

**STROJNÍČKA FAKULTA TU V KOŠICIACH**  
NÁRODNÝ INŠPEKTORÁT PRÁCE  
EURÓPSKA AGENTÚRA PRE BEZPEČNOSŤ A OCHRANU  
ZDRAVIA PRI PRÁCI



TECHNICAL UNIVERSITY OF KOŠICE  
NATIONAL LABOUR INSPECTORATE  
EUROPEAN AGENCY FOR SAFETY AND HEALTH AT WORK

# AKTUÁLNE OTÁZKY BEZPEČNOSTI PRÁCE A PREVENČIA ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ

## ZBORNÍK PRÍSPEVKOV

Konferencia je organizovaná pod záštitou  
Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny,  
Ministerstva životného prostredia SR a  
dekana Strojníckej fakulty Technickej univerzity v Košiciach

### XXXVII. medzinárodná konferencia

13. - 15. 11. 2024

Hotel Patria, Štrbské Pleso, Vysoké Tatry, Slovenská republika

ISBN: 978-80-553-4726-4





# OVĚŘENÍ CHOVÁNÍ OBLAKU TĚŽKÉHO PLYNU PŘI MASÍVNÍM ÚNIKU Z PRŮMYSLOVÉHO ZÁSOBNÍKU ZA VYUŽITÍ LABORATORNÍHO EXPERIMENTU

## VERIFICATION OF THE BEHAVIOR OF THE DENSE GAS CLOUD DURING A MASSIVE LEAK FROM AN INDUSTRIAL STORAGE TANK USING A LABORATORY EXPERIMENT

MAREK, J. & SKŘEHOT, P.A. & HON. Z.

### **Abstrakt:**

*Při provozu průmyslových instalací nebo při přepravě nebezpečných chemických látek může docházet k nehodám spojených s masívními úniky. Tyto události představují vážnou hrozbu jak pro lidi, tak pro životní prostředí. Zvláště nebezpečné jsou pak situace, kdy po úniku dané látky vznikají oblaky těžkého plynu. Ty se šíří velmi rychle, přičemž mají tendenci relativně dlouho setrvávat při zemském povrchu a zatékat do nejrůznějších prohlubní. Za několik minut tak může toxický plyn zasáhnout rozsáhlé území, jak to ostatně potvrzují i závěry z provedených terénních testů Jack Rabbit z USA. Poznatky o chování těžkého plynu, jakož i znalost dějů ovlivňujících jeho rozptyl v reálných podmínkách, tak poskytují důležité informace potřebné pro efektivní zvládnutí vzniklé havárie. Klíčovým údajem je přitom dosah zraňujících koncentrací dané nebezpečné látky, který lze získat za využití simulace předpokládané havarijní situace pomocí modelovacích software (např. ALOHA). Častou otázkou ale je, nakolik jsou takto generované výsledky validní. Zkušenosti z proběhlých událostí totiž naznačují, že reálné dosahy zraňujících koncentrací jsou významně menší, než bývá predikováno. Pro potřeby havarijního plánování nicméně potřebujeme mít k dispozici data co nejpřesnější, aby bylo možné přijmout vhodná a účinná opatření pro záchranu ohrožených osob.*

*Tímto zásadním praktickým problémem se autoři tohoto příspěvku dlouhodobě zabírají. Taktéž je předmětem disertační práce s názvem „Modelování úniku chlóru za použití modelu virtuálního zdroje“, kterou řeší hlavní autor v rámci svého doktorského studia na Fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze. Nedílnou součástí této disertační práce bylo také provedení praktického ověření předpokládaného chování oblaku těžkého plynu v zájmové lokalitě vybraného průmyslového závodu. Pro tento účel byl navržen a proveden laboratorní experiment, při kterém byl simulován havarijní únik chlóru a jeho následné šíření vysoce urbanizovaným prostředím. Experiment byl založen na použití fyzického modelu, jež byl věrnou kopií zájmové lokality ve zmenšeném měřítku, a simulantu předpokládaného emisního zdroje, tj. reálného průmyslového zásobníku.*

*V tomto příspěvku autoři seznámí účastníky konference s provedením uvedeného experimentu a s dosaženými výsledky. Nedílnou součástí bude také prezentace videozáznamu zachycujícího průběh šíření použitého stopovače.*



### **Abstract:**

*During the operation of industrial installations or the transport of dangerous chemical substances, accidents associated with massive leaks can occur. These events pose a serious threat to both people and the environment. Particularly dangerous are situations where dense gas clouds are formed after the release of the given substance. These spread very quickly, while they tend to remain at the earth's surface for a relatively long time and flow into various depressions. In a few minutes, the toxic gas can reach a large area, as confirmed by the conclusions from the field tests carried out by Jack Rabbit from the USA. Knowledge of the behavior of dense gas, as well as knowledge of events affecting its dispersion in real conditions, thus provide important information needed for effective management of the resulting accident. The key data is the range of injurious concentrations of the given dangerous substance, which can be obtained by using the simulation of the predicted emergency situation using modeling software (e.g. ALOHA). However, a frequent question is how valid the results generated in this way are. Experience from past events indicates that the real ranges of harmful concentrations are significantly smaller than is usually predicted. However, for the needs of emergency planning, we need to have the most accurate data available so that appropriate and effective measures can be taken to rescue people at risk.*

*The authors of this paper have been dealing with this fundamental practical problem for a long time. It is also the subject of a dissertation entitled "Chlorine leakage modeling using a virtual source model", which the main author is solving as part of his doctoral studies at the Faculty of Biomedical Engineering of the Czech Technical University in Prague. An integral part of this dissertation was also the practical verification of the predicted behavior of the heavy gas cloud in the location of interest of the selected industrial plant. For this purpose, a laboratory experiment was designed and carried out, during which an accidental release of chlorine and its subsequent spread through a highly urbanized environment was simulated. The experiment was based on the use of a physical model, which was a faithful copy of the site of interest on a reduced scale, and a simulant of the assumed emission source, i.e. a real industrial reservoir.*

*In this contribution, the authors will introduce the conference participants to the implementation of the mentioned experiment and the results achieved. An integral part will also be the presentation of a video recording the progress of the spread of the used tracer.*

### **Klíčová slova:**

*Laboratorní experiment; chlór; těžký plyn; počítačové modelování.*

### **Poděkování**

Tento článek byl podpořen grantem Studentské grantové soutěže ČVUT č. SGS22/205/OHK5/3T/17 s názvem "Simulace vlivu místních externalit na dosah zraňujících koncentrací těžkého plynu při chemických haváriích".

### **Literatura**

- [1] MAREK J. SKŘEHOT P.A., HON Z. Možnosti využití modelu virtuálního zdroje pro zpřesnění predikce dosahu zraňujících účinků při masívních únicích toxických plynů, Chem. Listy, 118, 491–498 (2024). – v tisku.

### **Korespondenční adresa**

1. Ing. Jakub Marek, MSc.: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství, Náměstí Sítná 3105, 272 01 Kladno 2, Česká republika, e-mail: marekj46@fbmi.cvut.cz
2. Doc. RNDr. Mgr. Petr Adolf Skřehot, Ph.D., MSc., dr.h.c.: Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany zdraví, z.ú., Ostrovského 253/3, 150 00 Praha 5, Česká republika, e-mail: skrehot@zuboz.cz