÍCH

(Povinný sběr odpadního textilu)

## IV. BLOK

POTRAVINOVÉ ODPADY

[www.predchazeniodpadu.cz](http://www.predchazeniodpadu.cz)

Generální partner

