



ODSTRAŇOVANIE NÁSLEDKOV EKOLOGICKÝCH HAVÁRIÍ NA VODNÝCH TOKOCH POMOCOU NORNÝCH STIEN

Oľga Végsöová¹, Miroslav Betuš²

ABSTRAKT

Únik nebezpečných látok do vodného prostredia patrí medzi ekologické havárie, ktoré ohrozujú život na Zemi. Tieto situácie vieme čiastočne ovplyvniť, ale ak už takáto mimoriadna udalosť nastane je potrebné byť na ňu náležite pripravený. Pri ohrození vodného ekosystému haváriou, zasahujú jednotlivé zložky IZS, ktoré svoje úlohy vykonávajú na základe platných zákonov a noriem. Jednou zo základných záchranných zložiek IZS, ktorá odstraňuje následky úniku nebezpečnej látky z vodného toku je Hasičský a záchranný zbor. Hlavnou úlohou je čo najrýchlejšie, efektívne a ekonomicky dostupne oddeliť a vykonať odchyt nebezpečnej látky a tak minimalizovať následky mimoriadnej udalosti. Pri odstraňovaní spomínaných následkov na vodných tokoch je dôležité materiálové a technické vybavenie, najčastejšie norné steny a sorpčné materiály, ktorými sú vybavené hasičské stanice. Faktor, ktorý výrazne ovplyvňuje dôsledky havárie je čas. Čím skôr budeme vedieť zakročiť do boja s nebezpečnou látkou na vodnej hladine, tým nižšie budú straty na životoch a škody na majetku.

Kľúčové slová:

Ekologická havária, norná stena, sorpčný materiál, vodný tok.

ABSTRACT

Leakage of hazardous substances into the aquatic environment is one of the ecological disaster threaten life on Earth. We can partially prevent this situation but it must be duly prepared for it if such an extraordinary event occurs. If the aquatic ecosystem is at

¹Ing. Oľga Végsöová, PhD., Technická univerzita v Košiciach, Fakulta baníctva ekológie, riadenia a geotechnológií, Ústav zemských zdrojov, Oddelenie montánných vied, Park Komenského 19, 040 01 Košice, +421 902 122 090, olga.vegsoova@gmail.com, olga.vegsoova@tuke.sk

² mjr. Ing. Miroslav Betuš, PhD. Krajské riaditeľstvo Hasičského a záchranného zboru v Košiciach, Komenského 52, 040 01 Košice, +421 917 433 352, m.betus@centrum.sk, miroslav.betus@minv.sk

risk by accident, the individual units of the integral rescue system interfere first, their tasks are carried out in accordance with applicable laws and norms. One of the basic rescue units of IRS, which eliminates the consequences of leakage of the dangerous substance from the watercourse is the Fire and Rescue Corps. Their main task is to segregate and capture the dangerous substance as quickly, efficiently and economically as possible thus minimizing the consequences of an extraordinary event. Material and technical equipment is important in removing the consequences on the water courses, the most floating barrage and sorption materials that fire stations are equipped. Time is a factor that greatly affects the consequences of the accident. The sooner we will know to eliminate the dangerous substance on the water surface, the lower will be the loss of life and property damage.

Key words:

Ecological accident, floating barrage, sorption material, watercourse.

1 EKOLOGICKÉ HAVÁRIE NA VODNÝCH TOKOCH

Za posledné roky je zaznamenaný rozvoj priemyselnej činnosti, ktorá súvisí s čoraz vyššími nárokmi na uspokojovanie potrieb ľudstva a žiaľ, prináša so sebou aj negatívne prejavy. Ekologický problém predstavuje narušenie vzťahu živých organizmov medzi sebou navzájom alebo k prostrediu, v ktorom žijú. Ide o negatívny faktor, ktorý narúša rovnováhu na Zemi. Za hrozbu môžeme považovať každý fyzikálny, biologický, chemický faktor prírodného alebo antropogenného pôvodu, ktorý môže spôsobiť poruchu zdravia alebo degradáciu životného prostredia. [1]

Len malá nepozornosť môže viesť k vzniku ekologickej havárie. Vznikajú najmä pri dopravných a lodných nehodách, kde je prítomnosť nebezpečnej látky, pri zámernom vypúšťaní látok do atmosféry, životného prostredia alebo hydrosféry. Riziko predstavujú aj prírodné faktory medzi ktoré patria erózie, degradácie pôdy, geomagnetické anomálie, tsunami a iné udalosti, ktorým človek ako tak nevie zabrániť.

1.1 SÚČASNÝ STAV NA SLOVENSKU A VO SVETE

Závažnú ekologickú katastrofu môže v súčasnosti spôsobiť napríklad ropná havária, po ktorej nasledujú dlhodobé dôsledky pre environment a ľudí. Keďže ropa je východisková surovina na výrobu pohonných látok a iných vecí, manipulácia s ňou je častejšia. K takýmto haváriám v minulosti dochádzalo a dochádzať ešte bude, ide ale o to, ako budeme pripravení v daný moment zasiahnuť.

Veľkú katastrofu, ktorá môže napáchať škody na majetku alebo narušenie biosféry predstavuje chemický priemysel, kde je výroba a spracovanie chemických výrobkov a chemikálií. Nebezpečenstvo predstavuje samotný výrobný proces, preprava nebezpečnej látky, jej manipulácia, skladovanie a nehovoriac o vzniku

mimoriadnej udalosti. Množstvo krajín vykonáva činnosti spojené so zabránením nelegálneho vypúšťania nebezpečného odpadu do kanalizácii, vodných tokov alebo morí.

Rovnováhu Zeme narúšajú aj havárie jadrových elektrární, pri ktorých sa tiež nevylučuje úmyselné zapríčinenie. Do atmosféry, pedosféry a hydrosféry sa dostáva nebezpečná rádioaktívna látka, ktorá môže zapríčiniť ekologickú katastrofu.

Ropné látky, pohonné hmoty, tuky, oleje a iné predstavujú približne 50% z celkového počtu havárií, ktoré boli príčinou vzniku ekologickej havárie. Ďalej sa k tomu pridružujú prostriedky na ochranu rastlín, rozpúšťadlá, chemikálie, fenoly, ťažké kovy a podobne.

Každá spomenutá látka má v životnom prostredí iné chovanie, preto aj negatívne dôsledky sú značne rozdielne.[2]

2 EKOLOGICKÉ HAVÁRIE NA VODNÝCH TOKOCH

Závažnú ekologickú katastrofu môže v súčasnosti spôsobiť napríklad ropná havária, po ktorej nasledujú dlhodobé dôsledky pre environment a ľudí. Keďže ropa je východisková surovina na výrobu pohonných látok a iných vecí, manipulácia s ňou je častejšia. K takýmto haváriám v minulosti dochádzalo a dochádzať ešte bude, ide ale o to, ako budeme pripravení v daný moment zasiahnuť.

Veľkú katastrofu, ktorá môže napáchať škody na majetku alebo narušenie biosféry predstavuje chemický priemysel, kde je výroba a spracovanie chemických výrobkov a chemikálií. Nebezpečenstvo predstavuje samotný výrobný proces, preprava nebezpečnej látky, jej manipulácia, skladovanie a nehovoriac o vzniku mimoriadnej udalosti. Množstvo krajín vykonáva činnosti spojené so zabránením nelegálneho vypúšťania nebezpečného odpadu do kanalizácii, vodných tokov alebo morí.

Rovnováhu Zeme narúšajú aj havárie jadrových elektrární, pri ktorých sa tiež nevylučuje úmyselné zapríčinenie. Do atmosféry, pedosféry a hydrosféry sa dostáva nebezpečná rádioaktívna látka, ktorá môže zapríčiniť ekologickú katastrofu.

Ropné látky, pohonné hmoty, tuky, oleje a iné predstavujú približne 50% z celkového počtu havárií, ktoré boli príčinou vzniku ekologickej havárie. Ďalej sa k tomu pridružujú prostriedky na ochranu rastlín, rozpúšťadlá, chemikálie, fenoly, ťažké kovy a podobne.[2]

Každá spomenutá látka má v životnom prostredí iné chovanie, preto aj negatívne dôsledky sú značne rozdielne.[2]

3 POUŽITIE NORNÝCH STIEN

Norná stena je technický prostriedok, ktorý slúži na zachytenie uniknutých nebezpečných látok z vodnej hladiny. Môže ísť o pevnú stenu z dreva, ktorá ma tvar písmena T, o ľahkú kovovú stenu, o plastovú stenu z jednej komory a vzdušnicou 30 cm. Pri plastovej stene, ktorá ma dve komory je jedna komora pod vodnou hladinou. Nafukovacie steny obsahujú diely s dĺžkou 5 m – 10 m alebo pás s dĺžkou 100 m – 200 m. Steny z kovu alebo dreva majú dĺžky 2 m – 5 m a sú spájané kĺbovo. Diely je možné spájať podľa potreby v danej situácii. Norné steny sú najčastejšie valcového tvaru, ktoré sa skladajú z polypropylénovej textilie. Dajú sa využiť opakovane. Ich základné rozdelenie spočíva v rýchlosti inštalovania, schopnosti sorpcie, v pevnosti steny pre rýchlejšie prúdy alebo ekonomické riešenie pre pokojné vody.[3]

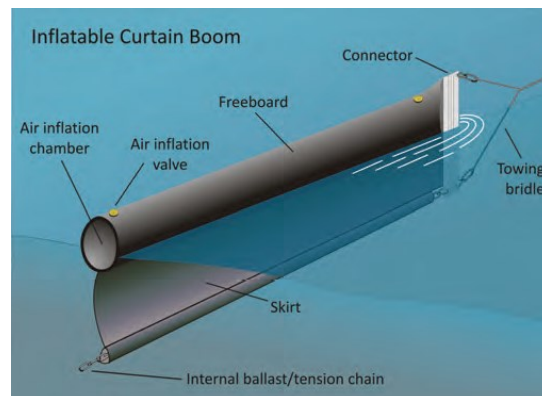
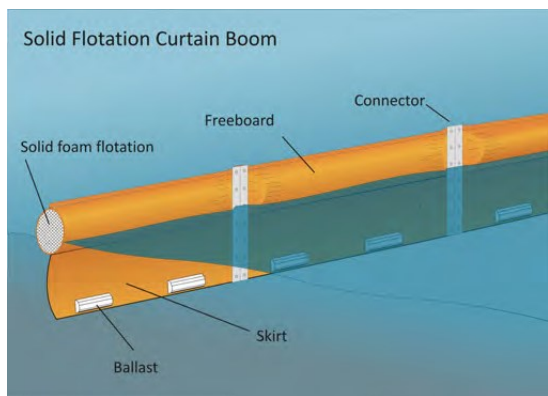
Hlavnou funkciou norných stien je vykonávanie jednej alebo týchto nasledujúcich funkcií:

- Zachytávanie a zabránenie rozširovaniu nebezpečnej látky na vodnej ploche.
- Odklonenie a presmerovanie nebezpečnej látky na vhodný zberný bod a následne odstránenie pomocou čerpadiel.
- Ochrana a odklonenie nebezpečnej látky od hospodársky dôležitých alebo biologicky citlivých miest.

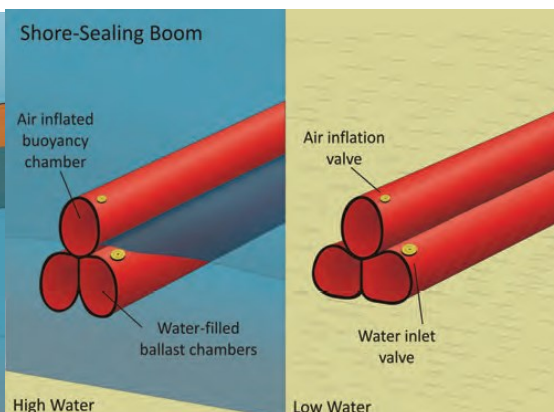
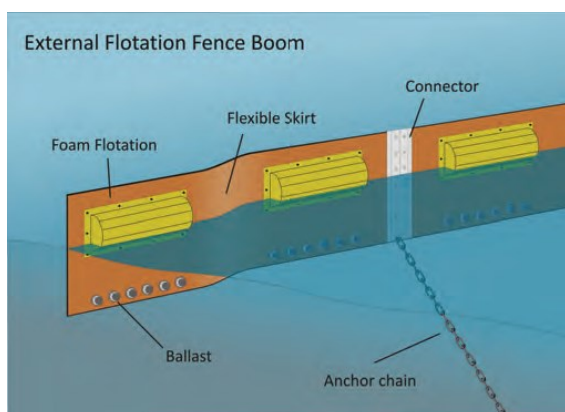
Norné steny sa vyrábajú v rôznych veľkostiach, materiáloch, konštrukciách, aby vyhovovali podmienkam, požiadavkám a situáciám. Najdôležitejšou charakteristikou nornej steny je jej schopnosť zachytávať alebo oddeľovať ropné produkty v závislosti od pohybu vodného toku.

Väčšina norných stien spadá do dvoch základných kategórií:

- Odchytová norná stena naplnená vzduchom alebo flotačnou komorou zvyčajne s kruhovým prierezom (obr. 1, obr. 2)
- Priehradková norná stena všeobecne s plochým prierezom vo vodorovnej polohe vo vodách integrálnou alebo vonkajšou vztlakovou výbavou, predradníkom a opornými vzperami (obr. 3).
- Tesniaca norná stena s komorami naplnenými vodou (obr. 4).



Obrázok 1 Norná stena s flotačnou komorou [1] Obrázok 2 Nafukovacie norná stena [1]

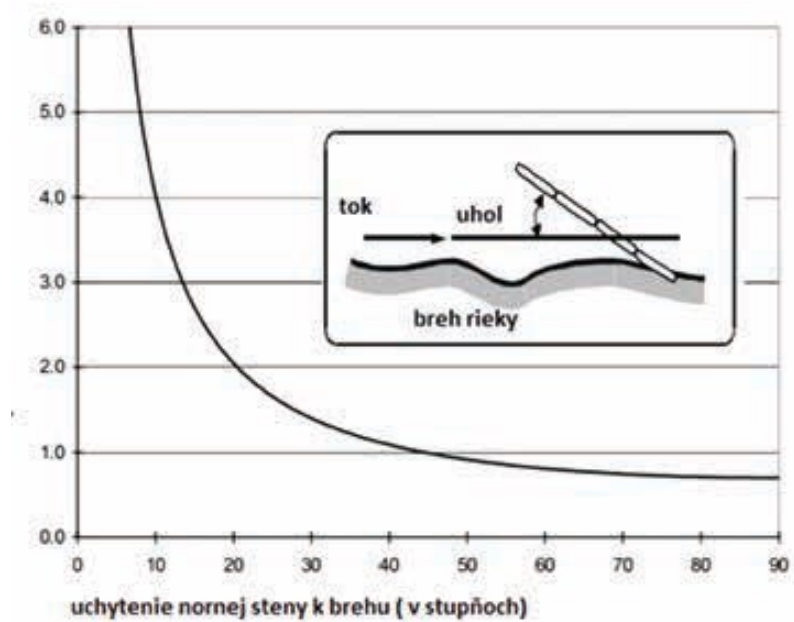


Obrázok 3 Priehradková norná stena [1] Obrázok 4 Tesniaca norná stena [1]

3.1 ULOŽENIE NORNEJ STENY NA TEČÚCU VODNÚ HLADINU

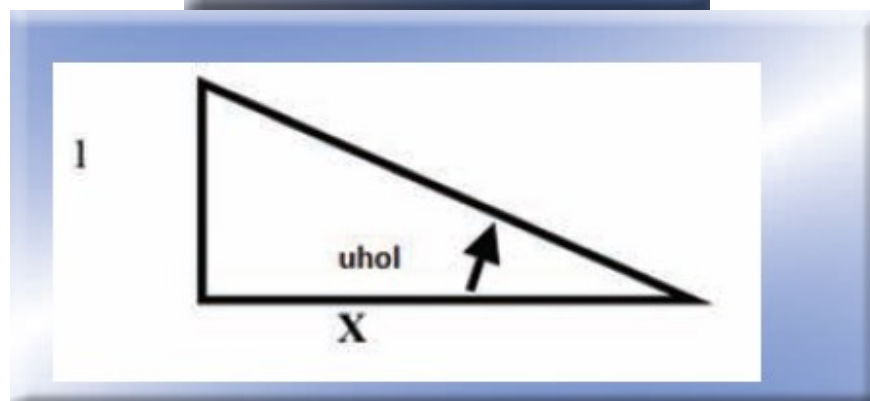
Napriek tomu, že norné steny boli vyvinuté na použitie aj v rýchlo tečúcej vode alebo na účely ťahania pri relatívne vysokých rýchlostiach, väčšina konvenčných konštrukcií nie je schopná zachytávať ropné produkty proti pôsobeniu vodného toku pri rýchlosti väčšej ako 0,5 m.s-1 pri pôsobení v pravom uhle. [4]

Na efektívne zachytávanie nebezpečnej látky na vodnej hladine je potrebné uloženie nornej steny pod správnym uhlom. Je dôležité presné určenie smeru a rýchlosti prúdu rieky, pretože to ovplyvňuje celý priebeh zachytávania nebezpečnej látky a pomocou toho sa dajú presmerovať škvrny na iné miesto, ktoré je pre nás prospešnejšie. [4]

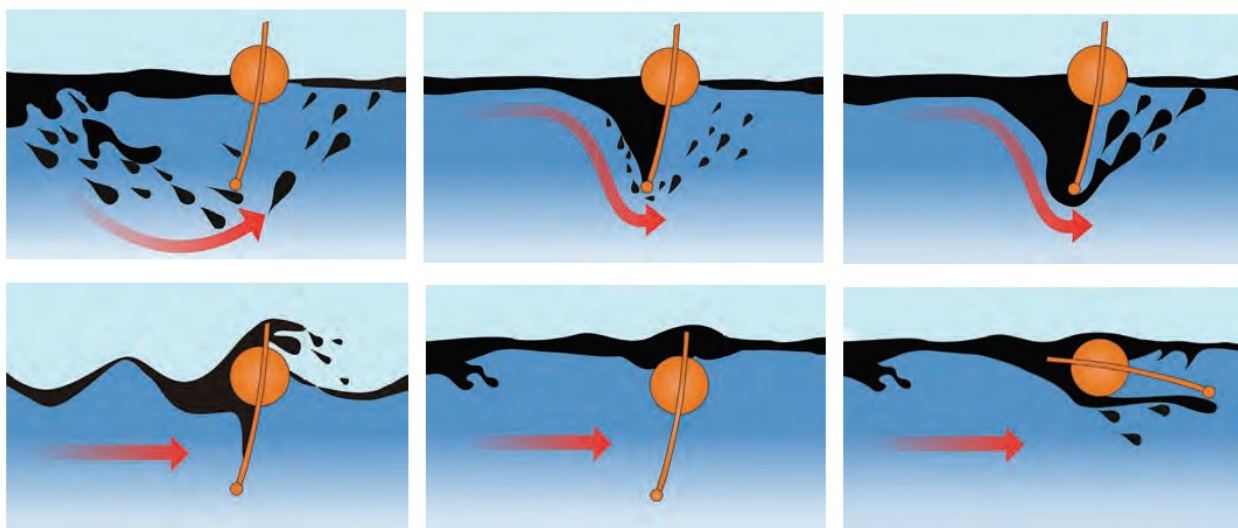


Obrázok 5 Závislosť rýchlosti prúdu od uhla uloženia nornej steny[4]

X (meter)	uhol
1	45
2	26
3	18
4	14
5	11
6	9,5
7	8
8	7
10	5,7
20	3
30	2



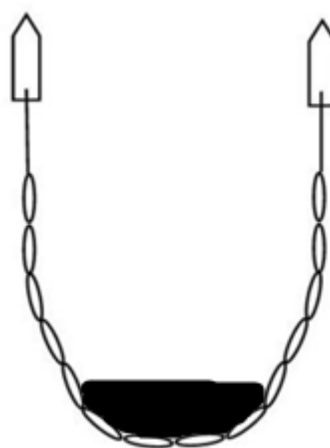
Obrázok 6 Uhol uloženia nornej steny



Obrázok 7 Zlyhanie funkcie pri nevhodnom uložení norných stien [4]

3.1.1. ULOŽENIE NORNEJ STENY DO TVARU „U“

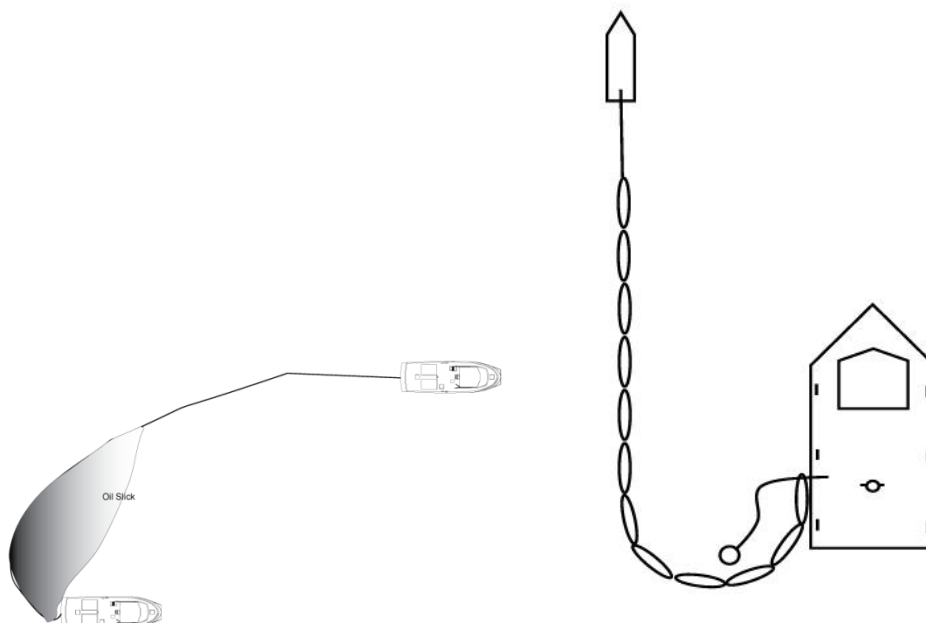
Tento spôsob uloženia nornej steny nie je najvhodnejší z hľadiska zhromažďovania sa nebezpečnej látky v jednom stredovom bode, kde pri pôsobení vln alebo iných vedľajších faktorov hrozí preniknutie látky do neohraničeného voľného priestoru. Sťažené sú aj práce HaZZ, kedy pri sypaní sypkého sorpčného prostriedku alebo iného materiálu je ťažšie absorbovať všetku nebezpečnú látku sústredenú na jednom mieste a taktiež sa predlžuje čas na zber tejto nebezpečnej látky. [2]



Obrázok 8 Uloženie norných stien do tvaru U [2]

3.1.2. ULOŽENIE NORNEJ STENY DO TVARU J

Táto konfigurácia uloženia nornej steny je podobná ako uloženie U, z hľadiska zhromažďovania nebezpečnej látky sú potrebné nižšie rýchlosti. Pri tomto zbere nebezpečnej látky je potrebná úzka spolupráca medzi vlečnými člnmi. Nevýhodou je menšia zberná oblasť v porovnaní s tvarom U. [2]



Obrázok 9 Uloženie nornej steny do tvaru J[2]

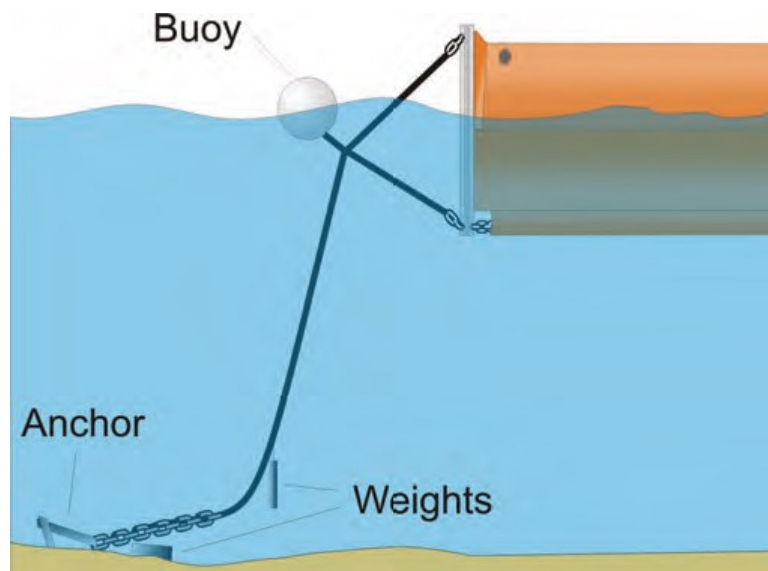
3.2. UKOTVENIE NORNÝCH STIEN

V zriedkavých prípadoch na zabránenie úniku nebezpečnej látky je najvhodnejšie ukotviť nornú stenu v okolí zdroja úniku.



Obrázok 10 Ukotvenie nornej steny okolo zdroja úniku nebezpečnej látky[2]

Správne ukotvenie nornej steny je rozhodujúce, pretože účinnosť zachytenia nebezpečnej látky je závislá na uhle vychýlenia, ktorý zostáva zodpovedajúci aktuálnej pevnosti prúdu. Na zachovanie tohto uhlu a aby sa zabránilo posunu nornej steny vonkajšími vplyvmi, je potrebné zabezpečiť viac kotviacich bodov.



Obrázok 11 Typické ukotvenie nornej steny [2]

4. SILY VPLÝVANÉ NA NORNÉ STENY

Na odhadnutie približnej sily F (kg) vynaloženej na rameno s plochou A (m²) pri prúde s rýchlosťou V (m.s⁻¹) sa môže použiť nasledujúci vzorec:

$$F = 100 \times A \times V^2 \quad (1)$$

Takže približná sila pôsobiaca na 100 metrov dlhú nornú stenu so záchytným výložníkom s 0,6 metrovým plášťom v prúde s rýchlosťou 0,25 m.s⁻¹ by bola:

$$F = 100 \times (0.6 \times 100) \times (0.25)^2 \approx 375 \text{ kg}$$

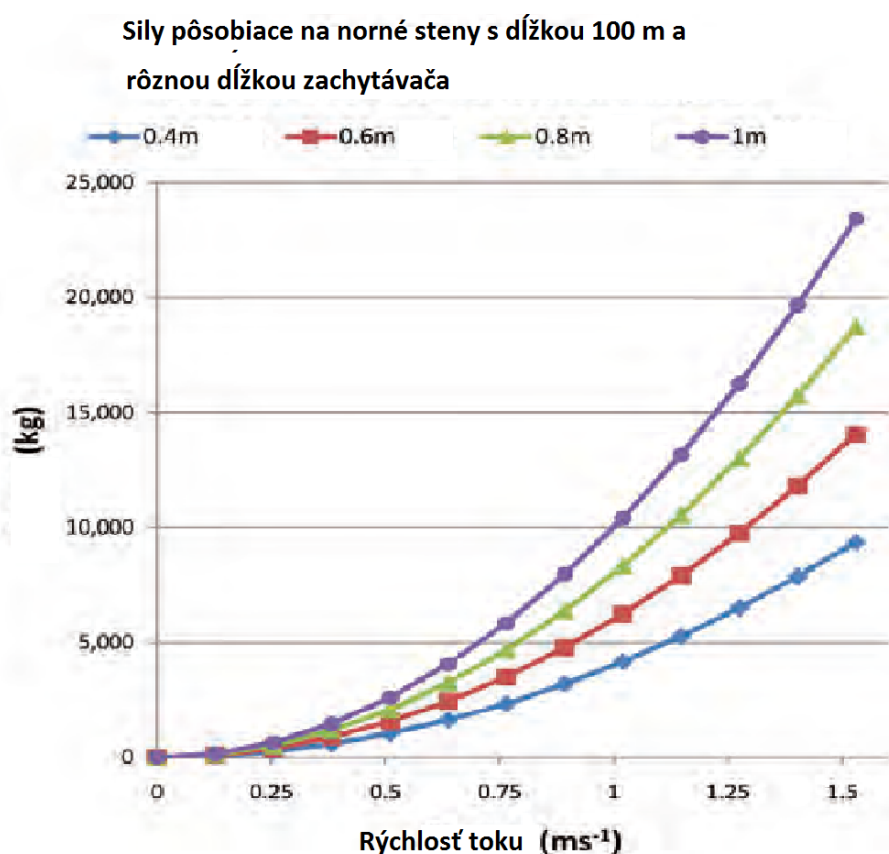
Na obrázku 10 je znázornené, že zdvojnásobenie rýchlosti prúdu by znamenalo štvornásobné zvýšenie zaťaženia. Na účely odhadu tejto rýchlosti môže byť vyššie uvedený vzorec použitý na základe toho, že zhruba ekvivalentné tlaky sú vytvorené vodným prúdom a rýchlosťou vetra 40 krát vyššou. Napríklad približná sila na 100 metrov dlhú nornú stenu s voľnou časťou nornej steny vo výške 0,5 m s pôsobením vetra 7,5 m.s⁻¹ bude:

$$F = 100 \times (0.5 \times 100) \times (7.5/40)^2 \approx 175 \text{ kg}$$

Vo vyššie uvedenom príklade pri kombinácii sily vodného toku a vetra, je pôsobiaca sila na nornú stenu 550 kg, ak by pôsobili v rovnakom smere na nornú stenu. V praxi je však norná stena uložená pod určitým uhlom voči vodnému toku a tvorí určitú krivku, čím sa mení veľkosť a smer pôsobiacich síl. [1]

Tabuľka 1 Maximálne uhly nasadenia na rýchlosť vodného toku na spodné napínacie ramená na zabránenie prietoku ropných produktov [4]

Pôsobiaca sila		Maximálny uhol (°)
(v uzloch)	(m/s)	
0,7	0,35	90
1,0	0,50	45
1,5	0,75	28
2,0	1,0	20
2,5	1,25	16
3,0	1,5	13



Obrázok 12 Sily pôsobiace na norné steny v závislosti na rýchlosti prúdu [4]

ZÁVER

Norné steny môžu byť použité na ochranu environmentálne citlivých alebo sociálne - ekonomicky dôležitých ústiach riek alebo vodných tokov pred znečistením nebezpečnými látkami. Úspešné použitie norných stien predovšetkým závisí od dôkladnej prípravy a praktického overenia jednotlivých operatívnych plánov pre jednotlivé miesta použitia. Tieto plány musia jasne vysvetľovať dôvody pre výber daného miesta použitia, uprednostňovať lokality pre jednoduché použitie norných stien a poskytovať zrozumiteľné informácie na uľahčenie práce s technickými prostriedkami.

Príprava operatívnych plánov na použitie norných stien je dôležitá úloha, ktorú musia vykonávať príslušníci s výbornými technickými a teoretickými znalosťami danej problematiky. Pri spracovávaní jednotlivých operatívnych plánov je potrebné, aby sa daný plán testoval v reálnom prostredí a následne pri zistených nedostatkoch bol plán zmenený podľa požiadaviek na mieste budúceho použitia technických prostriedkov. V prípadoch nemožnosti na daných miestach nasadiť norné steny je potrebné túto skutočnosť zaznamenať do daného plánu so všetkými dôvodmi a skutočnosťami pre nemožnosť použitia materiálneho vybavenia. Týmto sa v budúcnosti zabráni plytvaniu času a zdrojov pri neúspešnom nasadení v prípade vzniku mimoriadnej udalosti na vodnom toku.

Jednotlivé operatívne plány je potrebné zapracovať do jednotlivých scenárov riešenia mimoriadnej udalosti pre všetky záchranné zložky IZS, orgány krízového riadenia, orgány štátnej správy a samosprávy a orgány životného prostredia pre potreby včasnej a úspešnej likvidácie mimoriadnej udalosti.

LITERATÚRA

- [1] MUIZIS, A., 2013. Evaluation of the Methods for the oil spill, Response in the offshore Arctic region., Helsinki: Metropolita University Off Applied Sciences., s. 59.
- [2] GEMITRIOS, M., 2015. DYNAMIC DISCIPLINARY SURVEY OF MASSAGONIA & THRAKIS, OIL SPILLS, EMERGENCY AND FACULTY OF DISADVANTAGE, GREECE, KAVALA., s. 108.
- [3] Metodický list č. 106. MV SR, PREZÍDIUM HaZZ, Takticko-metodické postupy vykonávania zásahov.
- [4] DEVITIS, DAVID, NOLAN, KATHLEEN, & KURT HANSEN, (2000, November). Evaluation of Four Oil Spill Recovery Systems in Fast Water Conditions at Ohmsett (CG-D-18-99). Groton, CT: USCG Research & Development Center.
- [5] BOOMING OPERATIONS, SEAPRO Responseoperations manual, 04.09.2004.
- [6] Oilspillresponse in fastcurrents a fieldguide, 1082 Shennecossett Road, Groton, CT 06340-6096, Report No. CG-D-01-02.