

ročník 20, číslo 1/2020

# SPEKTRUM

vychází 2x ročně

ISSN 1804-1639 (Online)



VŠB TECHNICKÁ  
UNIVERZITA  
OSTRAVA

FAKULTA  
BEZPEČNOSTNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ

**Recenzovaný časopis**

**Sdružení požárního a bezpečnostního  
inženýrství, z.s.**

**a**

**Fakulty bezpečnostního inženýrství,  
VŠB - TU Ostrava**

## SPEKTRUM

Recenzovaný časopis  
Sdružení požárního a bezpečnostního  
inženýrství, z.s. a Fakulty bezpečnostního  
inženýrství  
*Reviewed journal  
of Association of Fire and Safety  
Engineering and Faculty of Safety  
Engineering*

Vydavatel - *Publisher*:  
Sdružení požárního a bezpečnostního  
inženýrství, z.s.  
Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice

Editor - *Editor*:  
doc. Dr. Ing. Michail Šenovský

Redakční rada - *Editorial Board*:  
doc. Dr. Ing. Michail Šenovský  
(šéfredaktor - *Editor-in-Chief*)  
doc. Dr. Ing. Miloš Kvarčák  
(zástupce šéfredaktora - *Deputy Editor  
-in-Chief*)  
prof. Ing. Karol Balog, PhD.  
doc. Ing. Ivana Bartlová, CSc.  
Dr. Ing. Zdeněk Hanuška  
doc. Ing. et Ing. Karel Klouda, CSc., Ph.D., MBA  
RNDr. Stanislav Malý, Ph.D., DBA  
prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr. h. c.  
doc. Ing. Ivana Tureková, PhD.

Výkonný redaktor - *Responsible Editor*  
Ing. Lenka Černá

Všechny uveřejněné příspěvky byly  
recenzovány  
*All published contributions were reviewed*

Adresa redakce - *Editorial Office Address*:  
SPBI, z.s.  
Lumírova 13  
700 30 Ostrava - Výškovice  
e-mail: [spektrum.fbi@vsb.cz](mailto:spektrum.fbi@vsb.cz)

Uzávěrka tohoto čísla - *Current Issue Copy  
Deadline*: 30. 04. 2020  
Vyšlo: červen 2020 - *Issued on June 2020*

Nevyžádané příspěvky nevracíme.  
Neoznačené články jsou redakční materiály.  
Uveřejněné články nemusí vždy vyjadřovat  
názor redakce.  
Nebyla provedena jazyková korektura.  
*Rejected contributions will not be returned.  
Authorless articles are prepared by  
the editorial staff.  
Published articles need not always express  
the opinion of Editorial Board.  
No language corrections were made.*

© SPEKTRUM  
ISSN 1804-1639 (Online)

VŠB TECHNICKÁ | FAKULTA  
UNIVERZITA | BEZPEČNOSTNÍHO  
OSTRAVA | INŽENÝRSTVÍ

Fakulta bezpečnostního inženýrství  
VŠB - TU Ostrava  
Faculty of Safety Engineering  
VŠB - Technical University of Ostrava



Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s.  
Association of Fire and Safety Engineering

## Obsah - Contents

<b>Aplikácia pokročilých metód modelovania v požiarnom inžinierstve</b> <i>Application of Improved Methods in Fire Engineering</i> Ing. Romana Erdélyiová, doc. Ing. Bohuš Leitner, PhD.	3
<b>Psychosociální rizika při práci v případě neočekávaných krizových situací</b> <i>Psychosocial Risks at the Workplace in Unexpected Emergencies</i> MUDr. Vladimíra Lipšová, Mgr. Kateřina Bátorlová, Ing. Jana Zónová, Mgr. Karolína Mrázová, Ph.D., PhDr. Ludmila Kožená	7
<b>Prejavy zmeny klímy na území SR</b> <i>Climate Change in the Territory of the Slovak Republic</i> prof. RNDr. Iveta Marková, PhD., doc. Ing. Mikuláš Monoši, PhD.	11
<b>Experimentální srovnání trik používaných u složek IZS z hlediska odvodu vlhkosti</b> <i>Experimental Comparison of T-shirts Used in the Integrated Rescue System Components in Terms of Moisture Management</i> Bc. Michaela Ondrová, Ing. Dalibor Balner, Ph.D.	17
<b>Modernizace hasičského speciálu CAS 20/3000/200 – M2T MAN</b> <i>Modernisation of Fire Engine CAS 20/3000/200 – M2T MAN</i> Ing. David Palička	22

# Aplikácia pokročilých metód modelovania v požiarnom inžinierstve

## Application of Improved Methods in Fire Engineering

Ing. Romana Erdélyiová

doc. Ing. Bohuš Leitner, PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva

1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovensko

romana.erdelyiova@fbi.uniza.sk, bohus.leitner@fbi.uniza.sk

### Abstrakt

Rozoznávame mnoho faktorov ovplyvňujúcich vnútorný požiar. Dôležitý je rozmer a geometria priestoru, existencia a veľkosť vetracích otvorov, náhodné a stále požiarné zaťaženie. Vývoj požiaru vo veľkopriestorovom požiarnom úseku sa výrazne líši od vývoja požiaru v malom priestore. V prípade veľkopriestorových hál sa pri navrhovaní konštrukcii často postupuje pomocou tzv. performance-based prístupu. Pokročilé metódy je možné využiť vo všetkých častiach návrhu pre: predpoveď priebehu teploty v priestore a čase, výpočet prestupu tepla do konštrukcie a na posúdenie mechanického chovania konštrukcie alebo jej častí počas požiaru. Príspevok opisuje najnepriaznivejší variant požiaru v skúmanom priestore halového objektu určeného na skladovanie. Vybraný požiarny scenár je riešený pomocou softvéru FDS (Fire Dynamics Simulátor).

### Kľúčové slova

FDS, flashover, požiar, požiarny scenár, tepelné namáhanie.

### Abstract

There are many factors affecting the internal fire. The important thing is the dimension and the geometry of space, the existence of openings, accidental, and still fire load and other. In large-space objects, to design structures under the fire load often proceeds through a performance-based approach. Advanced methods can be used in all parts of the design - in predicting of the scatter of temperature field, in calculating of the heat transfer to the structure and in assessing of the mechanical behavior of the structure or its part under the fire load. The prediction of the gas temperature in the fire compartment is crucial for the structure design. The paper describes the worst fire scenario in the large-space building. The problem is solved by using FDS (Fire Dynamics Simulator).

### Keywords

FDS, flashover, fire, fire scenario, fire load.

### Úvod

Požiare v stavbách sú javom, ktorý negatívne vplyva na život a zdravie osôb vyskytujúcich sa v týchto priestoroch, ako aj na poškodenie majetku a životného prostredia. Národné predpisy definujú presné postupy ako riešiť požiarnu bezpečnosť stavieb, avšak v súčasnosti sa vo svete ako možná alternatíva čoraz častejšie aplikujú práve počítačové modely požiarov (Ewer, 2010). Zjednodušenia, ktoré sú využívané pri riešení požiarnej bezpečnosti stavieb ako aj v oblasti dynamiky rozvoja požiaru a počítačového modelovania musia spĺňať predpoklad, že bezpečnosť osôb, respektíve skúmaná problematika javov sprevádzajúcich požiare je aj po zjednodušení stále zachovaná. Využitie moderných počítačov s vysokým výpočtovým výkonom umožňuje pomocou vhodných programových nástrojov riešiť aj tie problémy, ktoré boli doposiaľ neriešiteľné, respektíve pri nich dochádzalo vplyvom vysokého

zjednodušenia pri výpočtoch k chybám a kvalita výstupov bola následne neadekvátne (Wald, 2016). V oblasti požiarného inžinierstva sa už pred desiatkami rokov začali venovať vývoju rôznych požiarnych modelov, ktoré umožnili využiť práve vysoký výpočtový výkon počítačov na modelovanie požiaru v uzatvorenom priestore a pomáhali tak presnejšie predvídať cesty šírenia požiaru a dymu spolu s ďalšími fenoménmi sprevádzajúcimi nekontrolovateľné horenie v stavbách. Využitie takýchto modelov má ale svoje pravidlá a viaceré obmedzenia (Wang, 2013).

### Požiar v uzatvorenom priestore

Požiare v uzatvorenom priestore stavieb závisia predovšetkým od samotnej geometrie priestoru, plochy, odvetrania, druhu a množstva paliva, pričom prebiehajú v nasledujúcich fázach (Obr. 1) (Walton, 2016):

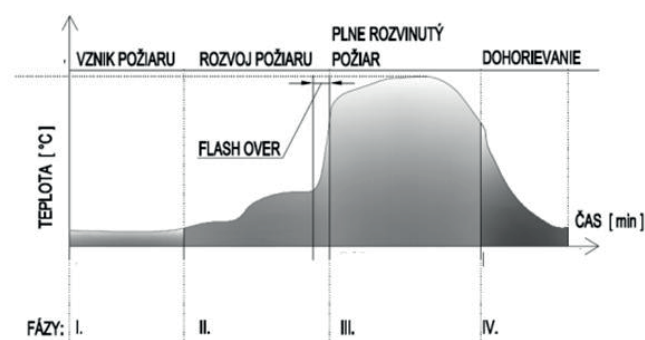
**Iniciácia:** je proces spôsobený exotermickou reakciou a je charakterizovaný nárastom teploty, ktorá značne prevyšuje teplotu okolitého prostredia.

**Rozvoj požiaru:** po iniciácii rastie požiar ako funkcia paliva s minimálnym vplyvom vonkajších podmienok. Ak je v priestore dostatok paliva a oxidačného prostriedku, tak požiar zvyšuje svoju intenzitu, ktorú ovplyvňuje reakcia materiálov na oheň.

**Vzplanutie priestoru:** nazývané tiež „flashover“ je prechod medzi fázou rozvoja požiaru a plne rozvinutým požiarom, kedy sa predpokladá horenie všetkých horľavých látok miestnosti.

**Plne rozvinutý požiar:** počas tejto fázy dosahuje rýchlosť uvoľňovania tepla najvyššie hodnoty a dôležitá je odolnosť konštrukcii.

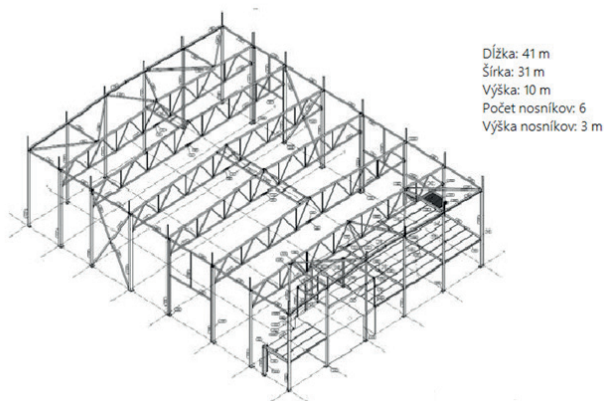
**Dohorovanie:** je poslednou fázou a nastáva vtedy, kedy v uzatvorenom priestore došlo k spáleniu všetkých horľavých látok a rýchlosť uvoľňovania tepla spolu s teplotou v priestore klesá.



Obr. 1 Fázy požiaru

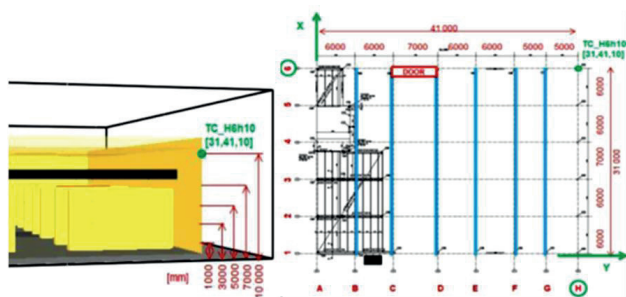
### Geometria skúmaného objektu

Halový objekt bol vybraný na základe výskumu v rámci medzinárodného projektu. Je navrhnutý tak, aby zobrazoval najpoužívanejší typ stavby v krajinách zapojených v projekte: Fínsko, Veľká Británia, Nemecko, Maďarsko a Česká republika (Obr. 2).



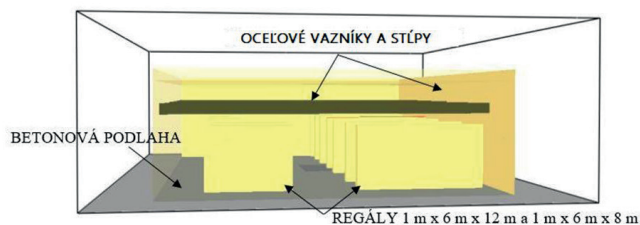
Obr. 2 Geometria skúmaného objektu

Sledovaným parametrom požiarneho scenára je rozloženie teploty plynov, ktoré bolo uskutočnené vďaka plášťovým termočlánkom (THERMOCOUPLE) inštalovaných v skúmanom objekte v niekoľkých pozíciách (Obr. 3). Celkovo bolo simulovaných 153 senzorov s vlastnosťami materiálu Inconel 600, hustotou  $8470\text{kg/m}^3$  a mernou tepelnou kapacitou  $0,444\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ . Jednotlivé termočlánky v zdrojovom kóde sú označené na základe ich umiestnenia. Označenie termočlánku H6h10 znamená, že sa nachádza v pôdorysnej časti H6 (podľa osí) vo výške 10 m nad podlahou.



Obr. 3 Umiestnenie termočlánkov

V rámci výskumu požiarneho scenára je nevyhnutné správne definovať požiarne zaťaženie v priestore. Rozoznávame dva druhy požiarneho zaťaženia: stále a náhodné požiarne zaťaženie. Stále požiarne zaťaženie je tvorené materiálom konštrukcií, stien, podláh. Náhodné požiarne zaťaženie zase skladovaným materiálom, nábytkom atď. (Obr. 4) (STN 730821, 1973).

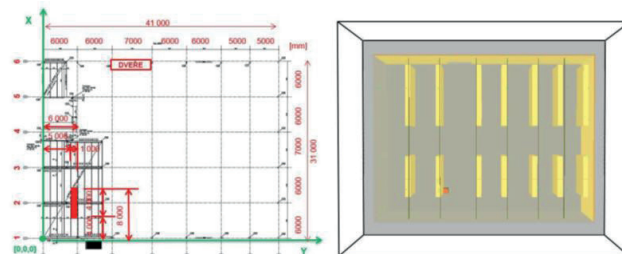


Obr. 4 Stále požiarne zaťaženie objektu

### Požiarneho scenár

Požiarneho scenárom rozumieme, podrobný popis všetkých podmienok ovplyvňujúcich iniciáciu horenia, proces horenia a šírenie spľodín horenia. Požiarneho scenár je zameraný na simuláciu šírenia požiaru v skúmanom halovom objekte. Faktory ovplyvňujúce rýchlosť a smer šírenia požiaru sú: množstvo a typ požiarneho zaťaženia, požiarotechnické a chemické vlastnosti

horľavých látok vyskytujúcich sa v priestore. Požiarne zaťaženie je simulované formou PET fliaš zabalených v kartónových boxoch, uložených na paletách, pričom všetky palety sú uvažované ako horľavé. Požiar je modelovaný na ploche  $1271\text{m}^2$ , na ktorej je umiestnených 35 regálov so vzájomnými odstupmi 5 m. Zdrojom iniciácie (bodový zdroj požiaru s plochou  $1\text{m}^2$ ) je horák simulujúci horenie horľavej kvapaliny (kerosín). Obrázok (Obr. 5) zobrazuje umiestnenie zdroja požiaru v priestore.

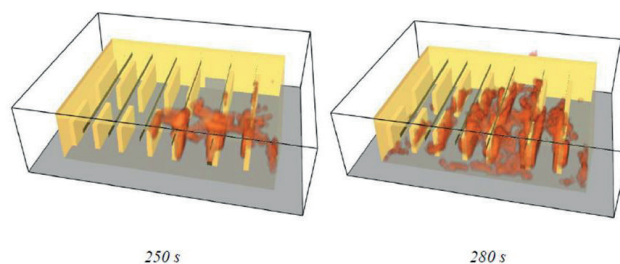


Obr. 5 Umiestnenie zdroja požiaru

Vybranou horľavou kvapalinou bol kerosín (technický petrolej), nakoľko v podobných prevádzkach sa využíva na čistenie strojných súčastí. Energia uvoľňovaná horákom je simulovaná tak aby bola v súlade s ramp funkciou. Počas prvých 300 s výkonu horáka sa uvoľní energia vo veľkosti až  $900\text{kW/m}^2$ . Nevyhnutné bolo priradenie každému regálu prílišnú teplotu vznietenia, na základe experimentálnej štúdie. Experimentálne bola overená závislosť uvoľneného tepla od spotrebovaného kyslíka v priestore. Znížením množstva kyslíka v priestore dochádza k spomaleniu až k úplnému zastaveniu spaľovania. Zvolená výpočtová sieť vychádza z vykonanej analýzy citlivosti výpočtovej siete. Veľkosť výpočtovej siete je  $500\text{mm} \times 500\text{mm} \times 500\text{mm}$ .

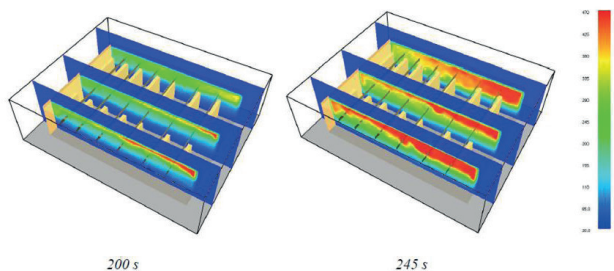
### Výsledky simulácie

Vznik požiaru je simulovaný v jednom ohnisku, neskôr môžeme pozorovať jeho šírenie. Na začiatku rýchlosť horenia je ovplyvnená iniciátorom horenia kerosínom. V prvej fáze požiaru pozorujeme horenie regálov nachádzajúcich sa v blízkosti zdroja horenia, neskôr dochádza k postupu plameňov aj na ostatné regály, nárastom sálavého tepla dochádza k zapáleniu ďalších horľavých látok. Obrázok (Obr. 6) zobrazuje vývoj požiaru v čase.



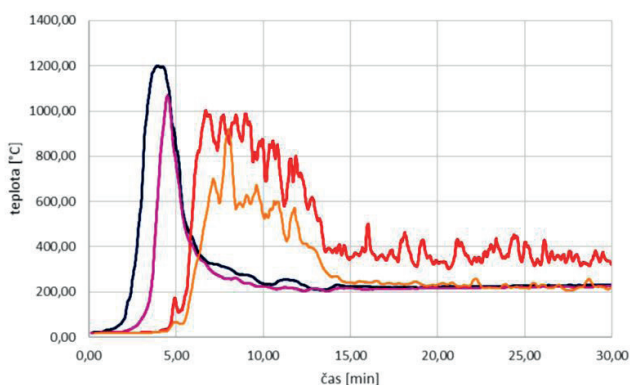
Obr. 6 Vývoj požiaru v čase 250 s a 280 s

Požiarneho scenári uvažujeme o vetracom otvore vo forme dverí s rozmermi  $5\text{m} \times 3\text{m}$ , umiestnených na dlhšej strane skúmaného objektu. Simulovaný ventilačný otvor nedokáže ochladzovať celý priestor dostatočne, následkom čoho dochádza k hromadeniu spľodín horenia medzi oceľovými väzníkmi. S ďalším rozvojom požiaru môžeme pozorovať vznik flashover efektu, kedy prúdením horúcich plynov pozorujeme zapálenie všetkých horľavých látok vyskytujúcich sa v priestore. Obrázok (Obr. 7) zobrazuje teplotné rozdelenie priestoru prostredníctvom ISO plôch.



Obr. 7 Teplota v priestore v čase 200 s a 245 s požiariu

Pomocou termočlánkov umiestnených najbližšie k ventilačného otvoru, boli namerané nízke hodnoty, pretože dochádza k prúdeniu chladnejšieho vzduchu. K najvyšším teplotným výkonom došlo na termočlánkoch C6 a D6 vo výške 3 m nad podlahou. Najväčšie teplotné rozmery vznikajú v čase medzi 15 min a 17 min horenia, v čase flashover efektu. Počas horenia dochádza k nestabilnému nestálemu pohybu horúcich plynov v priestore. Po vyhorení väčšieho množstva požiarného zaťaženia sa rozdiel nameraných teplôt znižuje (Obr. 8, Tab. 1).

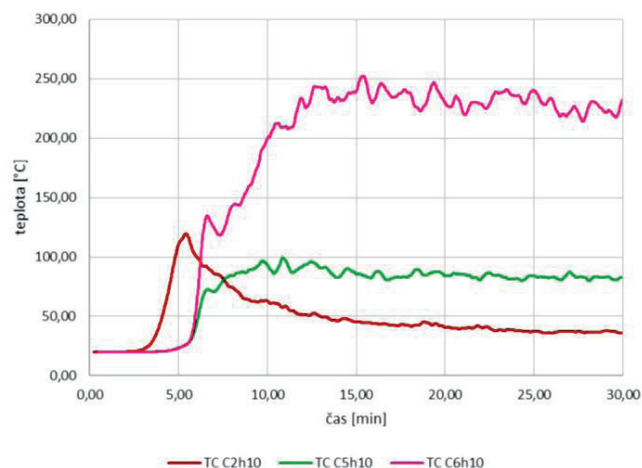


Obr. 8 Teplota plynov vo výške 3 m a 7 m nad podlahou

Tab. 1 Teplota plynov vo výške 3 m a 7 m nad podlahou

TČ	Umiestnenie	Najvyššia dosiahnutá teplota	Teplota v rôznych časoch požiariu [°C]				
			5 min	10 min	15 min	20 min	25 min
C2h7	v blízkosti požiariu	1208,0 °C/4min	811,6	241,8	213,2	213,5	214,7
C6h3	oproti otvoru	1001,5 °C/6min	183,2	839,6	377,5	303,1	415,8
D2h7	v blízkosti požiariu	1080,5 °C/4min	780,9	237,6	200,6	211,7	212,9
D6h3	oproti otvoru	910,0 °C/7min	63,8	526,6	238,0	227,1	214,1

Halové priestory sú špecifické dostatočným množstvom kyslíka podporujúcim horenie (STN 1993-1-2, 2007). Horúce plyny stúpajú hore, zvyšovaním teploty sa začína zvyšovanie aj tlaku v priestore. V prípade strechy skúmaného objektu bola najvyššia nameraná teplota 262 °C v čase 15 min požiariu. Obrázok a tabuľka (Obr. 9, Tab. 2) zobrazuje vývoj teploty pod stropom miestnosti, 10 m nad podlahou objektu.

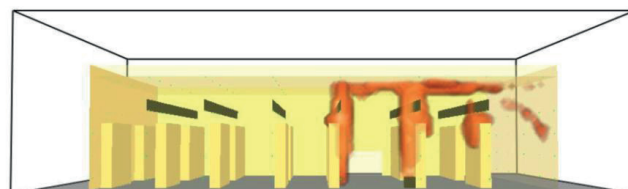


Obr. 9 Teplota plynov vo výške 10 m nad podlahou

Tab. 2 Teplota plynov vo výške 10 m nad podlahou

TČ	Umiestnenie	Najvyššia dosiahnutá teplota	Teplota v rôznych časoch požiariu [°C]				
			5 min	10 min	15 min	20 min	25 min
C2h10	v blízkosti požiariu	122,0 °C/6min	120,6	61,3	48,2	45,1	40,9
C5h10	v blízkosti požiariu	98,2 °C/11min	24,9	87,8	81,7	81,5	81,7
C6h3	oproti otvoru	262,4 °C/15 min	24,9	203,0	252,5	257,1	236,3

Obrázok (Obr. 10) zobrazuje rez haly počas fázy požiariu, kedy boli namerané najvyššie hodnoty teplôt. Môžeme však predpokladať, že hodnota najvyšších nameraných teplôt je práve hodnota plameňa. Nakoľko flashover efekt spôsobil šľahanie plameňov na čidlo termočlánku.



Obr. 10 Rez halou v softvéri Smokeview v čase 230 s

## Záver

Z uvedených možností vyplýva dôležitosť modelovania požiarov a tepelného namáhania stavebných konštrukcií, ktoré sa stáva neoddeliteľnou súčasťou navrhovania konštrukcií, posudzovania protipožiarnnej bezpečnosti stavieb, ako aj v oblasti ochrany osôb a majetku. Využitie moderných prístupov a nástrojov v oblasti protipožiarnnej ochrany môže dopomôcť k efektívnejšej prevencii a pripravenosti likvidácie požiarov stavieb.

## Použitá literatúra

- [1] EWER, J., GALEA, E., 2010. SMARTFIRE - The Fire Field Modelling Environment 2010, The Fifth European Conference on Computational Fluid Dynamics, ECCOMAS CFD 2010 (Pereira, J. C. F., Sequeira, A., Pereira, J. M. C., eds.), Lisbon, Portugal, June 2010, ISBN 978-989-96778-1-4.

- [2] STN 73 0821: 1973 Požiarna bezpečnosť stavieb. Požiarna odolnosť stavebných konštrukcií.
- [3] STN EN 1993-1-2: 2007 Eurokód 3: Navrhovanie oceľových konštrukcií. Časť 1-2: Všeobecné pravidlá. Navrhovanie konštrukcií na účinky požiaru
- [4] WALD, F.; SOKOL, Z. 2016. Ocelové konstrukce. Praha: ČVUT. ISBN 9788001060322.
- [5] WANG, Y. 2013. Performance-based fire engineering of structures. Boca Raton, Fla.: CRC Press/Spon Press. ISBN 978-0-203-86871-3.
- [6] WALTON, W. 2016. Zone Computer Fire Models for Enclosures. In: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering [online]. New York, NY: Springer New York, 2016 [cit. 2020-01-04], s. 1024-1033. ISBN 978-1-4939-2564-3. Dostupné na:10.1007/978-1-4939-2565-0\_31

# Psychosociální rizika při práci v případě neočekávaných krizových situací

## Psychosocial Risks at the Workplace in Unexpected Emergencies

MUDr. Vladimíra Lipšová<sup>1</sup>

Mgr. Kateřina Bátorová<sup>1,2</sup>

Ing. Jana Zónová<sup>1</sup>

Mgr. Karolina Mrázová, Ph.D.<sup>1</sup>

PhDr. Ludmila Kožená<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Státní zdravotní ústav, Centrum hygieny práce a pracovního lékařství

Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10

<sup>2</sup>VŠB - TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství

Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice

vladimira.lipsova@szu.cz

### Abstrakt

Psychosociální rizika na pracovišti a pracovní stres vyplývají nejen z náročného charakteru a nevhodné organizace práce, ale také z nevyhovujících mezilidských vztahů na pracovišti či nemožnosti vyvážení pracovního a osobního života. Jejich vliv může mít výrazný negativní dopad jak na psychické, tak i fyzické zdraví zaměstnanců, jejich pracovní výkon, absentismus, fluktuaci, pracovní neschopnost i úrazovost. Celosvětová koronavirová krize nás přiměla k zamyšlení nad dopadem neočekávaných situací na úroveň psychosociálních rizik při práci.

### Klíčová slova

Psychosociální rizika, koronavirová krize, neočekávané situace, zaměstnanci, zdraví.

### Abstract

Psychosocial risks at the workplace are connected with the demanding character and inappropriate organization of work, with the unsatisfactory human relations at work place and with the impossibility to balance work and personal life. They can negatively influence either mental or physical health of an employee, the job performance, absentism, employee turnover, absence at work from the health reasons and work injuries. The global coronavirus crisis has prompted us to think over the impact of unexpected situations on the level of psychosocial risks at work.

### Keywords

Psychosocial risks, coronavirus crisis, unexpected situations, employees, health.

**Psychosociální rizika** a pracovní stres patří k rizikům, která vznikají komplexním působením pracovních i mimopracovních faktorů, což je činí o to náročnější na řešení. Různé zdroje člení psychosociální rizika při práci do několika oblastí – Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci do 7 oblastí [1], Světová zdravotnická organizace (World Health Organization – dále jen WHO) do 10 oblastí [2], Mezinárodní organizace práce do 4 oblastí [3]. Všechny zdroje se shodují, že pracovní psychosociální rizika vyplývají z náročného charakteru a nevhodné organizace práce, nevyhovujících mezilidských vztahů na pracovišti či nemožnosti vyvážení pracovního a osobního života.

**Moderní doba** přináší nové typy zaměstnávání a uspořádání pracovní doby, rozmach informačních technologií, intenzifikaci práce, nutný multitasking a práci pod časovým tlakem. Zaměstnanci, kteří se díky demografickým změnám posouvají do vyšších věkových kategorií, jsou nuceni učit se nové a nové věci, aby zůstali kompetitivní ve stále více globalizovaném světě. Přestože měly být výdobytky moderní doby na poli práce zejména výhodou, přináší s sebou i celou řadu negativních dopadů. Všechny tyto faktory přispívají nemalou měrou k nárůstu psychosociálních rizik a pracovního stresu při práci.

Poslední zjištění z evropského průzkumu zaměřeného na nová a přicházející rizika (ESENER 3) ukazují, že právě psychosociální rizika patří (spolu s fyzickou zátěží horních končetin a dlouhodobým sezením) mezi **nejčastěji uváděná pracovní rizika** – 59 % dotazovaných podniků uvádí nutnost jednání s náročnými zákazníky, pacienty či žáky [4]. Preventivní opatření a řízení těchto rizik mají zavedena téměř všechny podniky ve Finsku (91 %), ovšem v České republice se jedná pouze o 54 % podniků. Zjištěná data také naznačují, že právě firmy, které mají zavedena opatření řešící psychosociální rizika na pracovišti, považují tato rizika za obtížněji říditelná než ostatní pracovní rizika.

Jiný evropský průzkum zaměřený na kvalitu pracovních podmínek (EWCS), který opakovaně probíhá každých 5 let již od roku 1990, ve svých zatím posledních výsledcích z roku 2015 uvádí, že narůstá důležitost psychosociálních rizik při práci zejména z důvodu **rostoucích emočních nároků**, přičemž sociální podpora ze strany nadřízených a spolupracovníků zůstává na stejné úrovni [5]. Mezi nejvíce ohrožené sektory patří **zdravotnictví a školství** spolu s veřejnou správou a sektorem dopravy. Ve zdravotnictví si až 20 % zaměstnanců stěžuje na slovní napadání, ve veřejné správě zažilo při své práci vyhrožování 11 % zaměstnanců [6].

Přestože je práce důležitá pro rozvoj osobnosti, osobní uspokojení a psychické i fyzické zdraví, mohou být negativní pracovní podmínky spojeny s jeho poškozením. Dle WHO jsou poruchy duševního zdraví jednou z hlavních příčin časného odchodu do důchodu, pracovní neschopnosti, poškození zdraví či nízké produktivity. Negativní sociální chování může mít výrazný dopad na poruchy duševního zdraví. Zaměstnavatelé mají možnosti duševní zdraví na pracovišti podporovat, a tím i zvyšovat produktivitu. WHO uvádí, že **každý dolar investovaný** do prevence a léčby duševních onemocnění **se vrátí čtyřnásobně** formou zlepšeného zdraví a zvýšené produktivity [7].

Organizace pro ekonomickou spolupráci a rozvoj (OECD) **vyčíslila náklady na poruchy duševního zdraví** na 3,5 % hrubého domácího produktu a uvádí, že těmito poruchami trpí 20 % osob v pracovním věku. Úzkostné a depresivní poruchy mají za následek až dvojnásobnou pravděpodobnost nezaměstnanosti [8]. Proto vydala OECD v roce 2016 prohlášení „Time to act on mental health“, ve kterém zdůrazňuje mimo jiné úlohu zaměstnavatelů v prevenci psychosociálních rizik při práci a podpoře duševního zdraví.

V **České republice** bylo v roce 2018 celkem 45 028 případů pracovní neschopnosti pro **poruchy duševního zdraví**, z toho dvě třetiny představovaly ženy. Jedná se o jedny z nejdelších pracovních neschopností, kdy průměrná délka tvoří u žen 87,8 dne a u mužů

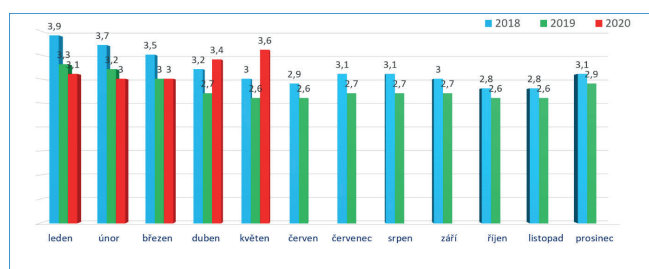
80,8 dne [9]. Zároveň dochází v posledních letech k výraznému nárůstu návštěv nových pacientů v ordinacích psychiatrů – mezi roky 1994 a 2015 došlo v případě afektivních poruch (poruchy nálady) k nárůstu až o 175 % [10].

**Celosvětová koronavirová krize**, která byla a je nečekaným zásahem do života celé planety, byla jednoznačně umožněna právě obrovským globalizačním propojením a kromě nesmírných zdravotních dopadů má i obrovské dopady na svět práce. Kromě možného infekčního onemocnění, ať už zaměstnanců či jejich blízkých, má tato krize dopady zejména na vnímanou úroveň stresu a poruchy duševního zdraví. Některé faktory – stresory – jsou na pracovištích zcela zřejmé (nebezpečí nákazy, dodržování rozestupů mezi spolupracovníky, hygienická opatření, práce z domova, změny v pracovních procesech, odpovědnostech), jiné tak zřejmé být nemusí (obavy o zdraví, omezení sociálních kontaktů, nejistota práce, finanční dopady, změna v rozsahu domácích povinností, apod.). Všechny tyto změny ale mají výrazný dopad na duševní pohodu a zdraví. Zaměstnavatel má obrovskou možnost řízením těchto stresorů chránit zdraví svých zaměstnanců. Nastavením vnitřních procesů, které podporují zdraví zaměstnanců a umožňují aktuálně identifikovat nová rizika, lze výrazně zmírnit možný dopad na zaměstnance i chod firmy.

Je velmi pravděpodobné, že i v budoucnu můžeme být svědky dalších zcela **nečekaných a nepředvídatelných situací** a měli bychom na ně být připraveni, jak jen to bude možné. Zkušenosti a data můžeme čerpat právě z koronavirové krize a nouzového stavu, přestože stále ještě není kompletně zdokumentován jejich dopad.

Již na počátku nouzového stavu v březnu 2020 provedla **Hospodářská komora průzkum** „Koronavirus – poslední vývoj“, ve kterém získala odpovědi od 1 387 respondentů. Ti uváděli, že v normálním režimu běžela v té době jen zhruba třetina firem. Téměř polovina firem (40 %) již v té době využívala možnosti práce z domova a v karanténě se ocitla téměř pětina zaměstnanců (19 %). Více než třetina zaměstnanců byla nucena využít tzv. ošetřování člena rodiny, aby mohla zajistit péči o děti, kterým byly uzavřeny školy. Již v té době zvažovalo 26 % firem propouštění svých zaměstnanců a 7 % firem propouštělo.

Dle statistických údajů Ministerstva práce a sociálních věcí mělo **propouštění zaměstnanců** v březnu 2020 ještě minimální dopad na nezaměstnanost, která dosahovala, stejně jako v březnu předchozího roku 3,0 %. Již v dubnu a v květnu se ovšem nezaměstnanost postupně vyšplhala nad hodnoty let předchozích – 3,4 % v dubnu 2020 a 3,6 % v květnu 2020 (viz Graf 1).



Graf 1 Nezaměstnanost v ČR (% , porovnání 2018, 2019, 2020) – zdroj MPSV, www.mpsv.cz

Ekonomická **nejistota ve vztahu k práci**, propouštění či nutnost rekvalifikace jsou jednoznačně zdrojem stresu, mohou taky vyvolávat obavy, stres či agresi. Vztahy na pracovišti mohou být tímto výrazně ovlivněné, kolegové v sobě navzájem mohou cítit konkurenci. V důsledku ekonomických podmínek může docházet ke slučování pracovních pozic a přetěžování zaměstnanců, kteří na pracovišti zůstávají. Naopak na pracovištích s dobrými vztahy, kde

zaměstnanci mají v zaměstnavatele důvěru, může docházet k větší soudržnosti.

Výše uvedená zjištění vyplývají i z krátkého průzkumu mezi firmami, které byly v minulosti oceněny jako **Podniky podporující zdraví**, tedy firmy, které nadstandardně a nad rámec zákona pečují o zdraví svých zaměstnanců (<https://www.podnikpodporujiczdravi.cz/>). V rámci aktivit na podporu zdraví mají tyto firmy zavedené standardní postupy péče o zaměstnance, a to jak o fyzické, tak i o duševní zdraví. Na těchto pracovištích jsou dobré vztahy a důvěra v zaměstnavatele normou. Proto jsme se zajímali, jak právě tyto firmy zvládají nouzový stav. Průzkum byl realizován našim pracovištěm v dubnu 2020 a odpovědělo na něj 24 firem, což představuje 32 % ze všech oceněných podniků. Přestože krize podstatně omezila možnosti podnikání ve 46 % firem, téměř všechny firmy (96 %) začaly více se zaměstnanci komunikovat nejenom o pracovních, ale i o mimopracovních tématech a většina firem (83 %) neomezila nastavené benefity. Možnosti homeoffice využilo 87 % firem a do domácností byla přesunuta třetina zaměstnanců. Většina firem také zohledňovala psychický stav zaměstnanců, nutnost péče o děti, nabízela edukační materiály, koučink, rady psychologů či lékařů, dbala na informovanost, měla přehled o tom, jak zaměstnanci zvládají situaci doma. Vedení firem se neostýchalo i pochválit a zaznamenali jsme i psaní děkovných dopisů zaměstnancům. Tyto firmy také věnovaly svoje zdroje i potřebným mimo firmu, rozdávaly dezinfekci a sítě roušky úřadům, nemocnicím, pečovatelským domům, vytvářely balíčky pro seniory, zajišťovaly hlídání dětí či věnovaly finanční pomoc.

**Práce z domova (homeoffice)** byla dosud vnímána jednoznačně jako benefit umožňující větší sladení pracovního a osobního života, ovšem v době koronavirové krize se projevily i negativní stránky této formy práce. Výsledky průzkumu Institutu pro výzkum zaměstnávání ve Velké Británii (Institute for Employment Studies, IES), který probíhal v březnu a dubnu 2020 a účastnilo se ho více než 500 respondentů, ukazují, že přestože 67 % zaměstnanců oceňuje autonomii, kterou jim práce z domova umožňuje, tak na druhé straně 60 % zaměstnanců není fyzicky aktivní, 58 % má bolesti krční páteře a 55 % má bolesti zad, hlavy či unavené oči. Více než polovina osob má při práci z domova horší spánek, třetině zaměstnanců se zhoršily stravovací návyky a celá pětina začala více pít alkohol [11].

V České republice prováděla v dubnu své šetření také Lékařská fakulta Ostravské univerzity. Průzkumu se zúčastnilo více než 9 000 respondentů a byl zaměřen na vnímání situace v souvislosti se šířením COVID-19. Mezi respondenty bylo 75 % žen, a ty se ve srovnání s muži významně více obávaly o své zdraví a hůře snášely celou situaci po psychické stránce. Překvapením nebylo, že osoby, které v této době ztratily zaměstnání, byly v **horší psychické kondici**, než osoby, jejichž pracovního života se pandemie nedotkla [12].

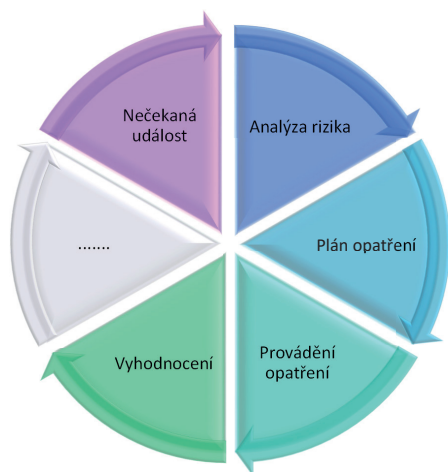
Duševní zdraví a jeho ovlivnění koronavirovou krizí zkoumala i studie Národního ústavu duševního zdraví („Já a COVID-19“), která také proběhla v dubnu, a odpovídalo v ní 2 454 respondentů. V této studii bylo rozložení mezi muži a ženami vyrovnanější (52 % žen a 45 % mužů, zbytek nevedl jasně pohlaví). Z výsledků vyplynulo, že téměř polovina žen i mužů neměla žádné duševní potíže, ale středně závažné a vysoce závažné duševní potíže uvádělo 23 % žen a 15 % mužů. Z toho výsledky 14 % žen a 10 % mužů ukazovaly na přítomnost **úzkostných potíží** a výsledky 15 % žen a 8 % mužů na **přítomnost deprese**, oba druhy potíží se často překrývaly [13].

Klíčovým nástrojem v bezpečnosti a ochraně zdraví při práci je **analýza rizik**, jejímž cílem je snížení všech přítomných rizik na přijatelnou úroveň. Tento princip zahrnuje systematickou analýzu, hodnocení rizik a zavedení preventivních opatření. Stejný postup je možné uplatnit i při snižování psychosociálních rizik. Analýza úrovně psychosociálních rizik vychází z dotazníkových šetření



(např. Státní zdravotní ústav - Metodika ke zjištění psychosociálních problémů na pracovišti) [14] a identifikace stresorů (objem práce, časový plán, rozdělení rolí, nastavení kontrol, komunikace v týmu, externí klient, atd.). Ke každému stresoru je možné nastavit konkrétní preventivní opatření, kontrolní mechanismy a stanovit odpovědné osoby. Specifikou psychosociálních rizik a pracovního stresu je, že jsou do jisté míry individuální pro každou firmu či pracovní tým.

Snahou zaměstnavatelů by mělo být, aby nečekané události, urgentní situace či krizové/nouzové stavy řešili standardní analýzou rizik přizpůsobenou specifičností dané situace. Právě nastavením vnitřních procesů zaměřených na ochranu a podporu zdraví, kdy nejdůležitějším článkem je podpora vedení firmy, dále jasná komunikace a zapojení všech zaměstnanců, lze výrazně přispět ke zmírnění všech rizik, viz Obrázek 1.



Obr. 1 Postup vyhodnocení rizik v případě nečekaných situací (vlastní, upraveno dle EU-OSHA)

Mezi **preventivní opatření** na ochranu před psychosociálními riziky, která jsme identifikovali v našich předchozích projektech, patří:

- Jasně definované pracovní postupy/postupy řešení urgentních situací;
- Pracovní kolektiv – sladění, důvěra, společné i mimopracovní aktivity;
- Začlenění zaměstnanců do rozhodování;
- Úprava pracovního prostředí a podmínek;
- Zpětná vazba, vzájemná pomoc, spravedlivé ohodnocení;
- Systematické vzdělávání;
- Psychologická a sociální pomoc;
- Relaxační techniky, management stresu.

Asociace klinických psychologů České republiky v době krize vypracovala svá doporučení, kterými uklidňovala veřejnost:

- Neexistuje žádná zázračná rada;
- Vaše chování je normální (úzkost/vzteky/bezradnost/stud/nezájem....);
- Každá krize někdy skončí, každá epidemie přejde;
- Je normální nemít se vždycky jen dobře;
- Zkuste aktivně pracovat na svém klidu a dobré náladě;
- Buďte k sobě laskaví a nehleďte viníka;
- Naordinujte si mediální dietu;
- Pohyb, spánek, strava, režim (v rámci možností) [15].

Celosvětová koronavirová krize je příkladem naprosto **nečekané situace**, která nám mimo jasných zdravotních a ekonomických dopadů přináší i mnoho různorodých informací o jejím vlivu na svět práce, formy zaměstnávání, psychosociální rizika, pracovní stres či duševní zdraví zaměstnanců. Je jisté, že firmy a zaměstnávání obecně budou mít v budoucnu v mnoha ohledech jiné parametry, budou se muset více přizpůsobovat, být flexibilnější. Stále větší důležitosti bude nabývat **chování manažerů a přímých nadřízených**, kteří svým stylem komunikace a vedením mohou usnadnit pracovníkům těžká období, nastavit dodržování pravidel, zvýšit odolnost zaměstnanců i celé firmy. Samozřejmou prevencí by měl být **zdravý životní styl**, podpora rodiny a přátel, umění odpočívat a pěstování mimopracovních zájmů.

Podpořeno MZ ČR – RVO (Státní zdravotní ústav – SZÚ, 75010330).

#### Seznam literatury

- [1] Healthy workers, thriving companies – a practical guide to wellbeing at work. Tackling psychosocial risks and musculoskeletal disorders in small businesses, EU-OSHA, 2018, ISBN 978-92-9496-934-7.
- [2] PRIMA-EF: Guidance on the European Framework for Psychosocial Risk Management: A Resource for Employers and Worker Representatives. (Protecting workers' health series, 9), WHO 2008.
- [3] Psychosocial risks and work related stress, ILO [online]. [cit. 2020-06-21]. Dostupné z: [https://www.ilo.org/safework/areasofwork/workplace-health-promotion-and-well-being/WCMS\\_108557/lang--en/index.htm](https://www.ilo.org/safework/areasofwork/workplace-health-promotion-and-well-being/WCMS_108557/lang--en/index.htm).
- [4] European Agency for Safety and Health at Work, 2020. European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER 2019) - background briefing, [online]. [cit. 2020-06-28]. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/en/publications/european-survey-enterprises-new-and-emerging-risks-esener-2019-background-briefing/view>.
- [5] Eurofound (2019), Working conditions and workers' health, Publications Office of the European Union, Luxembourg [online]. [cit. 2020-06-28]. Dostupné z: [https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef\\_publication/field\\_ef\\_document/ef18041en.pdf](https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef18041en.pdf).
- [6] Eurofound (2017), Sixth European Working Conditions Survey – Overview report (2017 update), Publications Office of the European Union, Luxembourg. [online]. [cit. 2020-06-28]. Dostupné z: [https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef\\_publication/field\\_ef\\_document/ef1634en.pdf](https://www.eurofound.europa.eu/sites/default/files/ef_publication/field_ef_document/ef1634en.pdf).
- [7] Mental health in the workplace, WHO, Information sheet, September 2017 [online]. [cit. 2020-06-28]. Dostupné z: [https://www.who.int/mental\\_health/in\\_the\\_workplace/en/](https://www.who.int/mental_health/in_the_workplace/en/).
- [8] OECD (2015), Fit Mind, Fit Job: From Evidence to Practice in Mental Health and Work, Mental Health and Work, OECD Publishing, Paris, ISBN 978-92-64-22828-3 (pdf), [online]. [cit. 2020-06-28]. Dostupné z: [https://www.oecd-ilibrary.org/employment/fit-mind-fit-job\\_9789264228283-en](https://www.oecd-ilibrary.org/employment/fit-mind-fit-job_9789264228283-en).
- [9] Psychiatrická péče 2018, ÚZIS ČR, 2019, ISSN 1210-8588, ISBN 978-80-7472-183-0.
- [10] Raboch J., Životní styl a afektivní poruchy, Čas. Lék. čes. 2017; 156: 74-80.
- [11] Bevan, S., Mason, B. a Bajorek, Z. IES Working at Home Wellbeing Survey: Interim Findings. Institute for employment studies [online]. 2020, Apr 2020 [cit. 2020-06-24]. Dostupné z: <https://www.employment-studies.co.uk/resource/ies-working-home-wellbeing-survey>.

- [12] Dalecká, A., Šlachťová, H. a Tomášková H. Dotazníkové šetření o vnímání současné situace související se šířením COVID-19: Průběžné vybrané výstupy z dotazníkového šetření sledovaná období 1.4. – 5.4.2020, 6.4. – 12.4.2020, 13.4. – 19.4.2020 a 20.4. – 26.4.2020. Ostravská univerzita, Lékařská fakulta [online]. 2020, 28.4.2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://dokumenty.osu.cz/lf/koronavirus-prubezna-zprava-27042020.pdf>.
- [13] Já a COVID-19. Studie vědců z Národního ústavu duševního zdraví zkoumala vliv koronavirové pandemie na Čechy. Národní ústav duševního zdraví [online]. 2020, 22.4.2020 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://www.nudz.cz/files/pdf/tz-studie-ja-a-covid-19.pdf>.
- [14] Metodika ke zjištění psychosociálních problémů na pracovišti. Státní zdravotní ústav [online]. [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/metodika-ke-zjisteni-psycho-socialnich-problemu-na-pracovisti>.
- [15] Doporučení pro veřejnost ze dne 22.3.2020. Asociace klinických psychologů České republiky [online]. [cit. 2020-06-25]. Dostupné z: <https://docs.google.com/document/d/1o5gsItZ0d7qCsAiY3M2cXn25j-LxbbeqcHoNkE2ytK0/edit>.

# Prejavy zmeny klímy na území SR

## Climate Change in the Territory of the Slovak Republic

prof. RNDr. Iveta Marková, PhD.

doc. Ing. Mikuláš Monoši, PhD.

Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta bezpečnostného inžinierstva  
1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovensko  
iveta.markova@fbi.uniza.sk, mikulas.monosi@fbi.uniza.sk

### Abstrakt

Vývoj zmeny klímy je hodnotený na základe trendov v dlhodobých časových radoch (1951 – 2018) jednotlivých klimatických prvkov a na základe porovnania hodnôt jednotlivých rokov s normálovým obdobím v klimatológii 1961 – 1990 [1]. Cieľom príspevku je hodnotenie klimatických prvkov, konkrétne priemerná ročná teplota vzduchu, ročný úhrn atmosférických zrážok a index sucha. Údaje prezentované v príspevku sú získané z verejných správ o stave životného prostredia v SR a ďalších s nimi súvisiacich dokumentov. Slovensko, v priebehu rokov 1881 – 2018, prešlo výraznými zmenami vo všetkých sledovaných klimatických prvkoch. Najvýraznejšie zmeny sú v 2017 a 2018.

### Kľúčové slová

Zmena klímy, ročná teplota vzduchu, ročný úhrn atmosférických zrážok, index sucha.

### Abstract

The development of climate change is evaluated on the basis of trends in long-term time series (1951 – 2018) of individual climatic elements based on comparison of values of individual years with the normal period in climatology 1961 – 1990 [1]. The aim of the article is to evaluate climate elements, namely the production of greenhouse gases, average annual air temperature, annual total atmospheric precipitation, drought index and annual soil temperature (soil index). Data presented in the article are obtained from public reports on the state of the environment in the Slovak Republic and other related documents. Slovakia, during the years 1881 – 2018, underwent significant changes in all monitored climatic elements. The most significant changes are in 2017 and 2018.

### Keywords

Climate change, annual air temperature, annual total rainfall, dryness index.

### 1 Úvod

Medzinárodným právnym nástrojom pre hľadanie globálnych riešení problematiky zmeny klímy je Rámcový dohovor Organizácie Spojených národov o zmene klímy (dohovor) [2] Kjótsky protokol k dohovoru [3,4] a Parížska dohoda [5].

Slovensko je jedna zo strán uvedených dohovorov a je zaviazané plniť z toho vyplývajúce povinnosti. Slovensko úspešne znížilo emisie skleníkových plynov o 8 % v porovnaní so základným rokom 1990 [1]. Historicky prvá univerzálna dohoda o zmene klímy – Parížska dohoda vstúpila do platnosti 4. novembra 2016. Jej cieľom je obmedziť rast globálnej teploty do konca storočia na maximálne 2 °C a podľa možnosti významne pod túto hodnotu, až na 1,5 °C. Po prvý raz dohoda prináša redukčné záväzky nielen pre rozvinuté krajiny, ale pre všetky krajiny, ktoré sú jej zmluvnou stranou. V rámci dohody každá krajina stanovuje sama, akým spôsobom a v ktorých sektoroch sa bude usilovať o zníženie emisií skleníkových plynov. Ďalej, dôslednejšie sa venuje aj adaptácii

a zakotvuje povinnosť pripravovať sa na dôsledky zmeny klímy, hodnotiť následky a budovať odolnosť ekosystémov a sociálnych a ekonomických systémov. V neposlednom rade, zavádza povinnosť sledovať emisie a informovať o ich množstve všetkých zúčastnených krajín, nielen na rozvinutých. Ku dňu 26. októbra 2018 ratifikovalo Parížsku dohodu 181 krajín z celkových 197 strán dohovoru (z rozvinutých krajín neratifikovalo Parížsku dohodu Rusko a Turecko) [1].

Cieľom príspevku je prezentácia prejavov zmeny klímy na území Slovenska (od jej vzniku) podľa vybraných indikátorov (priemerná ročná teplota vzduchu, úhrny atmosférických zrážok, index sucha) na Slovensku za posledné desaťročie. Uvedené indikátory sa začali sledovať postupne. Prvýkrát boli uverejnené v Správe o stave životného prostredia za rok 2010, ktorú každý rok vypracováva Slovenská agentúra životného prostredia (SAŽP). Údaje prezentované v príspevku sú získané z verejných správ o stave životného prostredia a konfrontované s poznatkami a komentármi ďalších významných slovenských odborníkov a klimatológov. a poukázať na narastajúce riziko súvisiace s meniacimi sa podmienkami klímy.

### 1.1 Prejavy klimatickej zmeny

Pre účely sledovania zmien a ich kvantifikácie zmien boli určené klimatické prvky, ktorým sa venuje samostatná pozornosť. Projekt Climate-ADAPT, vedený pod organizáciou European Environmental Agency s podporou United Nations of Climate Change, hodnotí tzv. indikátory klimatických zmien [6]. Do skupiny klimatických prvkov patrí produkcia skleníkových plynov, priemerná ročná teplota vzduchu, ročný úhrn atmosférických zrážok, index sucha a ročná teplota pôdy (pôdny index).

Akým spôsobom sa uvedené zmeny realizovali ponúka nasledujúci článok. Aktuálne údaje klimatických prvkov sú každoročne zverejňované na stránke Slovenskej agentúry životného prostredia [7]. Cieľom príspevku je prezentovať zmenu uvedených parametrov (vďaka zverejneným dátam SAŽP) v priebehu posledných rokov a poukázať na narastajúce riziko súvisiace s meniacimi sa podmienkami klímy.

### 2 Analýza prejavov zmeny klímy v poslednom období

Údaje prezentované v príspevku sú získané z verejných správ o stave životného prostredia a s informačných zdrojov Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMU). Podľa článku 45 Ústavy Slovenskej republiky [8]: "každý má právo na včasné a úplné informácie o stave životného prostredia a o príčinách a následkoch tohto stavu". Uvedenú skutočnosť potvrdil zákon 17/1992 Zb. o životnom prostredí [9] a zákon NR SR č. 205/2004 Z.z. [10].

#### 2.1 Priemerná ročná teplota vzduchu

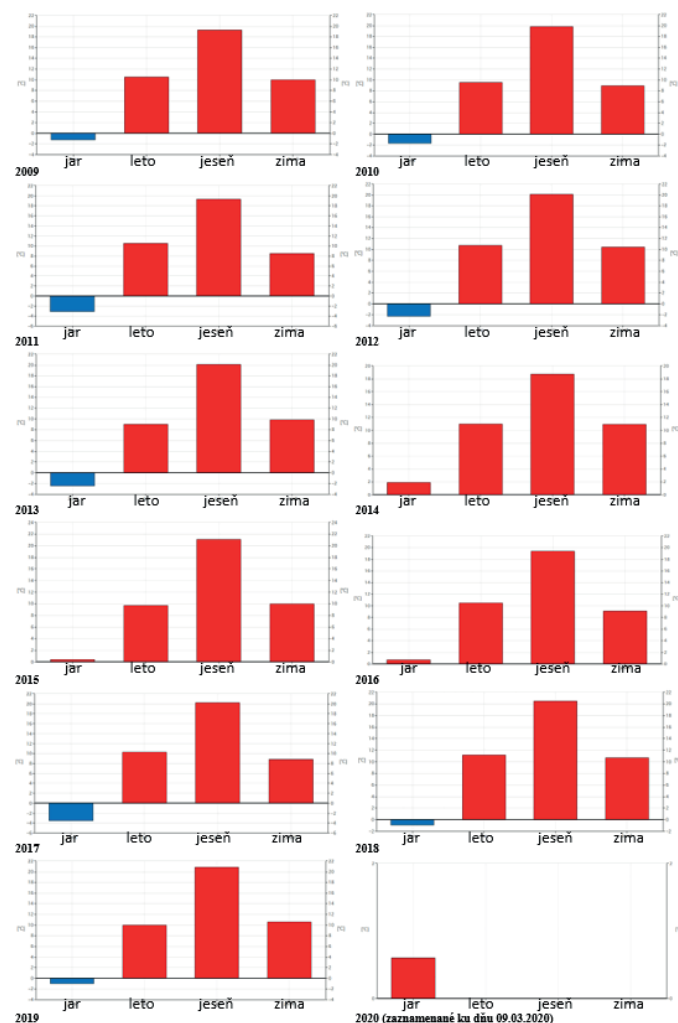
Najzreteľnejšie sa zmena klímy sa prejavuje na teplote vzduchu. Hydrometeorologické stanice, merajúce teplotu vzduchu určené na sledovanie zmeny klímy sú rozmiestnené po území, a to Bratislava-Letisko, Hurbanovo, Oravská Lesná, Sliač, Lomnický štít, Poprad, Košice letisko a Kamenica nad Cirochou [11]. Příklad výsledkov teploty pre ročné obdobia na Stanici Sliač v priebehu rokov 2009 – 2019, ukazuje výrazný nárast teploty v zimnom období (Obrázok 1).

Profesor Lapin uvádza [12] podrobné aktuálne zmeny teploty na Slovensku. „Teplota vzduchu sa meria v Hurbanove na profesionálnej úrovni od roku 1872, 4 stanice SHMÚ sú k dispozícii od r. 1881, a 1 z jedna z Bratislavy od r. 1851“ uvádza Lapin [12].

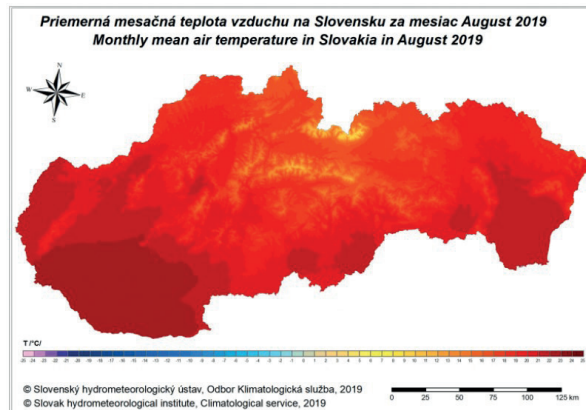
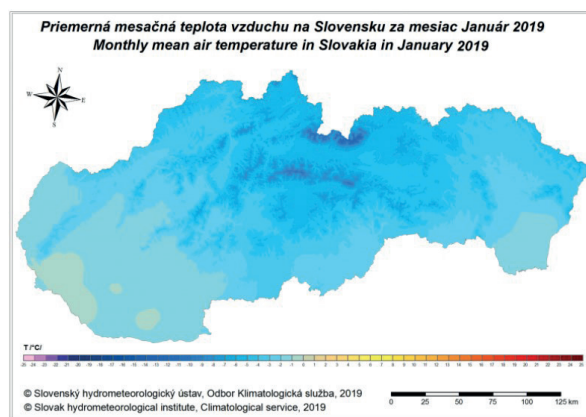
súčasný územný priemer úhrnu zrážok na Slovensku je vypočítaný v SHMÚ z mesačných úhrnov 203 staníc (obrázok 2), Lapin uvádza [12], že pred rokom 1901 bol uvedený výpočet z asi 30-100 staníc.

Matejovič a Libo [13] uvádzajú rekordné teplotné hodnoty. Dosiahnuté absolútne maximum (najvyššia nameraná teplota vzduchu) bolo 56,7 °C, Deth Valley 10. júl 1913, California, USA a na území Slovenska: 40,3 °C, Hurbanovo, 20.7.2007. Uvádzajú, že najteplejšie leto (jún-august) bolo v 2019, s priemernou teplotou vzduchu 23,2 °C v Hurbanove. Uvedenú skutočnosť potvrdzuje Bartošovičová [14].

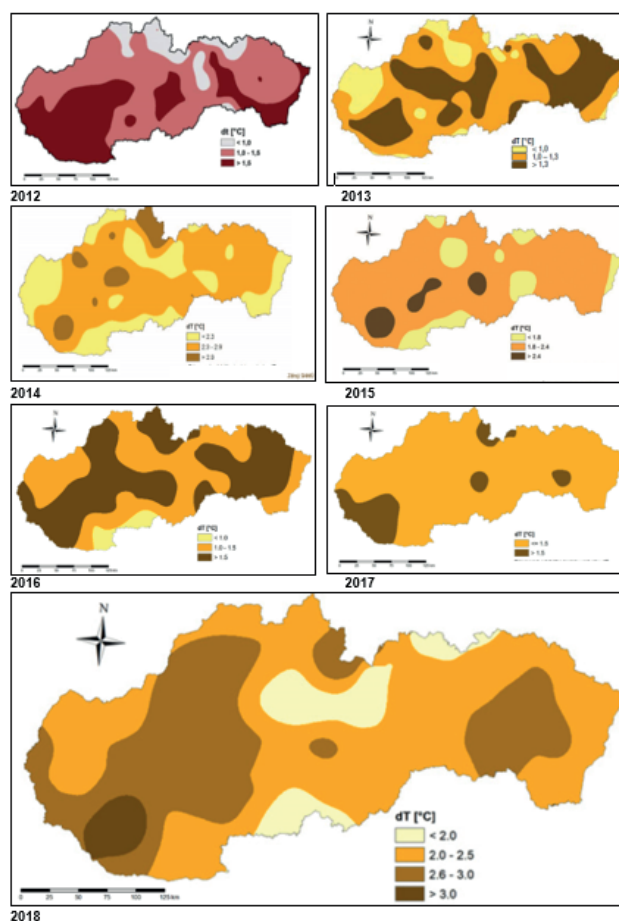
Rast priemernej ročnej teploty vzduchu sa prejavil najvýraznejšie za posledných tridsať rokov [15]. Za obdobie rokov 1881 – 2016 sa na Slovensku pozoroval rast priemernej ročnej teploty vzduchu asi o 1,73 °C [16]. V roku 2015 [15] bolo konštatované, že za posledných dvadsať rokov bolo otepľovanie najvýraznejšie. Rok 2016 skončil na väčšine územia Slovenska v porovnaní s klimatickým normálom 1961 – 1990 ako veľmi až mimoriadne teplý [16]. Uvedený charakter si udržali aj nasledujúce roky [1, 17]. Priemerná územná odchýlka od normálu 1961 – 1990 v roku 2016 (Obrázok 3) je neporovnateľná s rokom 2018. V priebehu dvoch rokov dochádza k 1,5°C rozdielu odchýlky priemernej ročnej teploty vzduchu od normálu 1961 – 1990, čiže v roku 2016 sa priemerná odchýlka pohybuje v intervale <1,0 °C, 1,0-1,5°C a >1,5°C (Obrázok 3). V roku 2018 sa rozdiel odchýlky priemernej ročnej teploty vzduchu od normálu 1961 – 1990 pohybuje v rozpätí <2,0 °C, 2,0-2,5°C, 2,6-3,0°C a >3,5°C (Obrázok 3).



Obr. 1 Teplota vzduchu (v °C) v ročných obdobiach meraná na stanici Sliač v priebehu rokov 2009 – 2019 podľa: [18]. Legenda: teplotné rozmedie osi „x“ od -2°C do 22°C. Výnimka hornej hranice je 24 °C v roku 2015 a dolnej hranice -3°C v roku 2017



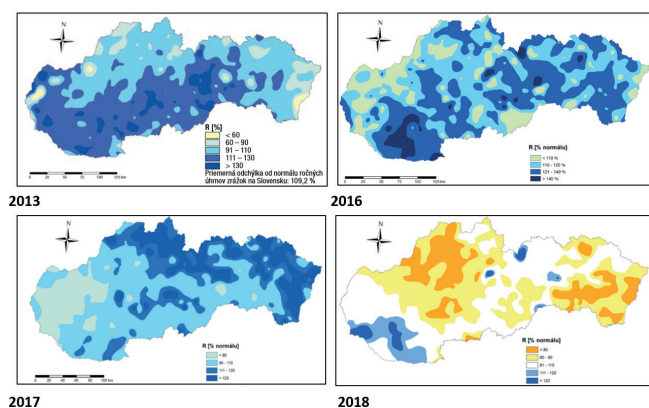
Obr. 2 Priemerná mesačná teplota na Slovensku (podľa: [11])



Obr. 3 Odchýlky priemernej ročnej teploty vzduchu od normálu 1961 – 1990 na Slovensku za roky 2012 až 2018 (podľa: [1, 15, 16, 17, 19, 20, 21])

## 2.2 Ročný úhrn atmosférických zrážok

Ročný úhrn atmosférických zrážok sa začal prezentovať v Správach o stave životného prostredia v roku 2010. Prvá prezentovaná mapa z roku 2012 má trojfarebné rozpätie so sýtomodrými farbami. Hneď v roku 2013 sa farebnosť mapy výrazne líši a vznikajú miesta s výrazným percentuálnym znížením zrážok až na 60% z normálu (Obrázok 4). Ďalšia mapa z roku 2015 zaznamenala klesajúci trend ročného úhrnu atmosférických zrážok (Obrázok 4) a pokles relatívnej vlhkosti vzduchu [15]. V roku 2016 [16] sa uvádza pokles ročných úhrnov atmosférických zrážok v priemere asi o 0,5 % (Obrázok 4) a rok 2018 zrážkovo podnormálny (Obrázok 5) a rozpätie ročného úhrnu atmosférických zrážok v % pokleslo v percentuálnom rozpätí z vrchnej hranici rozdielu 140% na 120 % a objavujú sa miesta s 60% odchýlkou ročných úhrnov zrážok od normálu. [1].



Obr. 4 Ročný úhrn zrážok na Slovensku v % od normálu 1961 – 1990 za roky 2013, 2016, 2017 a 2018 (podľa: [19, 15, 16, 17])

Vysvetlenie výpočtu úhrnov zrážok za vybrané časové obdobie a tvorbu scenárov úhrnov zrážok počas extrémnych zrážkových situácií na Slovensku vysvetľuje Lapin a kol. [22].

## 2.3 Ročný úhrn atmosférických zrážok (index sucha)

Index sucha vychádza z porovnania (pomery) ročnej potenciálnej evapotranspirácie a ročného úhrnu atmosférických zrážok. V nížinných oblastiach Slovenska bol pozorovaný za obdobie 1951 – 2016 rastúci trend indexu sucha (Hurbanovo o 0,22), pre vyššie položené oblasti (Oravská Lesná o 0,01). Index sucha v roku 2016 bol v Hurbanove 1,02 a v Oravskej Lesnej 0,41. Štatistické zvýraznenia sú v správe o stave životného prostredia za rok 2016 [16, 23].

Na druhej strane sa oveľa častejšie ako predtým vyskytovalo lokálne alebo celoplošné sucho, ktoré bolo zapríčinené predovšetkým dlhými periódami relatívne teplého počasia s malými úhrnmi zrážok v niektorej časti vegetačného obdobia.

Fenomén sucha sa stal súčasťou nášho života. V roku 2018 boli pripravené dokumenty, ktoré zaujali stanovisko a navrhli konkrétne opatrenia, ktoré je potrebné vykonať na zabránenie strate vody v našom prostredí [24]. Ide o Správu Ministerstva životného prostredia SR s názvom H2ODNOTA JE VODA Akčný plán na riešenie dôsledkov sucha a nedostatku vody [25, 26].

## 2.4 Ročná teplota pôdy (pôdny index)

Teplota pôdy v roku 2016 v hĺbke 10 cm bola v Hurbanove 11,0 °C a v Liptovskom Hrádku 9,2 °C. V nížinných aj vo vyššie položených oblastiach Slovenska bol pozorovaný za obdobie 1951 – 2016 rastúci trend priemernej ročnej teploty pôdy v hĺbke 10 cm, výraznejší na horách (Hurbanovo 1,5 °C, Liptovský Hrádok 2,1 °C) [17]. V roku 2018 sa v druhej polovici apríla sa začalo rozširovať sucho najskôr na severozápade, neskôr aj na východe Slovenska.

Na začiatku mája bolo extrémne sucho na 16 % územia, pričom najhorší stav bol v Žilinskom, Prešovskom a Trenčianskom kraji a v júni 2018 extrémne sucho zasahovalo 7,5 % územia [1]. Uvedená skutočnosť zapríčinila deficit pôdnej vlhky a stratu výnosov na východnom Slovensku.

## 2.5 Vlny tepla (počet tropických dní)

Počet tropických dní sa začal udávať v správe o stave životného prostredia od roku 2012 [19]. V roku 2016 bolo v Hurbanove zaznamenaných 30 tropických dní, v Liptovskom Hrádku to bolo 5. V nížinných aj vyššie položených oblastiach Slovenska bol pozorovaný, za obdobie 1951 – 2016, rastúci trend počtu tropických dní (Hurbanovo o 20), (Liptovský Hrádok o 10) [23]. Uvedená skutočnosť je potvrdená aj v roku 2018, kde počet tropických dní (teplota vyššia ako 30 °C) vzrástol o 16 viac oproti obdobiu 1961 – 1990 [1].

S nárastom počtu teplých dní a poklesom úhrnu zrážok súvisí aj dlážka vykurovacieho obdobia. V roku 2016 bol počet vykurovacích dní v Hurbanove 208 a v Liptovskom Hrádku 244. V nížinných aj vyššie položených oblastiach Slovenska bol pozorovaný za obdobie 1951 – 2016 pokles v trende počtu dní, kedy bolo potrebné vykurovať, a to v Hurbanove o 21 dní a v Liptovskom Hrádku o 22 dní v kalendárnom roku [23].

Na základe rastu počtu letných dní, kedy je teplota vyššia ako 25 °C (nárast o 45 viac oproti obdobiu 1961 – 1990 [1] a tropických dní dochádza k poklesu počtu ľadových dní, kde je maximálna teplota nižšia ako 0 °C (pokles o 12 dní viac oproti obdobiu 1961 – 1990 [1] a počtu mrazových dní, kedy je minimálna teplota nižšia ako 0 °C (pokles o 32 dní oproti obdobiu 1961 – 1990 [1]. Podrobné vysvetlenie vývoja uvedených dní a prognózovanie ich počtu do roku 2090 uvádzajú Damborská, Lapin a Melo [27].

## 3 Klimatické scenáre

V tretej Národnej správe o zmene klímy [28] boli vypracované klimatické scenáre nárastu teploty a poklesu ročných úhrnov zrážok (Tabuľka 1). Uvedený výpočet bol regionálnou modifikáciou výstupov z 2 prepojených softverov, a to GCMs (CCCM z Kanadského strediska pre modelovanie klímy a GISS z Gaoldardovho ústavu pre vesmírne štúdie v USA, Goldard Institute for Space Studies). Na uvedených scenároch sa podieľal prof. Lapin [29, 30] a uvádza [31]: „Od roku 1993 sme spracovali a prezentovali sériu rôznych klimatických scenárov pre Slovensko až do roku 2100, ktoré teraz vyhodnocujeme na základe porovnávania so skutočným priebehom počasia“.

Tab. 1 Scenáre zmien mesačných priemerov teploty vzduchu (°C) v 50-ročných horizontoch pre celé Slovensko v porovnaní s normálom 1951 – 1980 (Lapin a kol., 1995 [32])

Horizont	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
CCCM 1995 (30-ročné horizonty v porovnaní s 1951 - 1980)												
2010	1,2	1,4	1,4	1,0	0,9	0,9	1,1	1,0	1,1	1,1	0,9	0,9
2030	2,0	2,4	2,3	1,7	1,5	1,6	1,8	1,7	1,9	1,8	1,4	1,5
2075	3,7	4,5	4,3	3,2	2,9	3,0	3,3	3,2	3,6	3,4	2,7	2,8
CCCMprep (50-ročné horizonty v provnaní s 1951-1980, odvodené z modifikácie pre 191-1990)												
2010	0,5	0,7	0,9	0,7	0,4	0,6	0,9	1,0	1,0	0,9	0,6	0,4
2030	0,9	1,2	1,4	1,1	0,8	1,1	1,4	1,5	1,6	1,2	0,7	0,7
2075	2,2	2,9	2,8	2,3	2,3	2,9	3,4	3,6	3,6	3,0	2,0	1,8

Pozn.: Legenda: pre CCCM 1995, pozn. Lapin et al., 1995

Ak by sme chceli porovnať získané údaje z roku 2011 so súčasným stavom, museli by sme mať k dispozícii objektívne údaje. Nie je možné jednoznačne určiť nárast priemernej ročnej teploty na území SR. Údaje poskytované SAŽP a SHMU sú vzťahované na referenčné obdobia a v chronológii rokov sa menia. Správa o stave ŽP z 2010 uvádza [33]: „V SR bol zaznamenaný trend rastu priemernej ročnej teploty vzduchu o 1,6 °C a pokles ročných úhrnov atmosférických zrážok v priemere o 3,4 %. Ten istý výrok je uvedený aj v Správe o stave životného prostredia z 2011 [34]. Identický výrok: „V SR bol za obdobie 1881 – 2009 zaznamenaný trend rastu priemernej ročnej teploty vzduchu o 1,6 °C a pokles ročných úhrnov atmosférických zrážok v priemere o 3,4 %“ je uvedený na str. 140 Správy o stave životného prostredia SR v 2010 [33]. Zmeny v hodnotení uvedených parametrov nastávajú v roku 2012 [19], kde nastupuje znázornenie v podobe máp (obrázky 2, 3 a 4).

Jedným z cieľov Parížskej dohody je obmedziť rast globálnej teploty do konca storočia na maximálne 2 °C a podľa možnosti významne pod túto hodnotu, až na 1,5 °C [5]. Uvedená skutočnosť sa v rámci prognózovania v roku 2011 už zdala nereálnou. V súčasnosti je tendencia rastu priemerne o 1 °C. Uvedená prognóza z roku 2011 už ukazuje splnenie uvedeného cieľa v roku 2075 a reálne údaje SR, od 2012, ktoré je možné porovnať (tabuľka 2) ukazujú rozdiel (nárast) ako priemernú odchýlku teploty vzduchu  $\Delta T$  a ročný úhrn zrážok na Slovensku v % normálu 1961-1990 ako pokles. (SAŽP, 2012 - 2019) [34, 19, 20, 21, 16, 17, 1].

Tab. 2 Porovnanie klimatických prvkov ako priemerné odchýlky od normálu 1961-1990, na základe správ o stave životného prostredia vypracovaných Slovenskou agentúrou životného prostredia v rokoch 2012 až 2019.

Klimatický prvok	2012 [34]	2013 [19]	2014 [20]	2015 [21]	2016 [16]	2017 [17]	2018 [1]
Priemerná odchýlka teploty vzduchu $\Delta T$ [°C]	1,3	1,3	2,4	2,1	1,5	1,3	2,4
Ročný úhrn zrážok na Slovensku [%]	95,3	109,2	X	93,0	119,8	106,5	X

Legenda: X- v s práve neuvedené

Lapin [29] hodnotí rozvoj situácie nasledovne: “Podľa viacerých alternatív zmeny priemerov teploty vzduchu, globálneho žiarenia, tlaku vodnej pary, cirkulácie atmosféry a úhrnov zrážok je pre Slovensko možné predpokladať takýto vývoj do roku 2100: Priemery teploty vzduchu budú mať trend rastu asi o 2 až 4 °C, pričom sa zachová doterajšia premenlivosť mesačných a denných hodnôt. Na juhu Slovenska bude celkovo menší rast úhrnov zrážok a na severe väčší, predovšetkým v chladnom polroku. V lete bude na juhu Slovenska zrejme pokles úhrnov zrážok, na severe malý rast, predpokladá sa, že sa zväčší premenlivosť zrážok smerom k častejším a dlhším obdobiam s malými zrážkami a krátkym obdobiam s veľmi výdatnými zrážkami“ [29]. Vyjadrenie SHMU [35] o možných scenároch zmeny klímy sa tiež opiera o publikáciu Lapin a kol. [29].

Snehová pokrývka je jeden zo základných meteorologických a klimatických činiteľov, u ktorej sa sleduje zmena jej stavu v dôsledku klimatických zmien. Výskyt snehovej pokrývky je pravidelný len v oblastiach s trvalou zápornou teplotou vzduchu v zime. V nížinách v celej strednej Európe je v dôsledku častého striedania období s kladnou a zápornou priemernou teplotou vzduchu jej výskyt nepravidelný [36]. Siman a Slavková [36] spracovali (veľmi prehľadne a logicky) vybrané charakteristiky snehovej pokrývky na území Slovenska v období 1981/82 –

2017/2018. V uvedenom období sa vyskytlo niekoľko zím veľmi chudobných na snehovú pokrývku (1997/98, 2006/07, po roku 2010 napr. 2013/14), ale tiež na sneh pomerne bohaté zimy (1986/87, 1995/96, po roku 2010 to bola napríklad zima 2012/13). Metodiku hodnotenia zvolili podľa parametrov: dátumu výskytu snehovej pokrývky (prvý a posledný deň so snehovou pokrývkou, dĺžka obdobia snehovej pokrývky, s výškou snehovej pokrývky súvislou snehovou pokrývkou určitej výšky 1 cm, 10 cm a 20 cm a viac), priemernej výšky snehovej pokrývky, počtu dní so snehovou pokrývkou a sumy snehovej pokrývky. Z analýzy Simana a Slavkovej [36] vyplýva pokles dní so snehovou pokrývkou 1, 10 a 20 cm a viac, k poklesu sumy a priemernej výšky snehovej pokrývky a k skracovaniu obdobia snehovej pokrývky najmä v nižších polohách územia. Výrazný, a na viacerých staniaciach aj štatisticky významný, je tiež posun posledného dňa so snehovou pokrývkou na skorší dátum. Na vyššie položených staniaciach v oblasti Tatier bol pozorovaný rast počtu dní so snehovou pokrývkou 20 cm a viac, tomu zodpovedá aj rast sumy snehovej pokrývky a priemernej výšky so snehovou pokrývkou [36].

Kým v roku 2015 bol pokles snehovej pokrývky takmer na celom území SR, ale vo vyšších horských polohách mierny nárast [15]. Už v roku 2016 sa uvádza [16] pokles všetkých charakteristík snehovej pokrývky do výšky 1000 m takmer na celom území SR (vo väčšej nadmorskej výške bol zaznamenaný jej nárast). V nasledujúcich rokoch správa o stave životného prostredia už nekonkretizujú stav snehovej pokrývky len konštatujú jej pokles.

Praktickým dôsledkom vývoja klimatického systému sú reakcie flóry a fauny. Vo fenologických fázach, t. j. prejavoch životného cyklu rastlín a živočíchov, boli zaregistrované určité destabilizačné tendencie, ktoré môžu mať súvislosť aj so zložitými prírodnými podmienkami SR. Nezanedbateľné sú aj zmeny v areáloch rozšírenia živočíchov, ako aj v zmenách ich správania [15]. Predpokladajú sa zmeny v štruktúre a zložení biotopov, výmeny druhov v biotopoch, ktoré spôsobia zníženie odolnosti ekosystémov, zníženie ich schopnosti poskytovať ekosystémové služby alebo ich rozpad [1].

Zmenené podmienky, v dôsledku pôsobenia skleníkových plynov, ako koncentrácia oxidu uhličitého, zvýšená priemerná teplota vzduchu alebo dostupnosť vody ovplyvňujú životný cyklus rastlín a živočíchov.

#### 4 Záver

Zmena klímy je naliehavým environmentálnym problémom a výzvou k náprave životného prostredia. Stáva sa aktuálnou problematikou a naberá ďalšie rozmery v súvislosti s ľudským zdravím a bezpečnosťou, produkciou potravín a ekonomickou krízou [37].

Slovensko, v priebehu rokov 1881 – 2018, prešlo výraznými zmenami vo všetkých sledovaných klimatických prvkoch [1]:

- rast priemernej ročnej teploty vzduchu asi o 1,73 °C;
- pokles ročných úhrnov atmosférických zrážok v priemere asi o 0,5 % (na juhu SR bol pokles miestami aj viac ako 10 %, na severe a severovýchode ojedinele úhrn zrážok vzrástol do 3 %);
- pokles relatívnej vlhkosti vzduchu;
- pokles všetkých charakteristík snehovej pokrývky do výšky 1 000 m takmer na celom území SR (vo väčšej nadmorskej výške bol zaznamenaný jej nárast);
- vzrast potenciálneho výparu;
- pokles vlhkosti pôdy a zmeny v premenlivosti klímy (najmä zrážkových úhrnov).

Ak akceptujeme uvedené zmeny, musíme akceptovať aj vznik nových nežiadúcich udalostí, ako sú sucho, lesné požiare, povodne, záplavy, privalové dažde (podrobne prezentované v ďalšej časti príspevku), na ktoré musia byť záchranné zložky pripravené.

Podľa Komiséra pre životné prostredie, námorníctvo rybolov Karmenu Vella (za roky 2014-2019) znečistenie ovzdušia v EÚ spôsobuje ročne viac ako 400 000 predčasných úmrtí a spoločnosť platí obrovskú cenu vrátane zdravotnej starostlivosti, stratenej pracovnej sily a poškodenie plodín a budov. Spoločná politika „air clean for all“ ponúka cesty zlepšenia kvality ovzdušia a kroky k zmierneniu klimatických zmien [38]. Nový eurokomisár Virginijus Sinkevičius (2020-2024) začal európskym prieskumom. Podľa nového prieskumu organizácie Eurobarometer [39] 94% občanov vo všetkých členských štátoch EÚ tvrdí, že ochrana životného prostredia je pre nich dôležitá. Okrem toho 91% občanov uviedlo, že zmena klímy je v EÚ vážnym problémom. Podľa 83% opýtaných sú európske právne predpisy potrebné na ochranu životného prostredia. Uvedenú skutočnosť dokazujú aj nami získané údaje.

## Literatúra

- [1] SAŽP, 2019. Výročná správa stavu životného prostredia na Slovensku 2018. Časť „Zmeny klímy“. Dostupné na internete: <<https://www.enviroportal.sk/uploads/report/10282.pdf>>.
- [2] SAŽP, 1994. Rámcový dohovor o zmene klímy. Dostupné na internete: <<https://www.enviroportal.sk/dokumenty/medzinarodne-dohovory/dohovor/1?>>.
- [3] SAŽP, 1999. Kjótsky protokol k rámcovému dohovoru OSN o zmene klímy. Dostupné na internete: <<https://www.enviroportal.sk/dokumenty/medzinarodne-dohovory/dohovor/2>>.
- [4] ADAMIŠIN, P., ANDREJOVSKÝ, P., HUTTMANOVÁ E. 2005. Kjótsky protokol ako možný zdroj regionálnych disparít. Acta regionalica et environmentalistica. Nitra. 2005.
- [5] EUROPEAN COUNCIL (EC), 2019. Parížska dohoda o zmene klímy. Dostupné na internete: <<https://www.consilium.europa.eu/sk/policies/climate-change/paris-agreement/>>.
- [6] EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA) 2019. Indicators: Climate adapt. Dostupné na internete: <<https://climate-adapt.eea.europa.eu/>>.
- [7] SAŽP, 2019b. Správy o stave životného prostredia. Dostupné na internete: <<https://www.enviroportal.sk/spravy/kat21?>>.
- [8] Ústavný zákon č. 460/1992 Zb. Ústava Slovenskej republiky.
- [9] Zákon č. 17/1992 Zb. o životnom prostredí v znení neskorších predpisov.
- [10] Zákon 205/2004 Z.z. o zhromažďovaní, uchovávaní a šírení informácií o životnom prostredí a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [11] SHMU, 2020. Priemerná mesačná teplota na Slovensku. Dostupné na internete: <<http://www.shmu.sk/sk/?page=1610&id=>>>.
- [12] Lapin, M. (2020) Aktuálne zmeny teploty na Slovensku. Dostupné na internete: <<https://milanlapin.estranky.sk/clanky/aktualne-zmeny-teploty-na-slovensku/>>.
- [13] MATEJOVIČ, P., LIBO, M. 2020. Rekordné hodnoty meteorologických prvkov vo svete a na Slovensku. Dostupné na internete: <<http://nun.sk/rekordy.htm>>.
- [14] BARTOŠOVIČOVÁ, M. 2019. Mimoriadne až extrémne prejavy počasia na Slovensku a čo od neho ešte môžeme očakávať? In: Vedy o Zemi a environmentálne vedy. Dostupné na internete: <<https://vedanadosah.cvtisr.sk/mimoriadne-az-extremne-prejavy-pocasia-na-slovensku-a-co-od-neho-este-mozeme-ocakavat>>.
- [15] SAŽP, 2016. Výročná správa stavu životného prostredia na Slovensku 2015. Časť „Zmeny klímy“. Dostupné na internete: <<https://www.enviroportal.sk/uploads/report/zmena-klimy.pdf>>.
- [16] SAŽP (2017). Výročná správa stavu životného prostredia na Slovensku 2016. Časť „Zmeny klímy“. Dostupné na internete: <<http://enviroportal.sk/spravy/detail/7043?p=6961>>.
- [17] SAŽP (2018). Výročná správa stavu životného prostredia na Slovensku 2017. Časť „Zmeny klímy“. Dostupné na internete: <<http://enviroportal.sk/uploads/report/zmena-klimy.pdf>>.
- [18] SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV (SHMU), 2020. Dostupné na internete: <[http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=klimat\\_operativneudaje1](http://www.shmu.sk/sk/?page=1&id=klimat_operativneudaje1)>.
- [19] SAŽP, 2013. Výročná správa stavu životného prostredia na Slovensku 2012. Časť „Zmeny klímy“. Dostupné na internete: <<https://www.enviroportal.sk/uploads/report/2012-04-3-klimat.pdf>>.
- [20] SAŽP, 2014. Výročná správa stavu životného prostredia na Slovensku 2013. Časť „Zmeny klímy“. Dostupné na internete: <<https://www.enviroportal.sk/uploads/report/2013-04-3-zmena-klimy.pdf>>.
- [21] SAŽP, 2015. Výročná správa stavu životného prostredia na Slovensku 2016. Časť. „Zmeny klímy“. Dostupné na internete: <<https://www.enviroportal.sk/uploads/report/2014-05-4-zmena-klimy.pdf>>.
- [22] LAPIN, M., MELO, M., DAMBORSKÁ, I., GERA, M. 2004. Scenáre úhrnov zrážok za vybrané časové obdobie a tvorbu scenárov úhrnov zrážok počas extrémnych zrážkových situácií na Slovensku. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (ed): Seminár „Extrémy počasia a podnebí“, Brno. Dostupné na internete: <<http://www.cbks.cz/sbornik04/prispevky/LAPIN1.pdf>>.
- [23] SAŽP, 2017a. Výročná správa stavu životného prostredia na Slovensku 2016. Dostupné na internete: <<https://www.enviroportal.sk/spravy/detail/8142>>.
- [24] SÓLYMOS, L., 2018. Investície do opatrení proti suchu a nedostatku vody pomôžu zlepšiť životné prostredie, ale aj kvalitu života ľudí. Dostupné na internete: <<https://www.minzp.sk/tlacovy-servis/tlacove-spravy/tlacove-spravy-2018/tlacove-spravy-marec-2018/solymos-investicie-do-opatreni-proti-suchu-nedostatku-vody-pomozu-zlepsit-zivotne-prostredie-aj-kvalitu-zivota-ludi.html>>.
- [25] MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA (MŽP), 2019. Implementácia smernice Európskeho parlamentu a Rady 2007/60/ES z 23. októbra 2007 o hodnotení a manažmente povodňových rizík „Predbežné hodnotenie povodňového rizika v Slovenskej republike – aktualizácia 2018“. Dostupné na internete: <[https://www.minzp.sk/files/sekcia-vod/hodnotenie-rizika-2018/phpr\\_sr2018.pdf](https://www.minzp.sk/files/sekcia-vod/hodnotenie-rizika-2018/phpr_sr2018.pdf)>.
- [26] MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA (MŽP), 2018. H2ODNOTA JE VODA Akčný plán na riešenie dôsledkov sucha a nedostatku vody. Dostupné na internete: <<https://www.minzp.sk/files/sekcia-vod/hodnota-je-voda/h2odnota-je-voda-akcny-plan-riesenie-dosledkov-sucha-nedostatku-vody.pdf>>.
- [27] DAMBORSKÁ, I., LAPIN, M., MELO, M. 2006. Možné zmeny počtu dní s charakteristickými dennými priemermi teploty vzduchu a dennými úhrnmi zrážok na Slovensku do roku 2090. In: Rožnovský, J., Litschmann, T., Vyskot, I. (ed): „Fenologická odezva proměnlivosti podnebí“, Brno. Dostupné na internete: <<http://www.cbks.cz/sbornik06/prispevky/DamborskaLapinMelo.pdf>>.
- [28] TRETIA NÁRODNÁ SPRÁVA O ZMENE KLÍMY. MŽP SR. 2001. [online] Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava, 2001. 24 s. Dostupné na internete: <<https://lnk.sk/axMQ>>.

- [29] LAPIN, M., ZÁVODSKÝ, D., MAJERČÁKOVÁ, O., MINDÁŠ, J., ŠPÁNIK, F. 1996. Preliminary Results of Vulnerability and Adaptation Assessment for Slovakia. In: Vulnerability and Adaptation to Climate Change. U.S. Countries Studies Program, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, Boston, London, 1996, 295-312.
- [30] LAPIN, M., MELO, M., DAMBORSKÁ, I., GERA, M., FAŠKO, P. 2000. Nové scénare klimatickej zmeny pre Slovensko na báze výstupov prepojených modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry (New scenarios of climate change for Slovakia). Národný klimatický program SR, V, zv. 8, MŽP SR, SHMU, Bratislava, 2000, 5-34. Roč. 5, č. 2, s. 23-28.
- [31] LAPIN, M. 2016. Úvod k scenárom klimatickej zmeny. Dostupné na internete: <<https://milanlapin.estranky.sk/clanky/scenare-klimatickej-zmeny/uvod-k-scenarom-klimatickej-zmeny.html>>.
- [32] LAPIN, M., NIEPLOVÁ, E., FAŠKO, P. 1995. Regionálne scenáre zmien teploty vzduchu a zrážok na Slovensku. In: Národný klimatický program SR 3/95, MŽP SR, SHMU, Bratislava 1995, 97 s.
- [33] SAŽP, 2011. Výročná správa stavu životného prostredia na Slovensku 2010. Dostupné na internete: <<https://www.enviroportal.sk/uploads/report/2011-04-3-klimat.pdf>>.
- [34] SAŽP, 2012. Výročná správa stavu životného prostredia na Slovensku 2011. Dostupné na internete: <<https://www.enviroportal.sk/uploads/report/2011-04-3-klimat.pdf>>.
- [35] SLOVENSKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV (SHMU), 2020. Dostupné na internete: <<http://www.shmu.sk/sk/?page=1069#!>>.
- [36] Siman, C., Slavková, J. 2019. Vývoj snehovej pokrývky na Slovensku v období 1981/1982 – 2017/2018. Bratislava: SHMU, 2019. Dostupné na internete: <[http://www.shmu.sk/File/KMO/SimanC\\_SlavkovaJ\\_Vyvoj\\_snehovej\\_pokryvky\\_Slovensku\\_obdobie1981\\_82\\_2017\\_18.pdf](http://www.shmu.sk/File/KMO/SimanC_SlavkovaJ_Vyvoj_snehovej_pokryvky_Slovensku_obdobie1981_82_2017_18.pdf)>.
- [37] BĚDI, E. 2007. Klimatické zmeny – vedecké a politické aspekty. Aktuálne témy v oblasti klimatických zmien a obnoviteľných zdrojov energie (prezentácia) 28.11.2007, Junior Hotel, Bratislava. Dostupné na internete: <[www.inforse.org/faq/Inforse\\_Seminar\\_klima\\_28.11.2007.ppt](http://www.inforse.org/faq/Inforse_Seminar_klima_28.11.2007.ppt)>.
- [38] EUROPEAN COUNCIL (EC), 2019. New Eurobarometer survey shows: The majority of Europeans think the EU should propose additional measures to address air quality problems”. Dostupné na internete: <[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_19\\_6351](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_19_6351)>.
- [39] EUROPEAN COUNCIL (EC), 2020. New Eurobarometer Survey: Protecting the environment and climate is important for over 90% of European citizens. Dostupné na internete: <[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_20\\_331](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_331)>.



# Experimentální srovnání trik používaných u složek IZS z hlediska odvodu vlhkosti

## Experimental Comparison of T-shirts Used in the Integrated Rescue System Components in Terms of Moisture Management

Bc. Michaela Ondrová

Ing. Dalibor Balner, Ph.D.

VŠB- TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství  
Lumírova 13, 700 30 Ostrava - Výškovice  
dalibor.balner@vsb.cz

### Abstrakt

Tento článek se zabývá experimentálním srovnáním oděvních součástí (konkrétně trik) používaných v rámci základních a ostatních složek IZS z hlediska odvodu vlhkosti. Pro porovnání byla vybrána trika HZS ČR, PČR, ZZS, JSDH, HS ČR, BZS a MP Ostrava. Testování proběhlo v laboratorních podmínkách Fakulty bezpečnostního inženýrství pomocí těchto metod: Kelímkový test za zvýšené teploty, Test vzlinavosti, Houbový test a Test rychlosti sušení. V závěru článku je uveden souhrn výsledků.

### Klíčová slova

Vlhkost, Složky IZS, Triko, Vzorek.

### Abstract

This article deals with the experimental comparison of clothing components (especially the T-shirts) used in the basic and other components of integrated rescue system in terms of moisture management. The T-shirts of fire department, police department, paramedical service, fire volunteers members, ski patrol, mining emergency dept. and the police dept. city of Ostrava were selected for comparison. The testing was performed in the laboratory conditions of the Faculty of Safety Engineering using the following methods: Open cup test at elevated temperatures, Vertical wicking test, Sponge test and Drying rate test. A summary of the results is given at the end of the article.

### Keywords

Moisture, Integrated rescue system components, T-shirt, Sample.

### Úvod

Každý den zachraňují příslušníci složek Integrovaného záchranného systému (dále jen IZS) u mimořádných událostí, kdy je ohrožen jejich život, zdraví, majetek nebo životní prostředí. Příslušníci složek IZS zasahují v jakémkoliv terénu, za každého počasí, pokud je to možné. Proto je důležitý jejich služební oděv, který by měl zabránit tomu, aby se v daných podmínkách uživatel oděvu přehříval, nadměrně potil nebo naopak cítil zvýšený chladový diskomfort. Skladba oděvu by tedy měla fungovat jako harmonický celek k zajištění požadovaného komfortu uživatele. Jako oděvní komfort lze chápat soubor všech vjemů, které člověk pociťuje při nošení oděvu. V rámci hodnocení může člověk hodnotit oděvní komfort dvěma způsoby, a to subjektivně nebo objektivně. Subjektivní hodnocení je na základě vnitřních pocitů člověka a objektivní hodnocení je za pomoci laboratorního měření. Oděvní komfort v sobě zahrnuje dvě složky, a to funkční a psychologický

komfort. Cílem této práce je experimentální srovnání parametrů částí oděvů (konkrétně trik), používaných v rámci základních a ostatních složek IZS z hlediska odvodu vlhkosti. [1, 2]

### Experimentální část

Cílem praktické části bylo testovat vlastnosti spodního prádla pod ochranným oděvem (konkrétně trik) složek IZS z hlediska odvodu vlhkosti z těla. Tato část oděvu byla vybrána jako ideální z toho důvodu, že je to první vrstva, která je v přímém kontaktu s tělem a dochází v ní k interakci s potem.

Výsledkem kontaktování jednotlivých základních a ostatních složek IZS bylo získání celkem sedmi různých druhů trik, viz Tabulka 1. Od složek IZS se podařilo získat celkem pět kusů trik (PČR, JSDH, HS ČR, BZS, MěPO, viz Tabulka 1), zbylé dva kusy (HZS ČR, ZZS, viz Tabulka 1) byly získány od firem, od kterých byla tato trika požádána složkami IZS.

Tab. 1 Přehled testovaných trik a jejich charakteristik

SLOŽKA IZS	ZDROJ	VÝROBCE	SLOŽENÍ MATERIÁLU	HMOTNOST MATERIÁLU
PČR	KŘ PČR MSK	SINTEX, a. s.	100 % Polyester	–
HZS ČR	SINTEX, a. s.	SINTEX, a. s.	38 % Modakryl Thermocool FR, 34 % Modakryl, 22% Bavlna, 6% PA	190 g/m <sup>2</sup>
ZZS	PANGEA CZ, s.r.o.	Xfer s.r.o.	100 % Bavlna	–
JSDH	JSDH Michálkovic	DEVA F-M. s.r.o.	40 % Viskóza, 60% Bavlna	140 g/m <sup>2</sup>
HS ČR	HS ČR	Bartolini s.r.o.	50 % Vlna Merino, 50% PES	–
BZS	HBZS Ostrava	ZAHAS s.r.o.	67 % Modakryl, 30 % Bavlna, 3% Antistatická vlákna	270 g/m <sup>2</sup>
MěPO	Ředitelství MěPO	SINTEX a.s.*	94 % Bavlna, 6 % Elastan	195 g/m <sup>2</sup> ± 7 %

\* Triko MěPO pořídila od firmy Bartolini, s.r.o.; podle materiálového listu je výrobcem firma SINTEX, a.s.

Jednotlivá testovaná trika jsou uvedena na následujícím Obrázku 1. Dílčí fotografie testovaných trik jsou uvedeny zepředu (vlevo) a ze zadu (vpravo) a označeny čísly 1 – PČR, 2 – HZS ČR, 3 – ZZS, 4 – JSDH, 5 – HS ČR, 6 – BZS, 7 – MěPO, v pořadí dle předchozí Tabulky 1. **Vzorky nebyly před měřením upravovány (např. vypráním), tudíž mohou mít jiné vlastnosti po jejich úpravě.**



Obr. 1 Přehled testovaných trik

Pro uskutečnění testů byly vybrány čtyři metody, které vycházejí především z amerických norem. Metody byly pro potřeby jednotlivých testů dle uvážení upraveny. Zásadní bylo, aby bylo možné uskutečnit testy v laboratorních prostorách fakulty. Proto byly vybrány metody vycházející z norem americké organizace *American Society for Testing and Materials* (dále jen ASTM) a *American Association of Textile Chemists and Colorists* (dále jen AATCC).

Z ASTM se jedná o metodu *E96 / E96M - 16 Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials – Open Cup Test* (Stanovení transportu vodní páry v materiálech – „Kelímkový test“). [3]

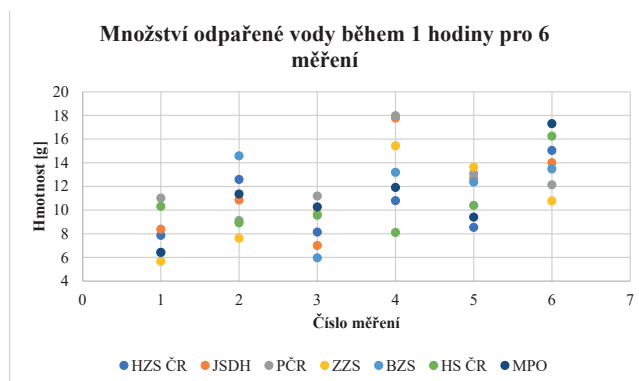
Z norem AATCC se jedná o metody *Vertical Wicking of Textiles* (Vertikální vzlinavost v textilních materiálech) – *Test Method 197* a *Drying Rate of Fabrics: Heated Plate Method* (Rychlost sušení textilního materiálu na topné desce) – *Test Method 201*. Dalšími použitými testy, které již ale nevycházejí z norem, byly *Sponge Test* resp. *Gross Absorbency Test* („Houbový test“). [4, 5]

### Kelímkový test za zvýšené teploty

Na pískové lázni Gerhardt HTS 22 byly zahřívány kádinky s vodou, překryté vzorky materiálů jednotlivých trik, za účelem zjištění jejich nasákavosti a paropropustnosti. Pro účely tohoto testu byl použit termín nasákavost, přestože byl vzorek na omak mokrý, nicméně nebyl ponořen do vody. Vzorky trik o rozměrech 12 x 12 cm byly připevněny pomocí gumiček na kádinky o objemu 250 ml. Tyto kádinky obsahovaly na začátku měření 200 ml vody a spolu s referenční kádinkou byly umístěny na pískovou lázeň, kdy průměrná teplota vody v referenční kádince se pohybovala okolo 68,2 °C, průměrná teplota písku byla 222,9 °C a průměrná teplota na vnějších stranách kádinek se vzorky činila 73,1 °C. Teploty byly měřeny pomocí termočlánků typu K.

V Grafu 1 je zobrazeno množství odpařené vody u jednotlivých vzorků pro šest měření. V průměru všech rozdílů množství odpařené vody, měla největší odpar kádinka se vzorkem PČR (viz Tabulka 2). Naopak nejmenší odpar vody ve srovnání se všemi ostatními vzorky měla kádinka se vzorkem ZZS.

V Tabulce 2 lze vidět souhrn výsledných hodnot množství odpařené vody v kádinkách během 1 hodiny pro 6 měření, vyjádřené pomocí střední hodnoty ± střední kvadratické chyby aritmetického průměru a relativní odchylky. Hodnoty jsou seřazeny od největší po nejmenší podle množství odpařené vody.



Graf 1 Množství odpařené vody během 1 hodiny pro 6 měření

Tab. 2 Souhrn výsledných hodnot množství odpařené vody ze šesti měření

Vzorek trika	Množství odpařené vody [g]	Relativní odchylka [%]
PČR	12,42 ± 1,24	16,69
JSDH	11,78 ± 1,60	25,74
MPO	11,11 ± 1,47	21,69
BZS	11,00 ± 1,55	29,17
HS ČR	10,59 ± 1,18	17,80
HZS ČR	10,50 ± 1,18	22,04
ZZS	10,48 ± 1,49	26,68

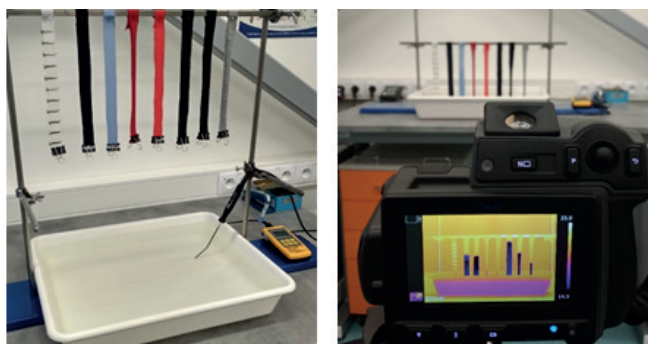
V Tabulce 3 lze vidět souhrn výsledných hodnot množství nasáknuté vody vzorky během 1 hodiny pro 6 měření, vyjádřené pomocí střední hodnoty ± střední kvadratické chyby aritmetického průměru a relativní odchylky:

Tab. 3 Souhrn výsledných hodnot množství nasáknuté vody ze šesti měření

Vzorek trika	Množství nasáknuté vody [g]	Relativní odchylka [%]
ZZS	0,45 ± 0,08	36,07
MPO	0,42 ± 0,05	21,04
JSDH	0,41 ± 0,04	21,58
HS ČR	0,35 ± 0,05	26,48
HZS ČR	0,34 ± 0,03	18,94
BZS	0,33 ± 0,05	30,97
PČR	0,25 ± 0,01	9,28

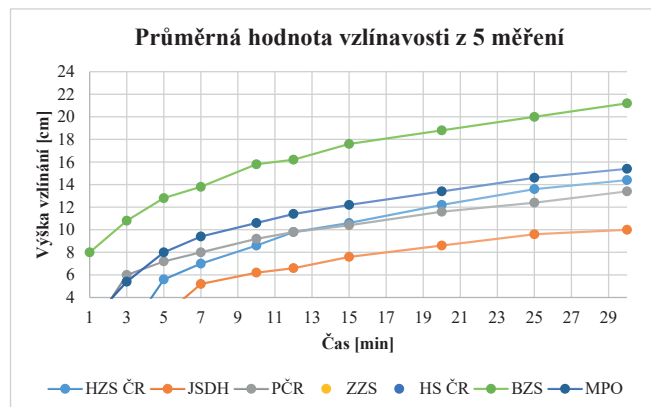
### Test vzlinavosti

Na tento test byly připraveny vzorky o rozměrech 30 x 2 cm z různých částí trik, které byly následně vertikálně zavěšeny a spodními konci ponořeny do vody, viz Obrázek 2. Jelikož na některých tmavých vzorcích byla špatně pozorována vzlinavost, pohyb vzlinání byl snímán za použití termokamery FLIR T640 (Obrázek 2). Pro odečet hodnoty vzlinání (výšky vody ve vzorku v cm) z termogramů byl připraven jeden referenční vzorek s nulovou vzlinavostí, na který byly umístěny vzorové sponky po dvou centimetrech. Celkově bylo provedeno 5 měření, kdy jeden test trval 30 minut. Během této doby byly v časech 1, 3, 5, 7, 10, 12, 15, 20, 25 a 30 minut pořizovány termogramy. Jelikož vodní lázeň zastiňovala začátek vzorků (referenčního vzorku) z pohledu termokamery, na termogramech se stupnice referenčního vzorku spolu se vzlinavostí vody ve vzorcích zobrazovala zhruba od 4 cm.



Obr. 2 Vlevo – Měření teploty vody před měřením; |Seřazení vzorků zleva: referenční vzorek, HZS ČR, PČR, ZZS, HS, BZS, MěPO a JSDH; Vpravo – Pohled na vzlínavost vzorků termokamerou

V Grafu 2 lze vidět průměrné výšky vzlínání z pěti měření. Jednotlivé body jsou propojeny křivkou pro lepší představu, jak probíhala rychlost vzlínání. Na tomto grafu si lze všimnout, že vzorky složek HS ČR a ZZS mají své označení v legendě, ale již nemají svou křivku v grafu. V žádném z těchto pěti měření nedošlo k viditelnému vzlínání nad okraj hranice vodní lázně. Největší vzlínavosti dosahoval vzorek BZS. Již během první minuty dosáhl vždy výšky 8 cm. Jeho vzlínavost dále rostla s časem, ale už ne tak rychle jako v první minutě. Ve dvou měřeních byla viditelná výška vzlínavosti již v první minutě i u vzorku MPO, u PČR pouze jednou. U vzorků MPO, PČR a HZS ČR lze vidět podobnou vzlínavost, která byla viditelná v průměru ve třetí minutě (u HZS ČR v páté) a rychlost růstu vzlínavosti má také podobný trend. Nejpomaleji ze vzorků, které vykazovaly vzlínání, probíhala u vzorku JSDH, kde vzlínavost byla viditelná na termokameře průměrně v sedmé minutě.



Graf 2 Průměrná vzlínivost vzorků během 30-ti minut

Tab. 4 Souhrn výsledných hodnot vzlínivosti vzorků po 30 minutách ze všech pěti měření

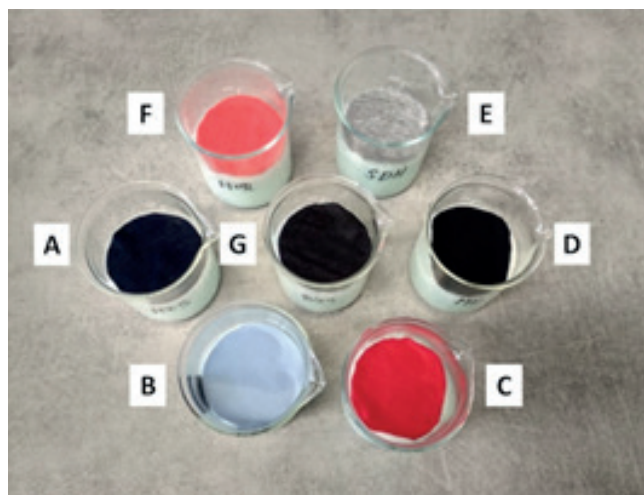
Vzorek trika	Maximální výška vzlínání [cm]	Relativní odchylka [%]
BZS	21,20 ± 0,37	3,02
MPO	15,40 ± 0,24	3,12
HZS ČR	14,40 ± 0,24	3,33
PČR	13,40 ± 0,24	3,58
JSDH	10,00 ± 0,00	0,00
ZZS	0,00 ± 0,00	0,00
HS ČR	0,00 ± 0,00	0,00

V tabulce 4 lze vidět souhrn výsledných hodnot výšek vzlínání z třicáté minuty všech měření vyjádřené pomocí střední hodnoty ± střední kvadratické chyby aritmetického průměru a relativní odchylky. Hodnoty jsou seřazené od největší po nejmenší podle maximální výšky vzlínání vody.

### Houbový test

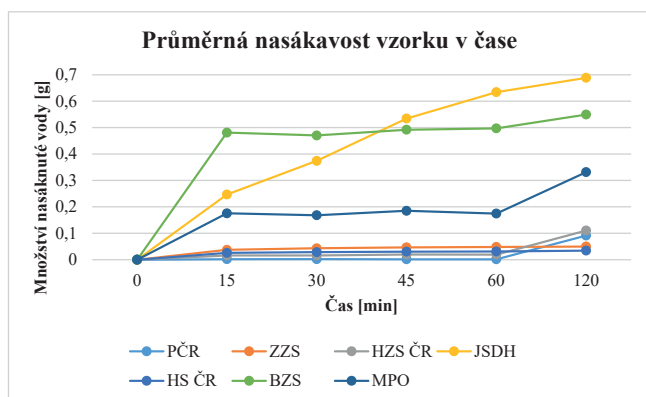
Tento test vychází z testu *Gross Absorbency Test – Sponge Test* od společnosti Cotton Incorporated. V tomto testu se měří schopnost látky nasáknout vodu. Test se provádí za pomoci pórovité houby, textilie a zkušební vzorku. Na houbovitý povrch, který je saturovaný vodou, se umístí textilní vzorek. Tento vzorek rovnoměrně nasákne vodu z houby. Na tuto nasáknutou textilii je položen zkoušený vzorek. Poté se zjišťuje množství nasáknuté vlhkosti vzorkem a následný odpar. Tento test je podobný testu *Gravimetric Absorbency Testing System (GATS)*. Pro účely této práce byl tento test poupraven a také je zde použit termín nasákavost vzorku, přestože přesně neodpovídá definici, vzorek je na omak mokrá, není však ponořený do vody. [4, 6]

K tomuto testu bylo připraveno sedm shodných kádinek o objemu 250 ml a kruhové vzorky o průměru 6,6 cm, stejně jako byl průměr kádinek. Pro účely saturace vody byl použit molitan, který se běžně využívá do matrací atd. Tento materiál díky své pórovitosti umožní transportovat vodu ke vzorku a tím simulovat pocení povrchu kůže. 140 ml vody bylo dostatečné pro saturaci molitanu v každé kádince, tak, aby povrch houby nebyl pokryt vrstvou vody. Všechny vzorky byly na molitan umístěny lícovou stranou vzhůru, čímž bylo simulováno umístění látky na těle. Celkem bylo provedeno 5 měření, průběh je zobrazen na Obrázku 3.



Obr. 3 Průběh houbového testu; A – vzorek HZS ČR, B – vzorek PČR, C – vzorek ZZS, D – vzorek MěPO, E – vzorek JSDH, F – vzorek HS ČR, G – vzorek BZS

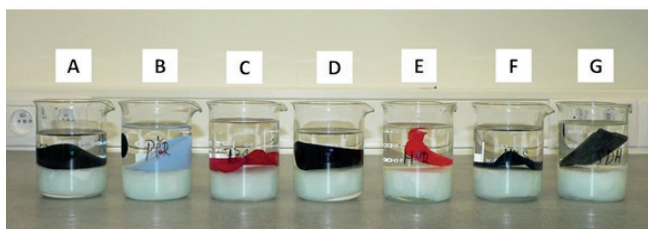
V Grafu 3 lze vidět průměrnou nasákavost vzorků během pěti měření. Nejmenší nasákavost dosahovaly vzorky složek PČR, ZZS, HZS ČR a HSČR. Oproti tomu téměř lineární a také největší nárůst hmotnosti lze vidět u vzorku složky JSDH. U vzorku BZS si lze všimnout největšího nárůstu hmotnosti v intervalu 0 – 15 minut. Poté se hmotnost zvyšovala pomalu a téměř kontinuálně. U vzorku MPO byl největší nárůst do 15. minuty a také z 60. na 120. minutu.



Graf 3 Průměrná nasákavost vzorků z 5 měření

### Rychlost sušení

Pro tento test byly použity vzorky stejně nastříhané jako při houbovém testu o průměru  $\pm 6,6$  cm. Vzorky byly vystřiženy z různých částí trik. Tyto vzorky byly na začátku jednotlivých testů zváženy na váze KERN EG 420 – 3NM s přesností na setiny gramů. K dosažení maximálního nasátí byly vzorky přichyceny za pomoci špendlíků k molitanu umístěnému do kádinky, kde byla poté nalita odstátá voda (vzorky byly zcela ponořeny ve vodě až do doby maximální saturace, viz Obrázek 4).



Obr. 4 Saturace vzorků vodou před stanovením rychlosti sušení; A – vzorek BZS, B – vzorek PČR, C – vzorek ZZS, D – vzorek MěPO, E – HS ČR, F – HZS ČR, G – JSDH

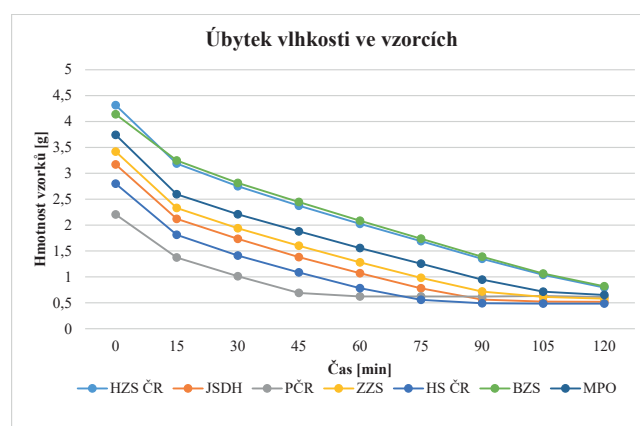
Pro stanovení Rychlosti sušení (simulaci odparu vlhkosti ze vzorku na kůži) byla použita topná deska CAMAG TLC PLATE HEATER III. Tato topná deska byla nastavena na teplotu povrchu  $37,01 \pm 0,08$  °C (vyjádřeno pomocí střední hodnoty  $\pm$  střední kvadratické chyby aritmetického průměru) – měřeno dotykovou termočlávkovou sondou typu K. Jeden test sušení trval dvě hodiny. Během této doby byly vzorky každých 15 minut váženy v pořadí, v jakém byly na začátku testu umístěny na topnou desku. Celkem byly vzorky během jednoho měření zváženy 8krát.

V Tabulce 5 lze vidět souhrn průměrných hmotností na začátku a na konci testu ze všech pěti měření. Hodnoty jsou vyjádřené pomocí střední hodnoty  $\pm$  střední kvadratické chyby aritmetického průměru a relativní odchylky a také seřazeny od největší po nejmenší průměrnou hmotnost suchého vzorku.

V Grafu 4 lze vidět, jak se měnila hmotnost maximálně nasátých vzorků během sušení na topné desce. Graf 4 je sestaven z průměrných hodnot všech pěti měření:

Tab. 5 Souhrn průměrných hmotností suchých a nasátých vzorků ze všech 5 měření

Vzorek trika	Průměrná hmotnost suchého vzorku [g]	Relativní odchylka [%]	Průměrná hmotnost nasátého vzorku [g]	Relativní odchylka [%]
BZS	$0,802 \pm 0,014$	2,685	$4,139 \pm 0,205$	7,145
HZS ČR	$0,720 \pm 0,010$	2,676	$4,315 \pm 0,111$	4,124
MěPO	$0,662 \pm 0,004$	1,075	$3,742 \pm 0,082$	4,113
PČR	$0,621 \pm 0,003$	1,017	$2,205 \pm 0,067$	5,689
ZZS	$0,606 \pm 0,006$	1,530	$3,418 \pm 0,150$	6,712
JSDH	$0,530 \pm 0,005$	1,373	$3,170 \pm 0,125$	6,861
HS ČR	$0,494 \pm 0,004$	1,246	$2,799 \pm 0,069$	3,850



Graf 4 Rychlost sušení vzorků na topné desce

Nejrychleji se vysušoval vzorek složky PČR, již v 60. minutě byl vzorek celý suchý. Naopak nejpomaleji se sušil vzorek složky BZS spolu se vzorkem HZS ČR, což mohla způsobovat skutečnost, že právě tyto vzorky měly nejvyšší hmotnost na začátku testu v suchém i mokřem stavu. U těchto dvou vzorků nedocházelo vždy k celkovému vysušení po dvou hodinách. U vzorku HZS ČR je po 2 hodinách průměrně vysušeno 98% vlhkosti a u vzorku BZS 99,5 %.

### Závěr

Cílem této práce bylo experimentální srovnání parametrů vybraných oděvních součástí používaných v rámci základních a ostatních složek IZS z hlediska odvodu vlhkosti. Za součást oděvu bylo vybráno triko, protože jde o první vrstvu, která je v přímém kontaktu s tělem a dochází v ní k interakci s potem. Celkem bylo testováno 7 trik od složek PČR, HZS ČR, JSDH, ZZS, HS ČR, BZS a MěP Ostrava.

V prvním testu, kterým byl Kelímkový test za zvýšené teploty, se stanovovala nasákavost a paropropustnost vzorků po jedné hodině. V těchto testech vykazoval nejmenší nasákavost a zároveň největší paropropustnost vzorek PČR. Naopak nejmenší paropropustnost měl vzorek ZZS a docházelo u něj k největšímu zachycování vody. V druhém testu Vzlínivosti se zkoumala rychlost transportu vody ve vzorku během 30-ti minut. Nejrychlejší transport vody měl vzorek BZS a nejpomalejší transport ze vzorků, u kterých docházelo ke vzlínivosti, měl vzorek JSDH. Vzorky HS ČR a ZZS měly minimální vzlínivost v tomto testu. U třetího Houbového testu se zkoumala schopnost látky nasáknout vodu do vzorku položeného na pórovitý materiál, ve kterém byla saturovaná voda. Největší nasákavost měl vzorek JSDH. Poté vzorek BZS a MPO. U vzorků PČR, ZZS, HZS ČR a HS ČR byla nasákavost minimální. V posledním testu se měřila rychlost sušení vzorků. Nejrychleji se v tomto testu sušil vzorek PČR. Dále následovaly

vzorky HS ČR, JSDH, ZZS a MPO. Nejpomaleji se sušily vzorky složek BZS a HZS ČR, což mohlo být způsobeno tím, že tyto vzorky měly zároveň i nejvyšší počáteční hmotnost v suchém i maximálně nasátém stavu.

Všechna testovaná trika byla testována bez jakýchkoliv primárních úprav po dodání od jednotlivých složek (dodavatelů). Tato skutečnost má samozřejmě vliv na naměřené hodnoty. V následující práci by bylo vhodné provést stejná měření se vzorky po opakovaném vyprání. Nejvhodnější triko by mělo vykazovat vysokou paropropustnost, značnou savost a schopnost transportu vlhkosti ve struktuře materiálu a vysokou rychlost sušení pro odvedení vlhkosti. Tím by docházelo k udržení maximálního oděvního komfortu uživatele. Data byla naměřena při zpracování diplomové práce Bc. Michaely Ondrové. [7]

#### **Použité zdroje**

- [1] RŮŽIČKOVÁ, Dagmar, 2003. Oděvní materiály. Liberec: Technická univerzita. ISBN 80-708-3682-2.
- [2] JIRÁK, Zdeněk, VAŠINA, Bohumil. Fyziologie a psychologie práce. Ostrava, 2009. ISBN 978-80-7368-610-9.
- [3] ASTM International – Standards World Wide [online], [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.astm.org/>.
- [4] 100% CottonMoisture Management. JOURNAL OF TEXTILE AND APPAREL, TECHNOLOGY AND MANAGEMENT [online]. 2002, 2(11), 11 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: [https://textiles.ncsu.edu/tatm/wpcontent/uploads/sites/4/2017/11/cottoninc\\_fulldocument-1.pdf](https://textiles.ncsu.edu/tatm/wpcontent/uploads/sites/4/2017/11/cottoninc_fulldocument-1.pdf).
- [5] The American Association of Textile Chemists and Colorists [online], [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://www.aatcc.org/>.
- [6] Liquid Moisture Management: Textile Protection And Comfort Center. NC State University [online]. [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://textiles.ncsu.edu/tpacc/comfort-performance/liquid-moisture-management/>.
- [7] ONDROVÁ, Michaela. Porovnání charakteristik vybraných součástí oděvů používaných u složek IZS. Diplomová práce: VŠB – TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra bezpečnostních služeb, 2020.

# Modernizace hasičského speciálu CAS 20/3000/200 – M2T MAN

## Modernisation of Fire Engine CAS 20/3000/200 – M2T MAN

Ing. David Palička

ASMONT s.r.o.

Sportovní 776, 798 41 Kostelec na Hané

palickadavid@seznam.cz

### Abstrakt

Tento příspěvek se zabývá problematikou hasičské techniky používanou Hasičským záchranným sborem České republiky a Jednotkami sboru dobrovolných hasičů České republiky. V úvodu příspěvku se nachází stručné seznámení a statistika hasičských výjezdů, pro které je spolehlivost požární techniky základním stavebním kamenem. V druhé fázi je systematicky popsána modernizace konkrétního příkladu požárního vozidla v praxi z pohledu technika společnosti zabývající se modernizacemi, rekonstrukcemi a servisem právě hasičských vozidel.

### Klíčová slova

Modernizace, rekonstrukce, servis, hasičská vozidla, MAN, HZS ČR, JSDH ČR.

### Abstract

In this chapter I deal with the issue of firefighting equipment used by the Fire Rescue Service of the Czech Republic and the Volunteer Firefighting Units of the Czech Republic. The introduction of the chapter contains a brief description and statistics of firefighting interventions, for which the reliability of firefighting equipment is the basic building block. In the second phase, the modernisation of a specific example for a fire engine in practice is systematically described from the perspective of a technician from a company dealing with modernisations, reconstructions and servicing of fire engines.

### Keywords

Modernisation, reconstruction, service, fire engine, MAN, Fire Rescue Service of the Czech Republic, Volunteer Firefighting Units of the Czech Republic.

### Úvod

V České republice dochází v průměru k více jak sto tisícům hasičským zásahům ročně. V následující tabulce jsou podrobně zobrazeny dané typy zásahů za posledních pět let.

Při zásazích v roce 2019 dokázal Hasičský záchranný sbor České republiky (dále jen HZS ČR) společně s Jednotkami sborů dobrovolných hasičů (dále jen JSDH) bezprostředně zachránit 29 910 osob a dalších 45 816 osob bylo evakuováno před hrozícím nebezpečím. [1]

Tab. 1 Statistika hasičských zásahů [1]

Druh události	Počet událostí					Podíl v % na celk. počtu	Index %
	2015	2016	2017	2018	2019		
požáry	19 685	15 730	16 249	20 277	18 361	14,1	91
dopravní nehody	21 330	21 521	22 329	22 265	22 051	16,9	99
úniky nebezpečných chemických látek celkem	6 693	6 698	7 304	7 687	7 798	6,0	101
z toho ropné produkty	4 675	4 923	5 190	5 487	5 687	4,4	104
technické havárie celkem	55 928	53 714	70 647	64 936	72 268	55,5	111
z toho technické havárie	7	6	7	7	1	0,0	14
technické pomoci	49 525	47 845	63 550	57 401	63 866	49,0	111
technologické pomoci	747	427	515	466	367	0,3	79
ostatní pomoci	5 649	5 436	6 575	7 062	8 034	6,2	114
radiční nehody a havárie	0	0	1	1	4	0,0	400
ostatní mimořádné události	75	92	1 134	91	40	0,0	44
pláně poplachu	8 273	7 735	8 310	9 131	9 707	7,5	106
<b>Celkem</b>	<b>111 984</b>	<b>105 490</b>	<b>125 974</b>	<b>124 388</b>	<b>130 229</b>	<b>100,0</b>	<b>105</b>

Aby HZS ČR a JSDH mohly plnit svá poslání, kterými je převážně záchrana lidských životů a ochrana majetku, je nezbytné, aby byly vybaveny moderní špičkovou technikou. Touto technikou HZS ČR i JSDH v dnešní době již plně disponují. Při zásazích dochází k výraznému zatížení techniky a jejímu následnému opotřebením. Důraz musí být tedy kladen především na její vysokou spolehlivost a kvalitu. Toho lze dosáhnout zejména průběžnými modernizacemi, rekonstrukcemi a řádným servisem požární techniky.

Pracuji jako technik ve společnosti ASMONT s.r.o. se sídlem v Kostelci na Hané. Naše firma se zabývá pracemi na vozidlech HZS ČR a JSDH na území celé ČR (nejvyšší počet servisovaných vozidel evidujeme u Hasičského záchranného sboru Olomouckého kraje). V následujícím článku bych vás chtěl seznámit s příklady modernizace hasičského vozidla CAS 20/3000/200 – M2T MAN.

Obecně platí, že provozuschopnost a spolehlivost techniky je jedním z klíčových faktorů při záchrane lidských životů. Proto je nezbytné dodržovat pravidelný servis, ale také techniku neustále modernizovat v souladu s rozvojem vědy a techniky. JSDH Ostrov (Karlovarský kraj) patří do výjezdové jednotky skupiny JPO II/1, tedy s dobou výjezdu do 5 min z místa dislokace. Tato jednotka je vybavena následující technikou: již zmiňovaná CAS 20/3000/200 – M2T MAN dále CAS 20/4500/270-S3R MB Zetros 1833 A 4x4, UA Toyota Hilux 2GD 2,4, DA Toyota Proace 2,0, VeA Škoda Yeti 1,2 TSI, CF MOTO, CF-800-Gladiator, přívěsný člun Zodiac. V roce 2009 město Ostrov pořídilo vozidlo CAS 20/3000/200 – M2T MAN jako nové od německé společnosti Ziegler. Po uběhnutí deseti let provozu vypsal město Ostrov v roce 2019 pomocí serveru Veřejné zakázky výběrové řízení na modernizaci. Toto výběrové řízení společnost ASMONT s.r.o. vyhrála.



Obr. 1 CAS 20/3000/200 – M2T MAN

### 1 Specifikace

Tovární značka: MAN verze N 34, typ hasičského vozidla: CAS 20/3000/200 – M2T MAN, označení: TGM 13.280, pohon: 4x4, největší techniky přístupná hmotnost 15 000 Kg, maximální výkon 206/2300 [kW]/OT[ $\text{min}^{-1}$ ], počet míst k sezení: 6, nástavba: kompaktní z vysoko pevnostních a stabilních sendvičů, za použití technologie nástavby ALPAS.

Vybavení: Požární kombinované odstředivé čerpadlo Ziegler o výkonu 2000 l/min, nádrž na vodu 3000 l, nádrž na pěnidlo 200 l, teleskopický osvětlovací stožár, hydraulické vyprošťovací zařízení LUKAS s příslušenstvím eDraulic (AKU), zvedací vaky Lukas, stabilizační rozpěrné tyče LUKAS, stabilizační klíny, IDP Dräger, termokamera ISG, GasAlert, řetězová motorová pila Stihl, motorová rozbrušovací pila PARTNER, přetlaková ventilace, plovoucí čerpadlo Aquafast, elektrocentrála EISMANN 6,5kW s příslušenstvím, vysokotlak 60 m, mečová pila DEWALT, protichemické obleky SUNIT IV, ochranné obleky OL2, páteřní deska, vakuové nosítka, zdravotní vybavení, AED, vysavač hmyzu, nástavkové žebříky, sorbenty, záchytová vana na ropné látky, ruční pumpa s příslušenstvím k čerpání ropných látek, hadice, požární armatury, zámečnické nářadí, kominické nářadí, ženíjní nářadí a další.

## 2 Postup modernizace dle požadavků

### Výstražné osvětlení:

Dle zadaných požadavků bylo veškeré stávající osvětlení nahrazeno osvětlením v provedení LED. Hlavní zábleskové majáky a přední zábleskové raptory byly provedeny dle platné legislativy § 41 zákona číslo 361/2000 Sb. v kombinaci červená/modrá. Největším zásahem do karoserie v rámci osvětlení bylo zrušení bočního osvětlení nástavby, které osvětlovalo boční prostor kolem vozidla. Na profil, ve kterém bylo osvětlení zabudováno, byl nalepen hliníkový plech. Následně bylo původní osvětlení nahrazeno moderním osvětlením. Na boční část nástavby byl speciálním tmelem přilepen hliníkový profil, který má v sobě zabudovaný LED pásek. Hliníkový profil v této kombinaci slouží i jako okap k odvedení tekoucí vody po bocích nástavby.



Obr. 2 Nové osvětlení provedení LED

### Kabina:

- Oprava nebo výměna dveří pro mužstvo

Po dohodě s JSDH byla schválena varianta opravy dveří. V tomto případě se jedná o zadní dveře pro mužstvo. Hlavním problémem bylo špatné usazení zámků, kdy při zavírání dveří s použitím větší síly docházelo k narázům do kovových částí zámků. Jelikož jsou dveře laminátové, docházelo postupem času vlivem narázů k jejich poškození a následnému praskání. K praskání dochází i v oblasti kliky dveří. Nejprve došlo k opravě popraskaného laminátu, následně k opravě celkového vzhledu včetně nalakování dveří. Řešením, jak předejít dalšímu praskání, bude vyztužení více namáhaných částí dveří (zejména v oblasti zámků a kliky dveří) pomocí přesně tvarovaných výpalků z leštěného nerez.



Obr. 3 Poškozené laminátové dveře pro mužstvo



Obr. 4 Dveře pro mužstvo po opravě

- Výměna sedaček pro mužstvo

Hlavním cílem bylo dosažení lepšího komfortu pro přepravu mužstva. Nové sedačky byly dodány z USA od společnosti H.O. BOSTROM, která se specializuje na výrobu sedaček pro požární vozidla. Sedačky jsou provedeny ve stejném stylu jako sedačka řidiče a velitele vozu. Po dodání sedaček došlo k jejich zabudování do vozidla.



Obr. 5 Výměna sedaček pro mužstvo

- Úprava uspořádání materiálu

Dalším větším zásahem byla úprava uspořádání materiálu v zadní části kabiny. Před rekonstrukcí kabina disponovala pouze lavicí, kam si každý hasič odkládal své osobní zavazadlo. Docházelo tak k promíchávání osobních zavazadel hasičů a dalšího potřebného materiálu a vybavení. Naším řešením byla výroba polic,

kteřé obsahují i přídružené boxy, kam bude následně systematicky ukládáno jednotlivé vybavení potřebné pro posádku.



Obr. 6 Úprava uspořádání materiálu, výroba polic

- Montáž couvací kamery

Montáž couvací kamery byla provedena do zadní části nástavby. Zde bylo nutné zajistit protažení elektrických kabelů přes celou nástavbu až do kabiny vozu. Následně bylo nutno provést elektrické zapojení spouštění kamery. První variantou zapojení bylo zapnutí kamery při zařazení zpětné rychlosti, druhou variantou bylo zapnutí kamery tlačítkem např. při stání vozidla na místě pro kontrolu pohybu za vozidlem.

**Nástavba:**

- Rolety – repase

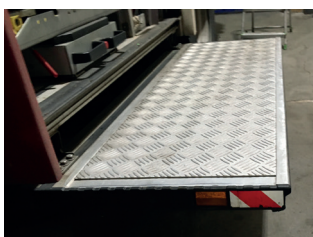
Při repasi rolet byla provedena výměna většího množství jejich částí a došlo i k jejich seřízení. V rámci seřízení bylo nutné provést zejména předpětí navíjecí pružiny, která při odjištění roletu samovolně navine. Tato funkce byla již dlouhodobým používáním (únavou pružiny) nedostatečná. Aby bylo možné pružinu předepnout, bylo nutné vyklidit všechny části nástavby. Rolety se totiž předepírají ve vytaženém stavu, kdy se mechanika nachází uvnitř nástavby. Po seřízení a kontrole správného chodu všech rolet, byla provedena výměna těsnění, zámků a klik.



Obr. 7 Repase rolet

- Stupačky výměna/oprava

Stupačky byly opraveny, srovnány a nově nalakovány. Vyměněny byly plynové vzpěry, které vlivem únavy stupačky již správně nedovíraly.



Obr. 8 Oprava stupaček

- Dveře strojovny oprava a výměna těsnění

Dveře strojovny byly odpojeny od elektroinstalace a demontovány. Jejich oprava byla provedena mimo vozidlo. Nejprve byl odejmut starý plech, který byl nahrazen novým hliníkovým plechem. Následně byla provedena oprava zámků. Následně bylo provedeno jejich nalakování, nasazení nového těsnění a zpětná montáž na vozidlo.



Obr. 9 Oprava dveří strojovny

- Výměna/oprava poškozených částí nástavby včetně lakování

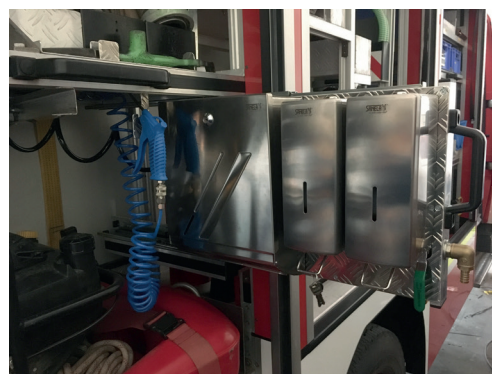
Jednalo se především o výměnu poškozených blatníků nástavby. Ty jsou vyrobeny v kombinaci laminátu a hliníkového plechu. Došlo k výměně hliníkových pohledových částí blatníků. Nejprve byl očištěn starý silikon, následně byly blatníky odřezány. Nové blatníky byly vymodelovány opět z hliníkového plechu, spasovány a nalepeny na laminát. Kvůli lepší odolnosti vůči poškození byly blatníky vyztuženy.



Obr. 10 Výroba nových blatníků z hliníkového plechu

- Montáž zařízení pro mytí rukou a čištění vzduchem

Jedním z významných požadavků byla výroba zařízení pro mytí rukou a čištění vzduchem. Toto zařízení bylo umístěno do pravé boční části nástavby. Důležitým úkonem byl přívod vody z vysokotlakého čerpadla, kde musela být vyrobena rozdvojka pro přívod vody přes kulový ventil (větev číslo jedna). V další části tohoto článku bude popsáno další využití této rozdvojky (jedná se o proplach příměšovače pěnidla do vody). Druhým úkolem bylo přivedení tlakového vzduchu do zařízení pro čištění vzduchem. Celé toto zařízení bylo zabudováno do vozidla na pojezdech pro možnost jeho vysunutí.

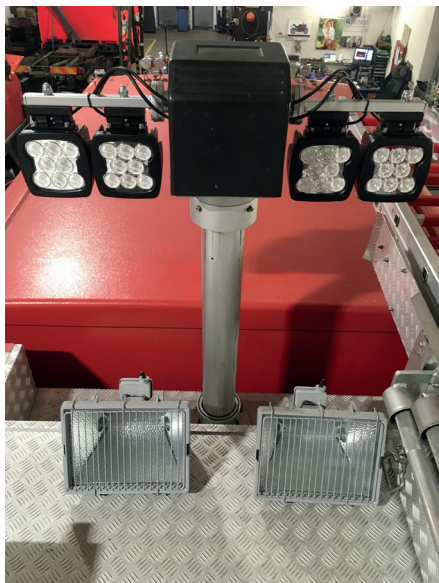


Obr. 11 Montáž zařízení pro mytí rukou a čištění vzduchem



- Výměna halogenového stožáru za LED s možností připojení na el. soustavu vozidla, zachovat nebo zvětšit světelný výkon

Zde došlo k výměně halogenů 220V stožáru za LED osvětlení 24V. Proto bylo nezbytné připojení stožáru do elektrické soustavy vozidla na 24V. Stávající zapojení 220V bylo provedeno do elektrocentrály zabudované v nástavbě vozidla.

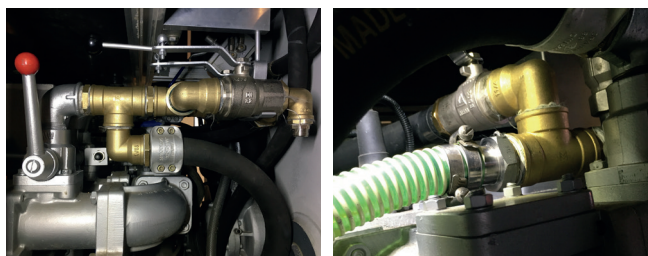


Obr. 12 Výměna osvětlení stožáru

#### Čerpadlo:

- Montáž proplachu pro přiměšovač

Jak již bylo zmiňováno dříve, byla voda na proplach přiměšovače přivedena z rozdvojky (druhé větve) vysokotlakého okruhu. Větev rozdvojky je osazena dvěma kulovými ventily; první přímo v rozdvojece, druhý u nádrže na pěnídlo. Nádrž na pěnídlo disponuje opět dvěma kulovými ventily. Jeden otevírá/uzavírá okruh pěnídla, druhý otevírá/uzavírá proplach.



Obr. 13 Výroba proplachu pro přiměšovač

#### Závěr

V tomto článku se zabývám problematikou oprav hasičské techniky, zejména hasičských vozidel. V úvodu je stručné seznámení se statistikou hasičských výjezdů, pro které je spolehlivost požární techniky základním stavebním kamenem. V druhé fázi je systematicky popsána modernizace konkrétního příkladu požárního vozidla. Vozidlo bylo předáno zpět do provozu v dřívějším termínu než dle výběrového řízení, ačkoli byla celková situace zhoršena kvůli pandemii COVID-19.

Doufám, že v budoucnu bude pro společnost ASMONT s.r.o. a mě samotného možnost dále spolupracovat s HZS ČR a JSDH ČR, protože je pro nás velikou ctí „podílet se na záchraně lidských životů.“

#### Použitá literatura

- [1] HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY: Statistické ročenky Hasičského záchranného sboru ČR, Statistická ročenka 2019. Hzscr.cz [online]. 2020 [cit. 2020-07-08]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky-hasickeho-zachranneho-sboru-cr.aspx>.

## Plán konferencí FBI a SPBI, z.s.

### 2. - 3. září 2020 Požární ochrana

Mezinárodní konference pořádaná ve spolupráci s Fakultou bezpečnostního inženýrství, Českou asociací hasičských důstojníků, z.s. a MV-Generálním ředitelstvím HZS ČR. Jednání konference je rozděleno do sekcí: Požární ochrana, Technologie pro bezpečnost, Protivýbuchová prevence, Věda a výzkum v požární ochraně, Zkušebnictví v požární ochraně.

### 13. - 15. říjen 2020 Fire Safety

Požární bezpečnost jaderných elektráren - mezinárodní seminář, který se koná vždy 2 roky v České republice a 2 roky na Slovensku. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, z.s. ho spolupořádá s Fakultou bezpečnostního inženýrství a Slovenskou společností propagace vědy a techniky. Seminář je zaměřený na problematiku požární bezpečnosti jaderných elektráren.

### 24. - 25. listopad 2020 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Mezinárodní konference pořádaná ve spolupráci s Fakultou bezpečnostního inženýrství, Ministerstvem práce a sociálních věcí ČR a Výzkumným ústavem bezpečnosti práce, v.v.i. Hlavní témata konference se týkají nových výzev v řízení bezpečnosti práce a procesů.

### 9. - 10. prosinec 2020 Koncepce ochrany obyvatelstva - strategické cíle a priority 2020

Národní konference pořádaná ve spolupráci s MV-Generálním ředitelstvím HZS ČR v prostorách Institutu ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč. Konference je pojímána jako sympozium odborníků z nejrůznějších odvětví oblasti ochrany obyvatelstva. Jednání je rozděleno do 4 diskusních bloků, probíhá formou diskusních stolů, kdy každý je zaměřen na jeden ze strategických cílů Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020, s výhledem do roku 2030.

### 3. - 4. únor 2021 Ochrana obyvatelstva - Nebezpečné látky

Mezinárodní konference pořádaná ve spolupráci s Fakultou bezpečnostního inženýrství a MV-Generálním ředitelstvím Hasičského záchranného sboru ČR. V programu konference jsou zastoupeny tématické obory: krizový management, ochrana obyvatelstva, nebezpečné látky. Cílem konference je vyvolat diskusi mezi odborníky o zapojení moderních technologií do systémů ochrany obyvatelstva.

### 28. duben 2021 Požární bezpečnost stavebních objektů

Národní konference pořádaná ve spolupráci s Fakultou bezpečnostního inženýrství. Jednání konference je zaměřeno do oblastí týkající se požární bezpečnosti staveb, legislativních postupů při výstavbě, problematiky požárně bezpečnostních zařízení a logických návazností bezpečnostních a protipožárních systémů.

VŠB TECHNICKÁ  
UNIVERZITA  
OSTRAVA

FAKULTA  
BEZPEČNOSTNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ



ZUBOZ  
ZNALECKÝ ÚSTAV BEZPEČNOSTI  
A OCHRANY ZDRAVÍ, z.ú.