

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

Jozef KUBÁS^a, Iveta MARKOVÁ^b, Jozef RISTVEJ^a, Katarína BUGANOVÁ^a

^aŽilinská 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.

^bŽilinská 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 sorbáte 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.

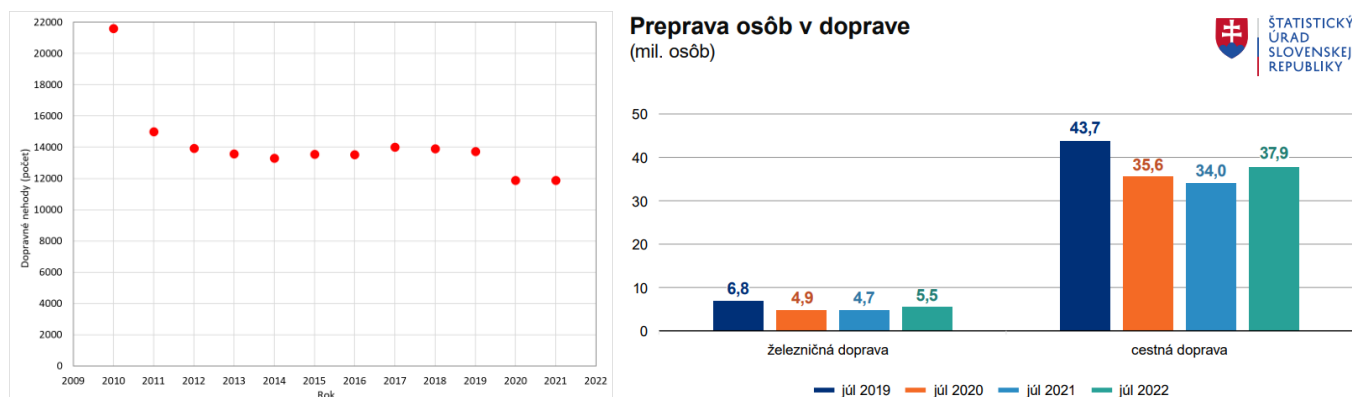
Úvod

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 sprevádzane 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 nehôd¹⁻³. Pre daný účel sa používajú sorpčné prostriedky. V súčasnosti sa využívajú materiály zo sekundárneho spracovania⁴. Väčšina nehôd zahŕňajúcich nekontrolované reakcie je spojená so zlyhaním kontrol a bezpečnostných opatrení alebo s ľudskou chybou⁵. 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 prostredia⁶⁻⁹.

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 prostredie¹⁰⁻¹⁴. Avšak v súčasnosti sa vykonáva stále viac štúdií s cieľom posúdiť riziká a určiť ich negatívne dôsledky pre ľudí, s kvantitatívnym hodnotením vzniknutých dôsledkov^{15,16}. 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 1.¹⁷

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.)¹⁷, 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 (zdroj¹⁷); (b) Preprava osôb v doprave v priebehu rokov 2019 až 2022 (Zdroj: ¹⁸).

Súčasťou dopravy sú aj dopravné nehody, v dôsledku narastajúceho transportu súvisiaceho s presunom predaja do online priestoru^{19,20} a majú narastajúcu tendenciu ²¹.

Pri dopravných nehodách unikajú kvapalné látky z vozidiel, ako sú palivá a oleje (ropné produkty), ktoré majú negatívny vplyv na životné prostredie a zvyšujú jako ekologické zaťaženie²² tak riziko vzniku požiaru²³. Jednou z možností zachytenia a zamedzenia uniknutých nebezpečných látok v prípade dopravnej nehody je aplikácia vhodných sorpčných materiálov ^{18,22,23}.

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]¹⁷.

Infraštruktúra ciest [km]	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
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]¹⁷.

Motorové vozidlá [počet]	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
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 materiály²⁴ 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)²⁴ 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.¹⁹

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 hmoty²⁶. 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 pórov²⁷. 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 kapacity²⁶.

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 materiálov²⁸⁻³¹

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 ₂ 6% Al ₂ O ₃ 3% Fe ₂ O ₃ 6% Iné	min. 66% SiO ₂ max. 18% Al ₂ O ₃ max. 3% Fe ₂ O ₃ max. 5% CaO + MgO max. 8% Na ₂ O + K ₂ 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 polyuretánu²⁸ 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 uhlíkovodíkov²⁹. Vzorka S3 (obrázok 1 c) je minerálny produkt. Je nehorľavý a má nízku prašnosť³⁰. 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 teplote³¹. 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,^{25,26,32} benzín je u nás najčastejšie prepravovaná nebezpečná látka³³, 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 sorpciu³⁴⁻³⁶

Sledované parametre	Vzorka absorbátu			
	Motorový olej 10W 40	Benzín	Voda	Etanol
Hustota (g.cm ⁻³)	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 ² .s ⁻¹)	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 – 18.²⁵

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 médiom, 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 F716-18²⁵ 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.

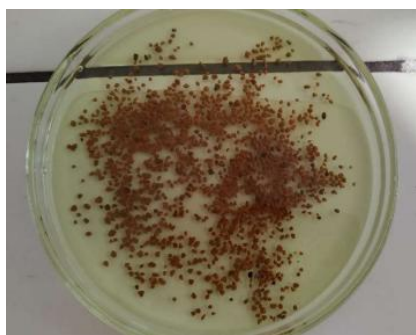
Príprava sorbátu (absorbovanej kvapaliny): odvážených 50 ml motorového oleja 10W 40, benzínu E 95, vody a denaturovaného liehu.

Postup: Nalejte 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 zväžil (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 F716-18²⁵ 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 dokumentáciou²⁸⁻³¹.

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 F716-18²⁵ 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 F716-18²⁵ 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

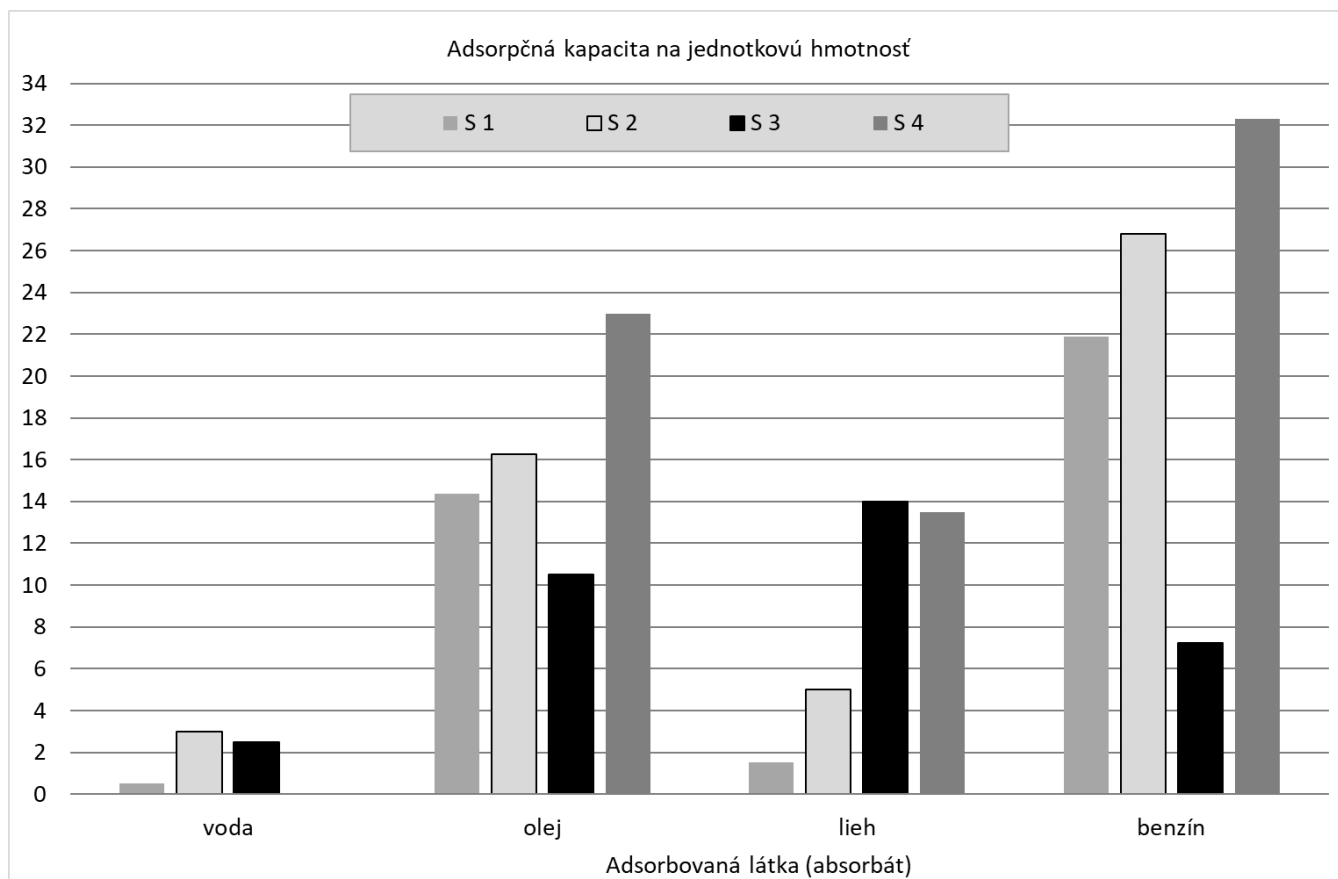
Navyššie hodnoty sorpčnej kapacity boli dosiahnuté vzorkou S4, ktorá je na báze 66 % oxidu kremičitého a 18 % oxidu hlinitého. Uvedený pomer sa javí ako dôležitý, keďže vzorka S3 obsahuje o 20% oxidu kremičitého viac a 9 % menej oxidu hlinitého ako vzorky S3 a hodnoty A sú výrazne nižšie (obrázok 3). 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 ²⁸⁻³¹	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 – 18²⁵ 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 kvapalín³⁸ (Mikulčák, J. a kol. Matematické, fyzikálne a chemické tabuľky. 6 vydanie. Bratislava: SPN, 230 s.). Podľa IUPAC³⁹ 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 kvapalín³⁹.

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

Údaje povrchového napätia výrazne vplývajú 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 kvapalín²⁸⁻³¹, 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 informácií⁴⁰.

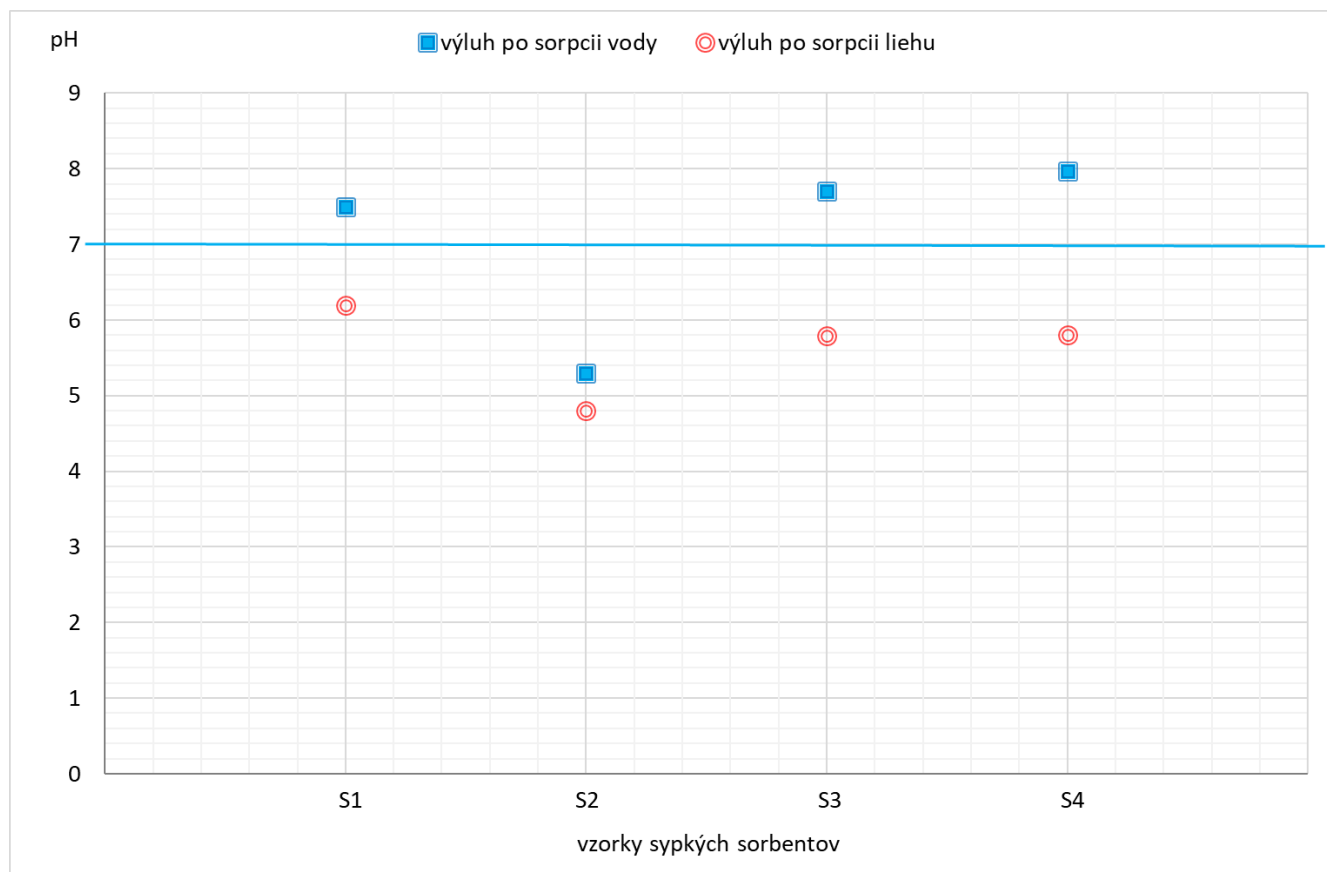
Ďalší parameter, ktorý hodnotí riziko úniku nebezpečnej látky do prostredia je mobilita v pôde. Mobilita v pôde je potenciál látky alebo zložiek zmesi dostať sa po uvoľnení do životného prostredia, dostať sa vplyvom prírodných síl do podzemných vôd alebo sa vzdialiť od miesta uvoľnenia (článok 12.4 v Karte bezpečnostných údajov⁴⁰). 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 F716-18²⁵ na sorbate olej

Ďalším parametrom, ktorý bol podľa ASTM F716 – 18²⁵ 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 bezpečnostnej 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 [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);
18. Štatistický úrad SR, 2022. Dostupné na internete: 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
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.minzp.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 [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 [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 reduce the adverse impact of leakage substances on the environment in traffic accidents

Jozef KUBÁS^a, Iveta MARKOVÁ^b, Jozef RISTVEJ^a, Katarína BUGANOVÁ^a

^aDepartment of Crisis Management, Faculty of Security Engineering, University of Žilina, 010 26 Žilina, Slovakia;

^bDepartment 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. It is important the correct reaction to 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.