



EXPOZICE A FYZIOLOGICKÁ ZÁTĚŽ ORGANISMU HASIČE V PODMÍNKÁCH POŽÁRNÍHO ZÁSAHU

Zpracováno: listopad 2021

Zpracoval: Kožený Petr

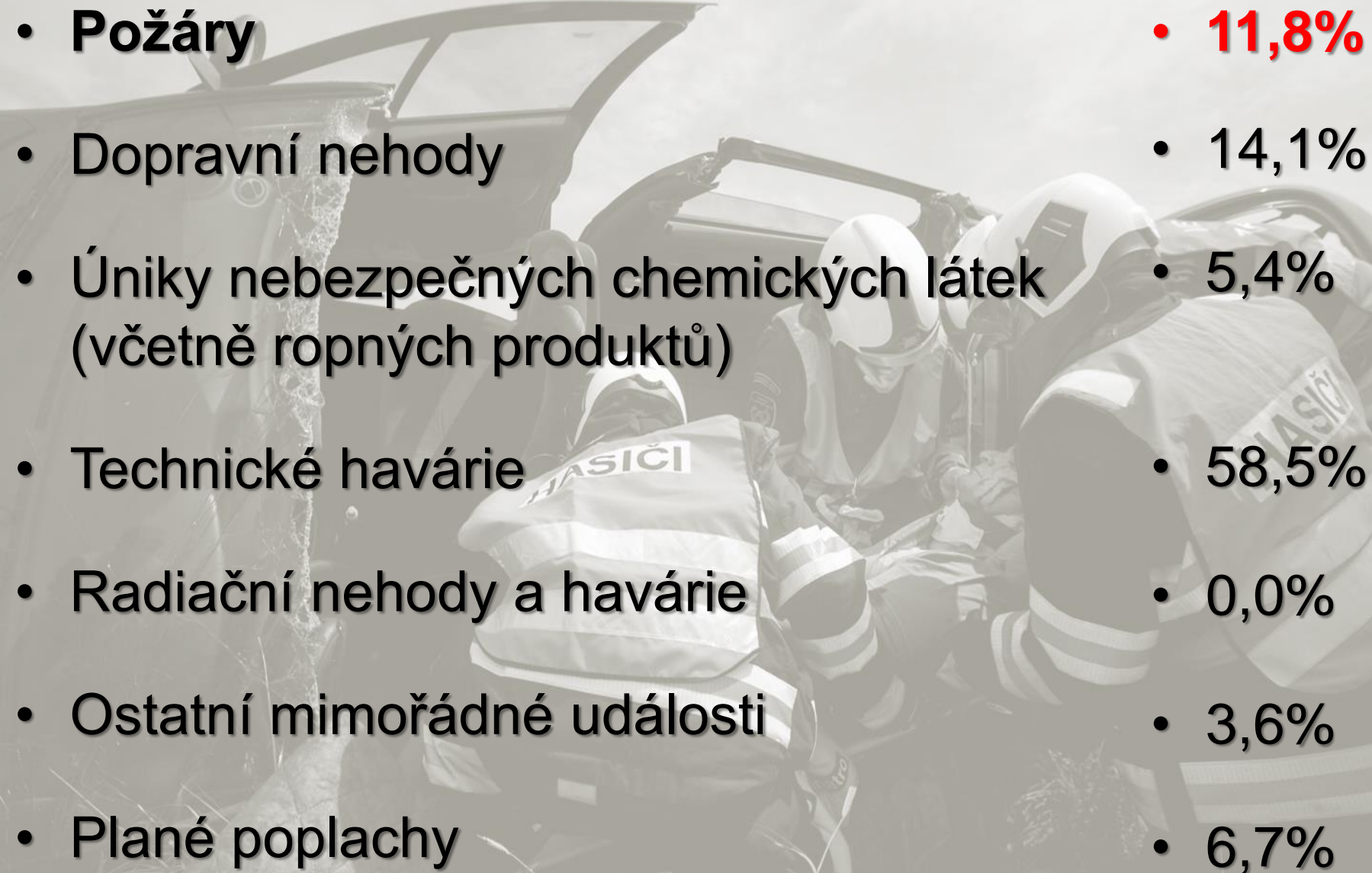
ZDRAVOTNÍ DOPADY HASIČSKÉ PROFESY – MNOHO VÝZKUMŮ

- epidemiologické studie
- hodnocení expozice
- hodnocení kontaminace
- ověření režimových opatření
- technické a věcné prostředky
- dispoziční řešení stanic

CO ODLIŠUJE HASIČE OD JINÝCH PROFESNÍCH SKUPIN ??

-schopnost pracovat v prostředí, které se **neslučuje s dlouhodobým přežitím...**

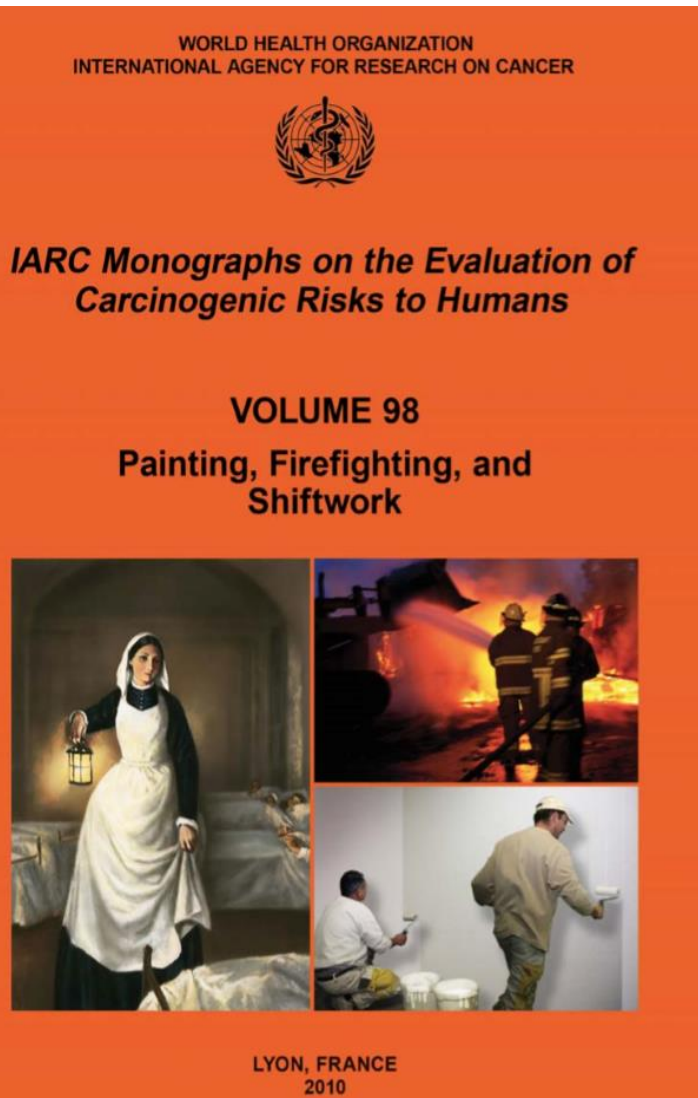
-v prostředí s **nedostatkem kyslíku**
-v prostředí s výskytem **nebezpečných látek** (požár, zásah na nebezpečné látky)

- 
- **Požáry** • **11,8%**
 - **Dopravní nehody** • **14,1%**
 - **Úniky nebezpečných chemických látek (včetně ropných produktů)** • **5,4%**
 - **Technické havárie** • **58,5%**
 - **Radiační nehody a havárie** • **0,0%**
 - **Ostatní mimořádné události** • **3,6%**
 - **Plané poplachy** • **6,7%**

Za rok 2020 celkem 143 500 událostí

Práce hasičů byla v roce 2010 IARC zařazena do skupiny **2B - potenciálně karcinogenní**

ZDROJ: WHO, 2010



- Hasiči jsou při požáru vystaveni širokému spektru karcinogenních látek
- Monografie IARC uvádí více než **40 možných karcinogenů**, které vznikají při požárech

Poznámka: IARC – Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny

NÁDOROVÁ ONEMOCNĚNÍ - STUDIE

- **1. GENERACE (1950 - 2000)**

hodnocena mortalita v jednotlivých požárních sborech (tabulka 2.1 IARC Monografie - Painting, firefighting, shiftwork)

- **2. GENERACE (2006 - 2010)**

review a metaanalýzy studií první generace (LeMasters et al., 2006; Guidotti, 2007; IARC, 2010)

- **3. GENERACE (2010 - současnost)**

kohortové studie (USA, NORDIC, Austrálie apod.)

RIZIKO KARDIOVASKULÁRNÍCH ONEMOCNĚNÍ U HASIČŮ

kombinace faktorů ZVYŠUJE RIZIKO SRDEČNÍHO SELHÁNÍ

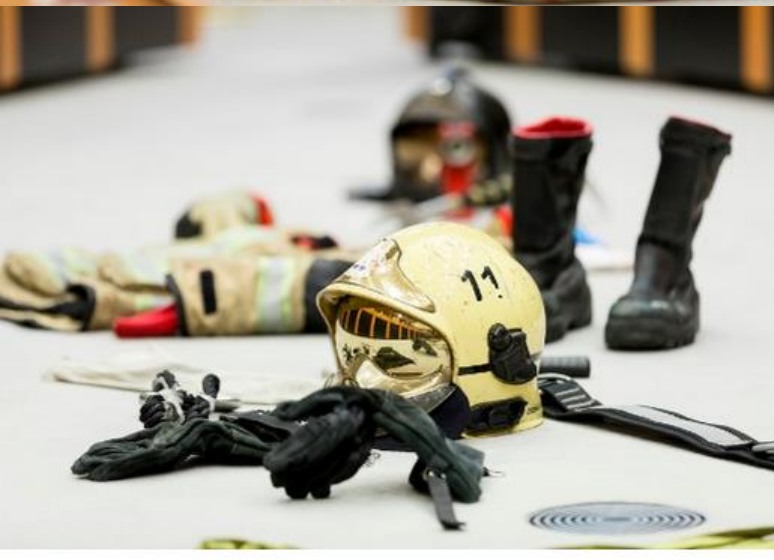
- extrémní fyzická námaha
- tepelný stres
- dehydratace
- psychická zátěž
- expozice pevným částicím a některým zplodinám hoření

Dánská studie

SIR 1,10 (95% CI 1,05 - 1,15)

USA studie

ICHHS zodpovědná za 45%
úmrtí hasičů ve službě



„Severská“ studie - hasiči - 2014

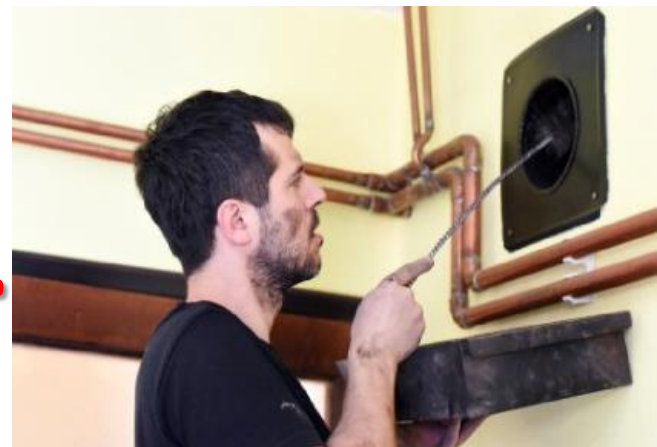
- 1961 - 2005
- Kohorta **16 422** hasičů - Švédsko, Finsko, Norsko, Dánsko, Island
- Celkem **2 653** onemocnění
- Hodnoceno **8 144** hasičů Švédsko
- Celkem **1 182** onemocnění hasičů Švédsko
- **347** - karcinom prostaty (SIR 1,11)
- **73** - melanom kůže (SIR 1,43)

POZNÁMKA: SIR – Standardized Incidence Ratio - viz věkově nepřímou standardizovaná incidence



Kominíci studie - Švédsko - 2013

- 1958 - 2006
- Hodnoceno **6 320** kominíků
- Celkem **813** onemocnění kominíků Švédsko
- **173** - karcinom prostaty (SIR 1,12)
- **9** - maligní pleulární mezoteliom (SIR 3,50)



...POROVNÁNÍ...

ZDROJ: Pukkala et al., 2014, Hogstedt et al., 2013.

Toxicita zplodin hoření



MOŽNÁ
ZDRAVOTNÍ
RIZIKA



Kontaminace hasičů



MOŽNÁ
ZDRAVOTNÍ
RIZIKA



Kontaminace věcných prostředků a provozních prostor stanic



MOŽNÁ
ZDRAVOTNÍ
RIZIKA

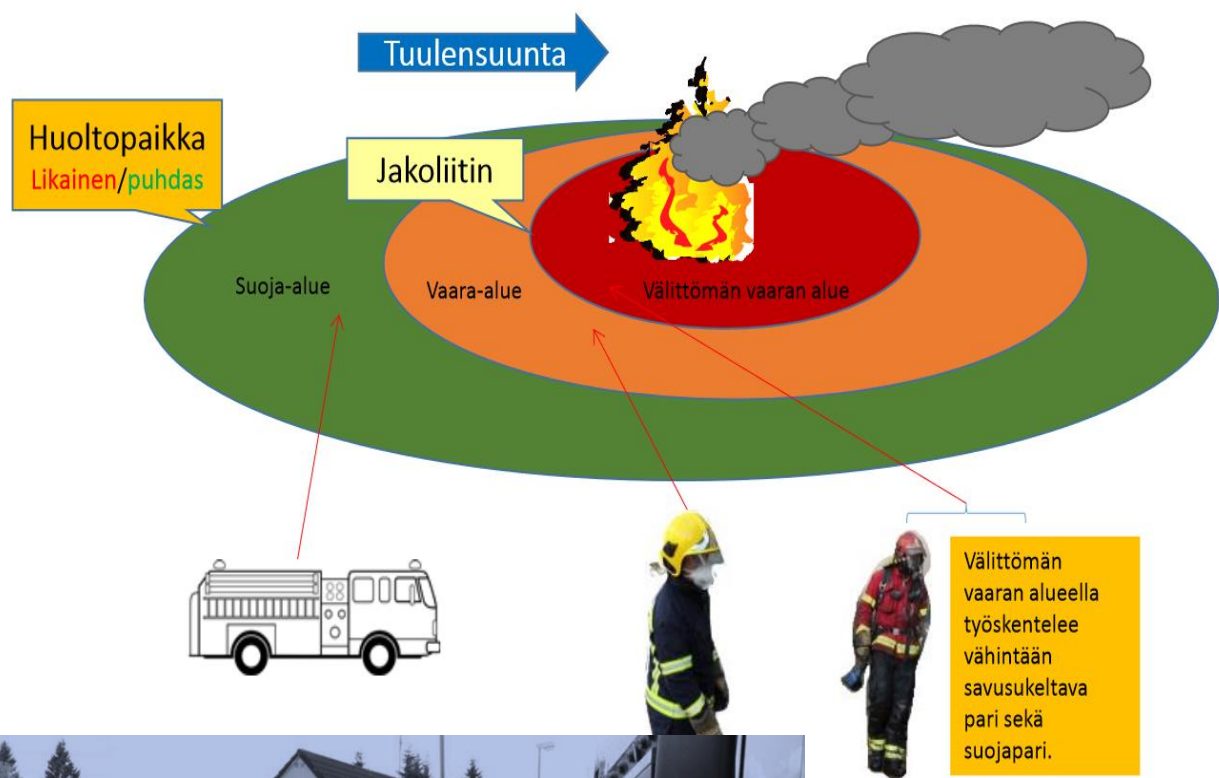


ROZDÍL... V PŘÍSTUPU ???



JE U JPO V ČR ...ZŘEJMÝ...





Hasiči v některých zemích přistupují k požárnímu zásahu podobně jako k zásahu na NL

"It can happen to anybody. There is no age limit. There is no telling what you might be exposed to."



To reduce occupational exposures in firefighters through improved initial decontamination.

Richard M Owen AFSM
2018 Churchill Fellow



Healthy firefighting
- the Skellefteå Model improved



HEALTHY IN,
HEALTHY OUT



CLEAN & SERVICED EQUIPMENT SAVES TIME, LIVES AND COSTS

An extinguished fire does not mean the danger is over. Decontaminant appears to penetrate hazards (gas, liquid, particles) due to inhalation or contact with contaminated surfaces, including gear, as a threat to your safety.

Avoid and prevent the possibility of spreading these risks by following proper cleaning procedures.

ON-SITE BEHAVIOR	DOFFING & PACKAGING EQUIPMENT
<ul style="list-style-type: none"> Always wear decontamination protection on breathing, hands and outside the garments. Use single handling on the scene to gear for proper ventilation & pre-decontamination. 	<ul style="list-style-type: none"> Wear filter mask to avoid exposure to particles and gases. Remove helmet & SCBA according to local procedures. Self decontaminate while wearing boots and latex gloves. Package and store dirty gear in a sealed environment to minimize the risk.
CLEANING & PREPARING EQUIPMENT	
<ul style="list-style-type: none"> Clean and disinfect gear according to manual conditions, in a well-ventilated area. Use gloves, glasses and filter. 	<ul style="list-style-type: none"> Package and store dirty gear in a sealed environment to minimize the risk. Mark "dirty" to the gear configuration of clean and working order. Run decontamination procedures and replace necessary parts.



REDUCE YOUR RISK
FDNY's Call to Action for Reducing Occupational Exposure to Fireground Contaminants



„PROGRAMY“ PRO OMEZENÍ MOŽNÝCH ZDRAVOTNÍCH RIZIK V PRÁCI HASIČE

online at fdnypro.org/reduceyourrisk

PROFESE HASIČŮ...

HODNOCENÍ

- Možné akutní a chronické účinky
- Studie prokázaly zvýšenou vnitřní expozici hasičů po likvidaci požáru
- Byla zjištěna významná dermální expozice

- biologické expoziční testy
- mutagenita moče
- analýza vydechovaného vzduchu
- testování plicních funkcí (spirometrie)
- indikátory akutního poškození plic (protein CC16, SP-A)
- aj.....



Skin Sampling of Ottawa Fire Fighters

...HODNOCENÍ...

forehead

back

neck

wrist

fingers

VÝZKUMNÝ PROJEKT

**POSOUZENÍ HROZBY EXPOZICE HASIČŮ ZPLODINÁM
HOŘENÍ**





**ZPLODINY
HOŘENÍ**



REŽIMOVÁ OPATŘENÍ



PSYCHICKÁ ZÁTĚŽ



DEHYDRATACE



EXTRÉMNÍ FYZICKÁ ZÁTĚŽ



TEPELNÝ STRES

??????????????



PILOTNÍ EXPERIMENT 1. – DUBEN 2019

**ANALÝZA VYDECHOVANÉHO
VZDUCHU**

**FYZIOLOGICKÉ PARAMETRY A
TEPLOTA POKOŽKY**

**BIOLOGICKÉ EXPOZIČNÍ
TESTY (BET)**

**STANOVENÍ
KARBONYLHEMOGLOBINU**

**ODBĚR VZORKŮ S
„FLASHOVER“ KONTEJNERU**

ODBĚR VZORKŮ Z CAS

- **HODNOCENÍ „VNITŘNÍ“ EXPOZICE**
- **HODNOCENÍ KONTAMINACE HASIČŮ**
- **HODNOCENÍ ÚČINNOSTI JEDNODUCHÝCH HYGIENICKÝCH OPATŘENÍ**

SPOLUPRACUJÍCÍ INSTITUCE - 2019



- HZS Pardubického kraje
- Institut ochrany obyvatelstva HZS ČR
- Technický ústav požární ochrany HZS ČR



- ČVUT Fakulta biomedicínského inženýrství
- Státní zdravotní ústav - NRL pro biologické monitorování expozice chemickým látkám na pracovišti

- 10 PROBANDŮ – HZS PARDUBICKÉHO KRAJE, HZS KRÁLOVEHRADECKÉHO KRAJE
- JEDNODENNÍ AKCE
- ODBĚRY VZORKŮ MOČI PŘED EXPOZICÍ A PO EXPOZICI





HOŘLAVÝ SOUBOR

celkem 283 kg materiálu

Příklad:

- 1,0 kg polystyrenu
- 19,2 kg PVC podlahové krytiny
- 15 kg nylonového koberce
- 7,7 kg oblečení (kombinace polyester - bavlna)
- 208 kg nábytku

BIOLOGICKÉ EXPOZIČNÍ TESTY (BET)

CYTOGENETICKÁ ANALÝZA

METHYLACE DNA

STANOVENÍ KARBONYLHEMOGLOBINU

STANOVENÍ KARBONYLHEMOGLOBINU V KRVI

HODNOCENÍ FYZIOLOGICKÝCH PARAMETRŮ

VYŠETŘENÍ BIOMARKERŮ OXIDATIVNÍHO STRESU

STANOVENÍ HLADINY VYBRANÝCH HORMONŮ

STANOVENÍ LAKTÁTU A GLUKÓZY

VYŠETŘENÍ ACIDOBAZICKÉ ROVNOVÁHY

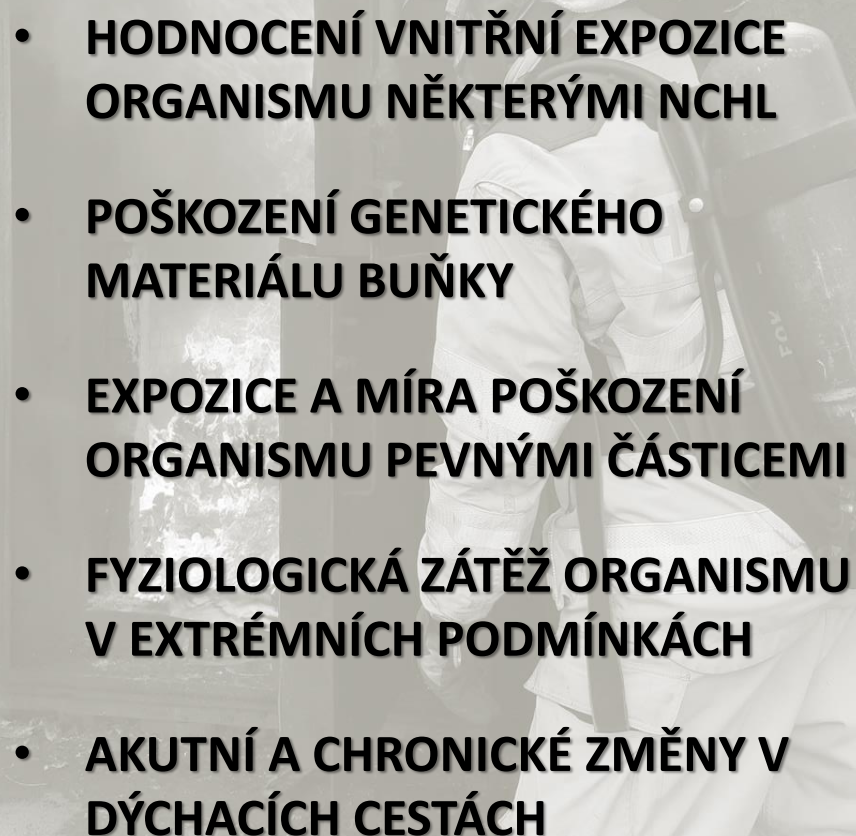
ANALÝZA SLOŽENÍ TĚLA

SPIROMETRIE

VYŠETŘENÍ VYDECHOVANÉHO NO

EXPERIMENT 2.

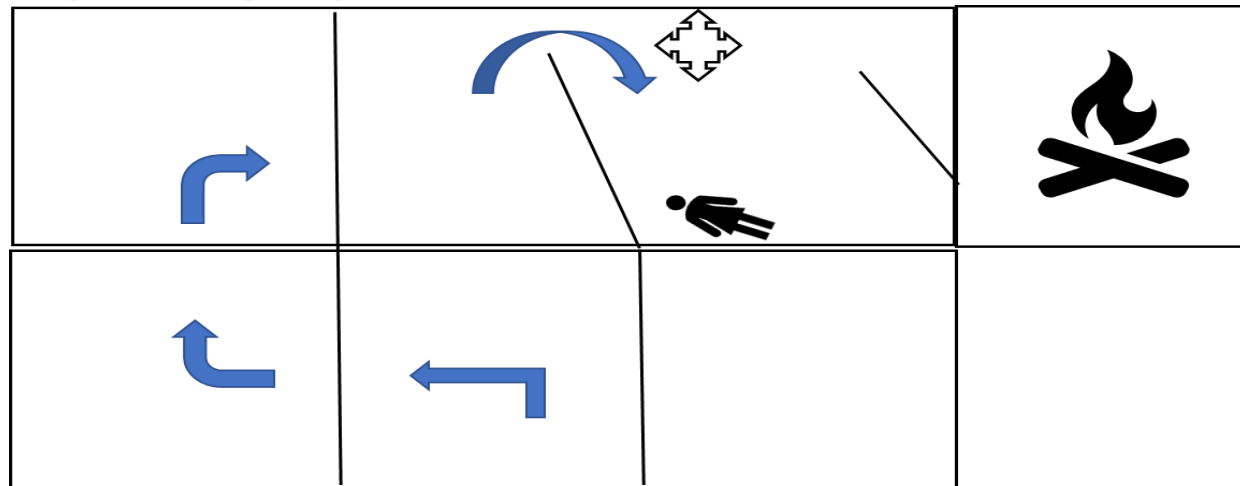
ZÁŘÍ 2021

- **HODNOCENÍ VNITŘNÍ EXPOZICE ORGANISMU NĚKTERÝMI NCHL**
 - **POŠKOZENÍ GENETICKÉHO MATERIÁLU BUŇKY**
 - **EXPOZICE A MÍRA POŠKOZENÍ ORGANISMU PEVNÝMI ČÁSTICEMI**
 - **FYZIOLOGICKÁ ZÁTĚŽ ORGANISMU V EXTRÉMNÍCH PODMÍNKÁCH**
 - **AKUTNÍ A CHRONICKÉ ZMĚNY V DÝCHACÍCH CESTÁCH**
- 

SPOOLUPRACUJÍCÍ INSTITUCE - 2021

- **HZS Pardubického kraje**
- **Institut ochrany obyvatelstva HZS ČR**
- **Technický ústav požární ochrany HZS ČR**
- **ČVUT Fakulta biomedicínského inženýrství**
- **Státní zdravotní ústav**
- **Klinika pracovního lékařství 1. LF UK a VFN**
- **Ústav soudního lékařství a toxikologie 1. LF UK a VFN**
- **Ústav experimentální medicíny AV**
- **CASRI – vědecké a servisní pracoviště tělesné výchovy a sportu**
- **aj.**

- dvoudenní akce
- **24 probandů** - HZS Pardubického kraje, HZS Středočeského kraje, HZS hlavního města Prahy
- probandi rozděleni **do 6 skupin po 4 členech**
- provedena celá řada odběrů vzorků biologického materiálu (venózní - kapilární krev, moč, kondenzát vydechovaného vzduchu) a to jak **před expozicí** tak v různých časových intervalech **po expozici – až do 24 h po zátěži**
- provedena simulace požárního zásahu v uzavřených prostorech spojená se záchranou osoby
- nasimulovány extrémní podmínky spojené s vývinem velkého množství zplodin hoření, nulové viditelnosti a vysoké teploty



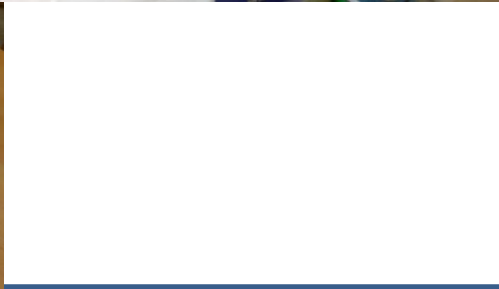


REDMI NOTE 9
AI QUAD CAMERA



HOŘLAVÝ SOUBOR

**Celkem připraveno pro každou skupinu cca 270 kg materiálu
(cca 120 kg mix materiálů, cca 150 kg dřevo)**



PROVEDENA VYŠETŘENÍ PROBANDŮ

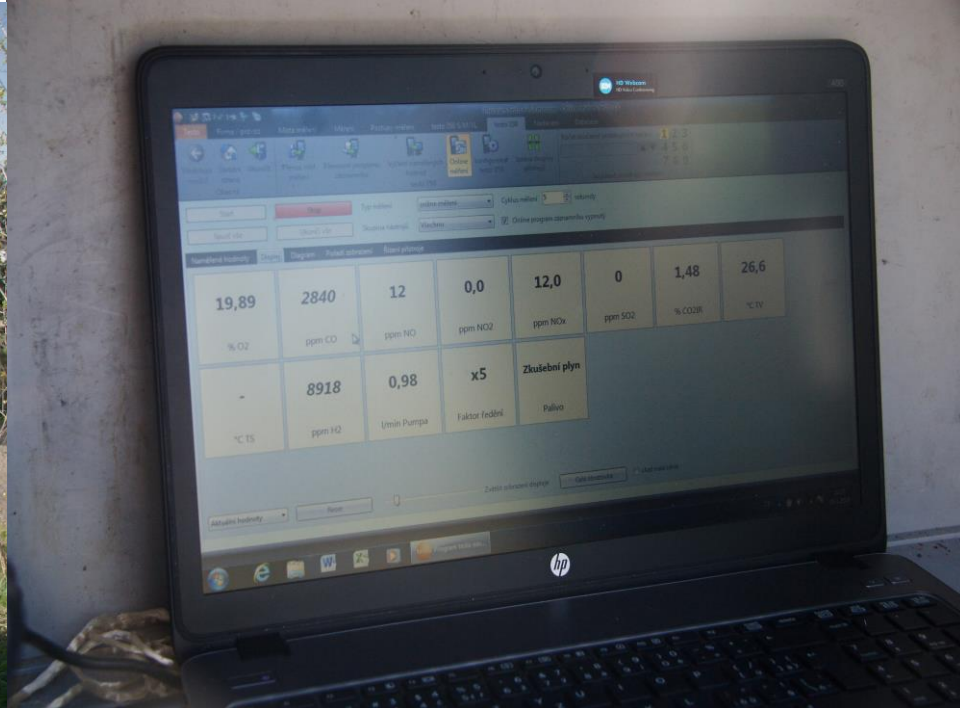
- V AREÁLU STANICE
- VE VÝCVIKOVÉM AREÁLU
- V PRŮBĚHU ZÁTĚŽE



- VŠICHNI PROBANDI SE V PRŮBĚHU ZÁTĚŽE VYSTŘÍDALI NA VŠECH POZICÍCH
- KAŽDÁ SKUPINA – 4 VSTUPY
- ODBĚRY VZORKŮ ZÁJMOVÝCH NCHL Z VNIŘNÍ ČÁSTI FOK
- MĚŘENA TEPLOTA NA REFERENČNÍM MÍSTĚ POMOCÍ TERMOČLÁNKŮ

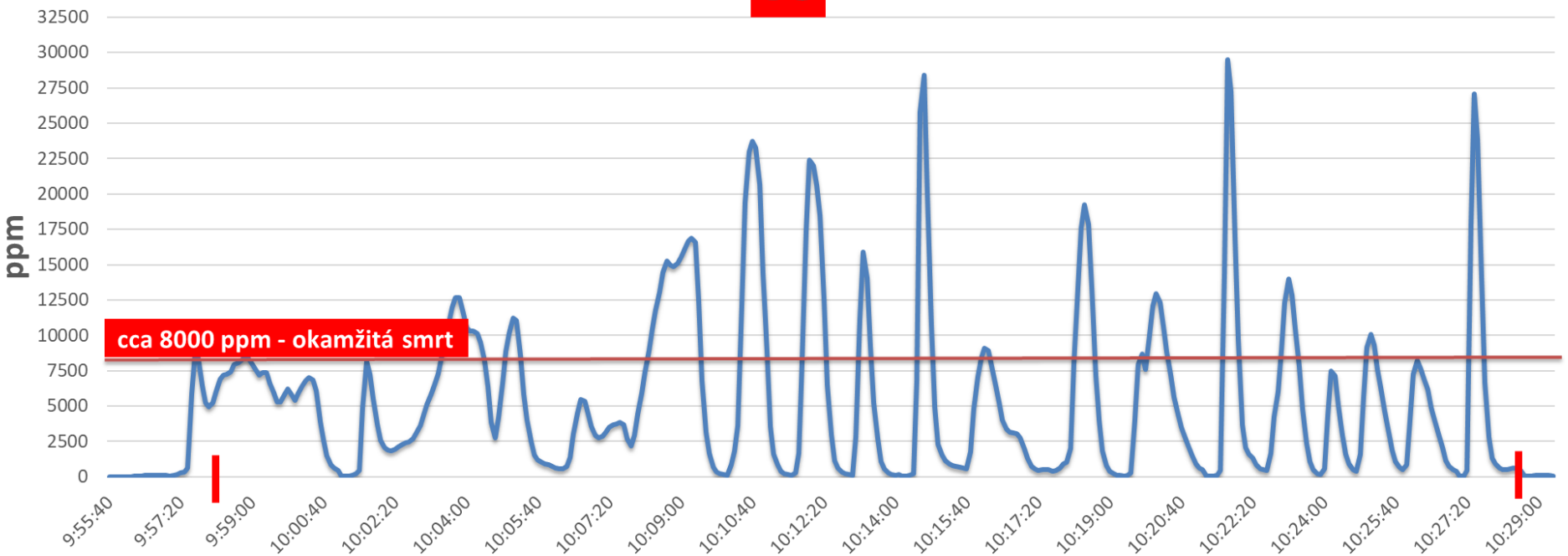




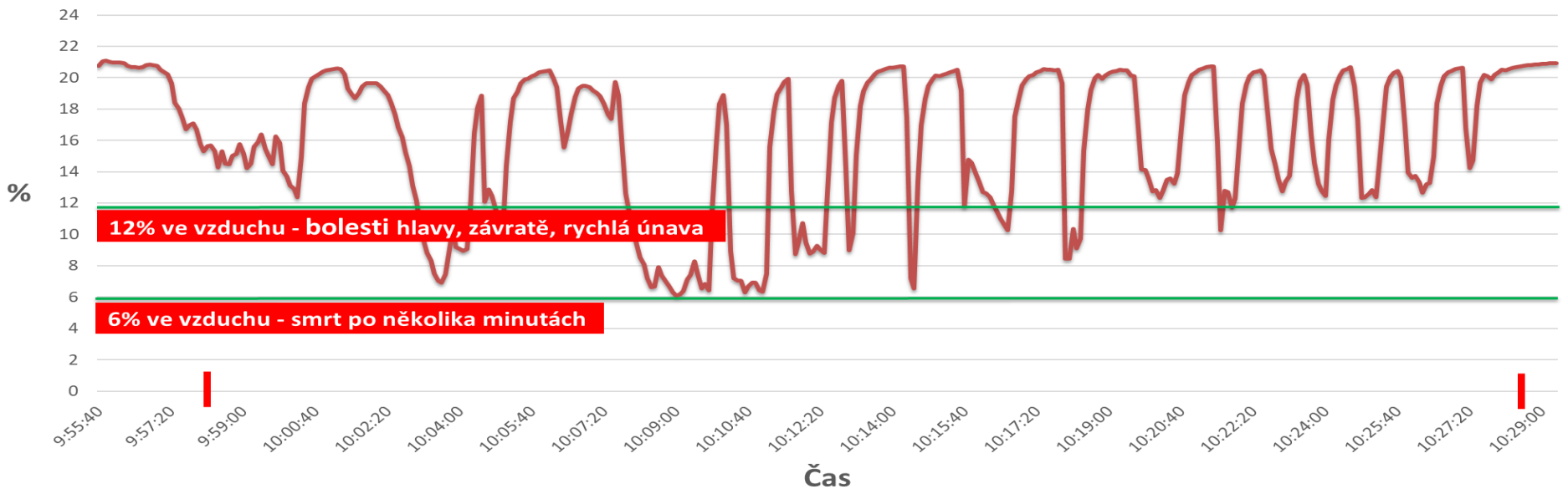


Obrazový materiál: HZS Pardubického kraje

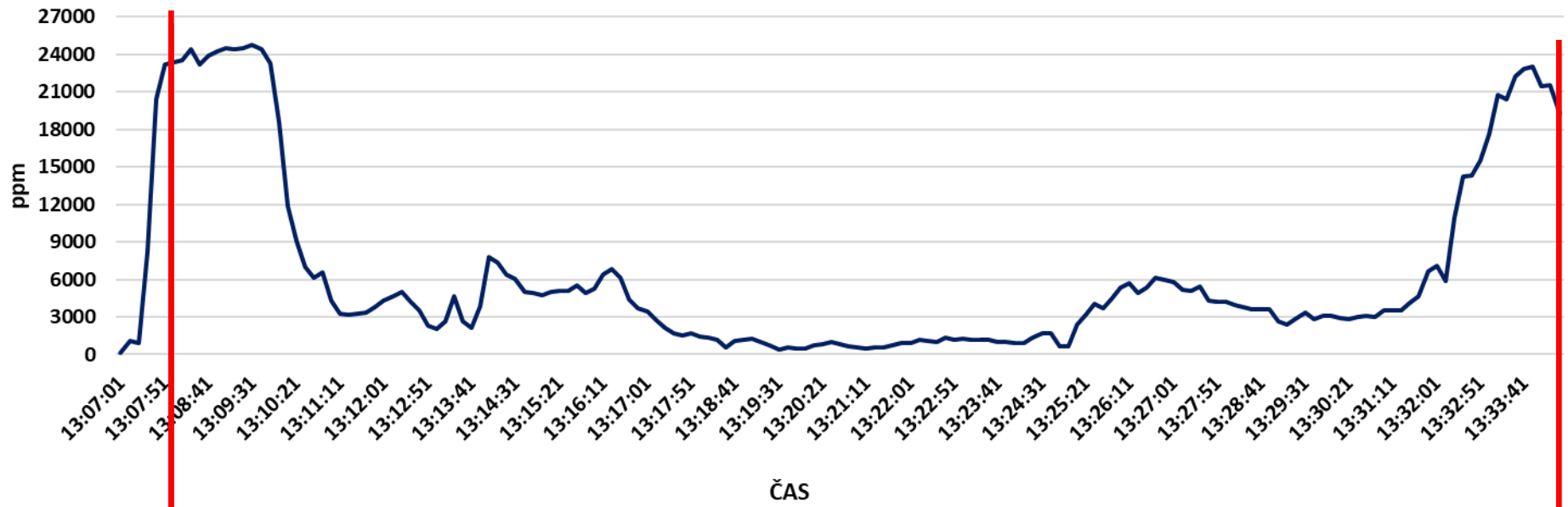
CO



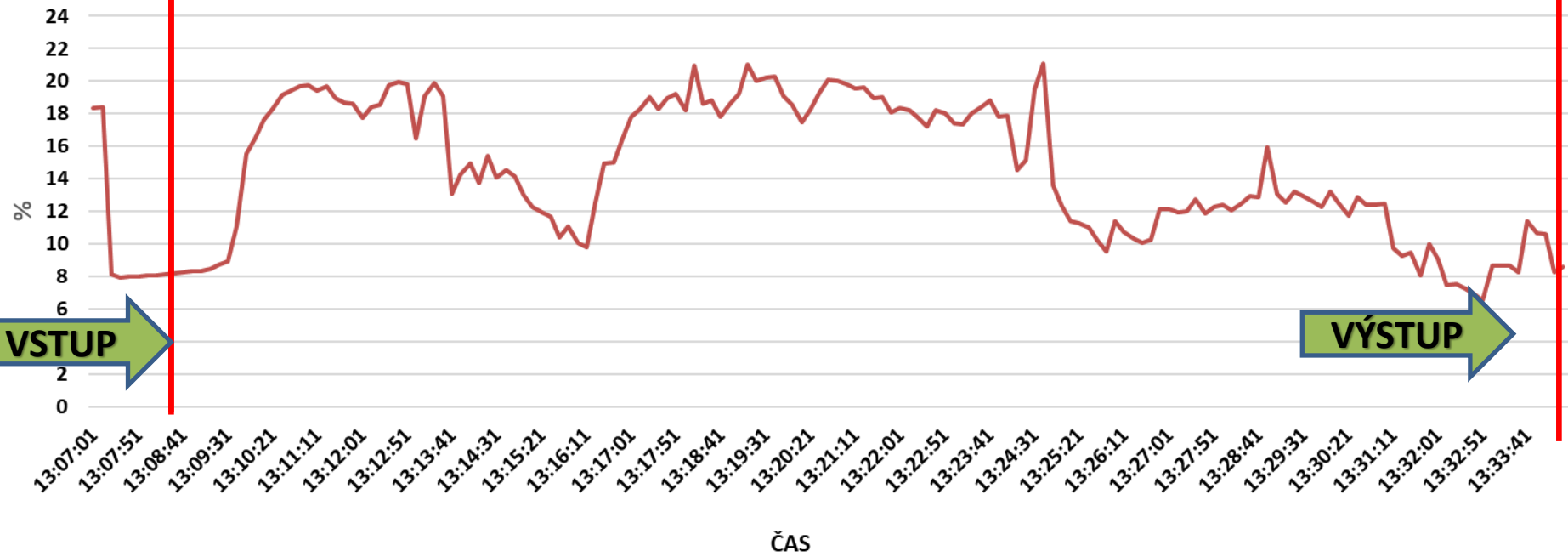
% O2



CO

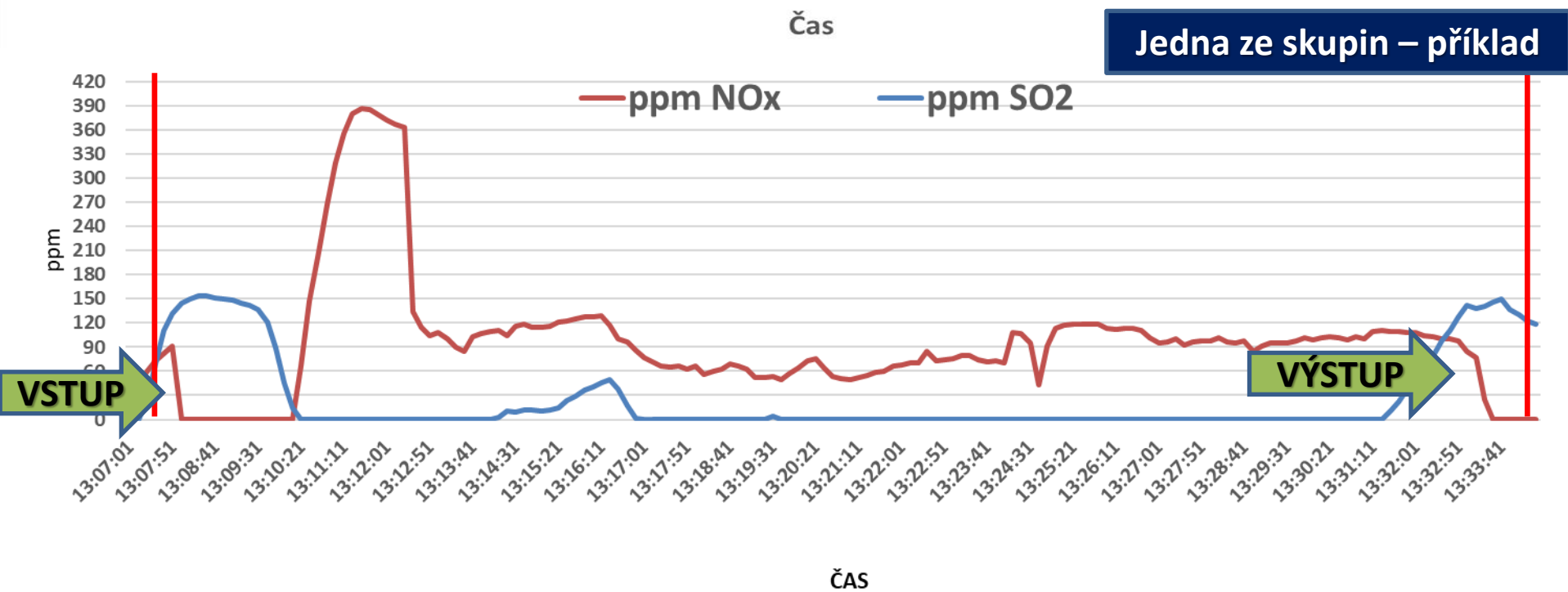
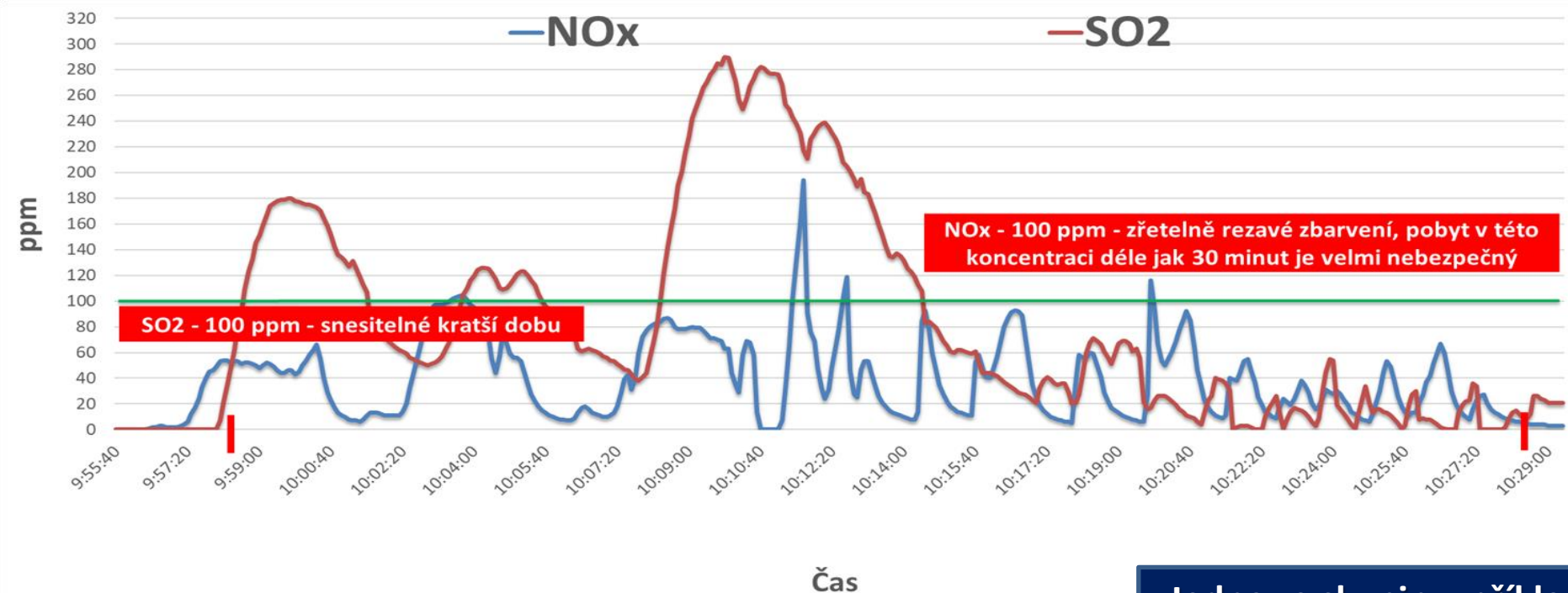


% O2

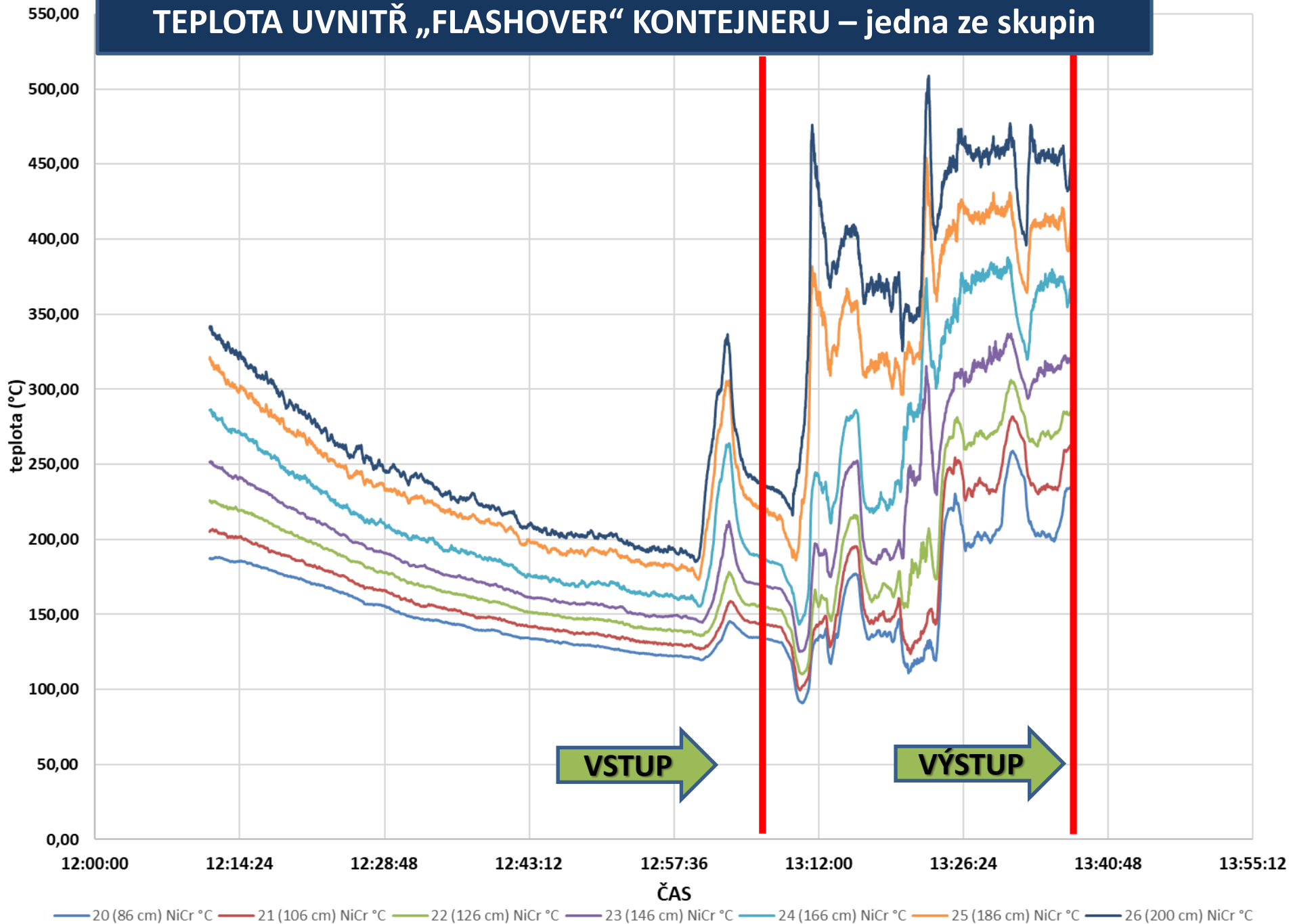


VSTUP

VÝSTUP



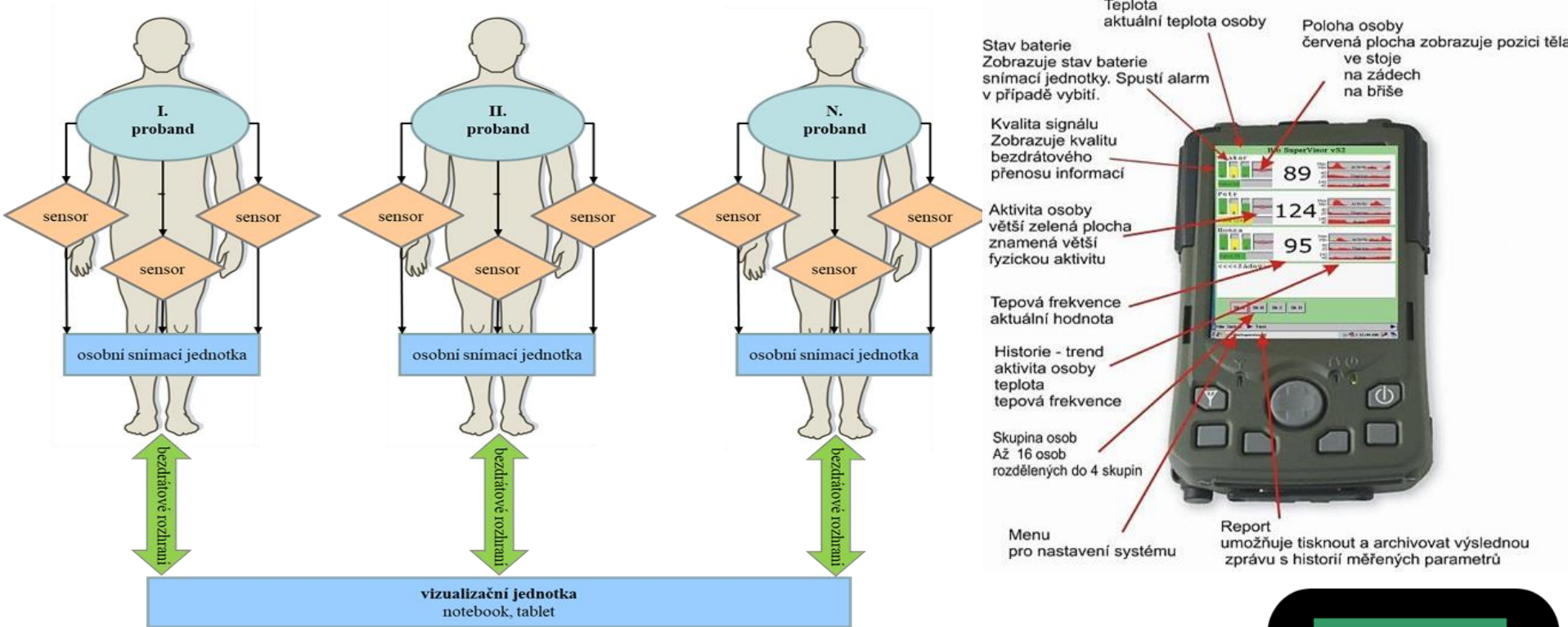
TEPLOTA UVNITŘ „FLASHOVER“ KONTEJNERU – jedna ze skupin



— 20 (86 cm) NiCr °C — 21 (106 cm) NiCr °C — 22 (126 cm) NiCr °C — 23 (146 cm) NiCr °C — 24 (166 cm) NiCr °C — 25 (186 cm) NiCr °C — 26 (200 cm) NiCr °C

FlexiGuard

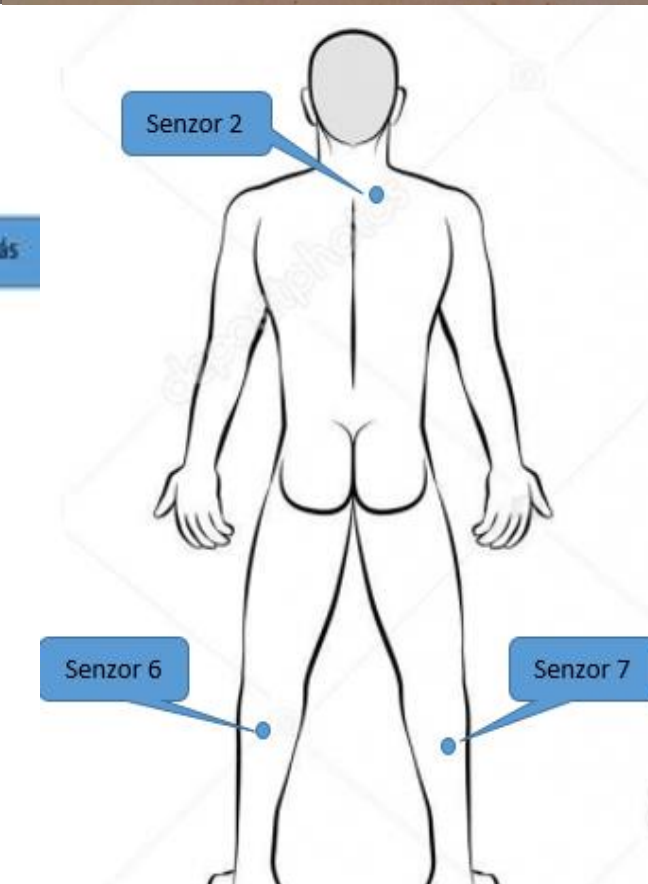
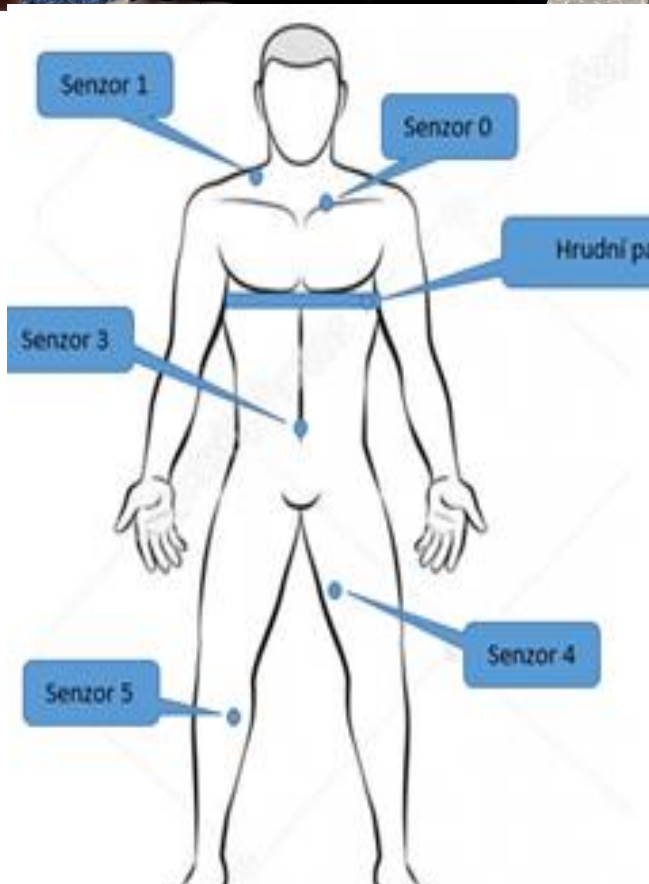
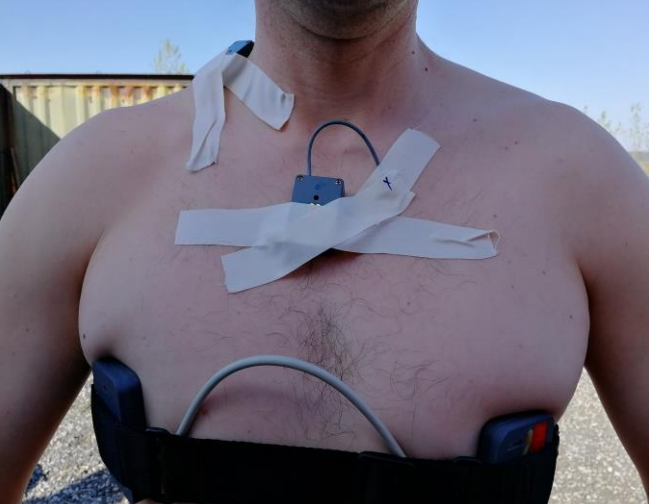
- **telemetrické monitorovacího zařízení v zodolněné podobě, které umožňuje individuální i hromadný monitoring v reálném čase a v extrémních podmínkách:**
 - **sledování zdravotně-fyziologických parametrů (tep, kožní odpor - pocení, teplota)**
 - **automatickou detekci a signalizaci rizikového stavu (fyzické vyčerpání, přehřátí atd.)**
 - **rozlišení povahy a intenzity pohybu (leh, stoj, běh, plazení)**
 - **stanovení energetického výdeje**
 - **sledování environmentálních parametrů (teplota aj.)**



Vše v pořádku

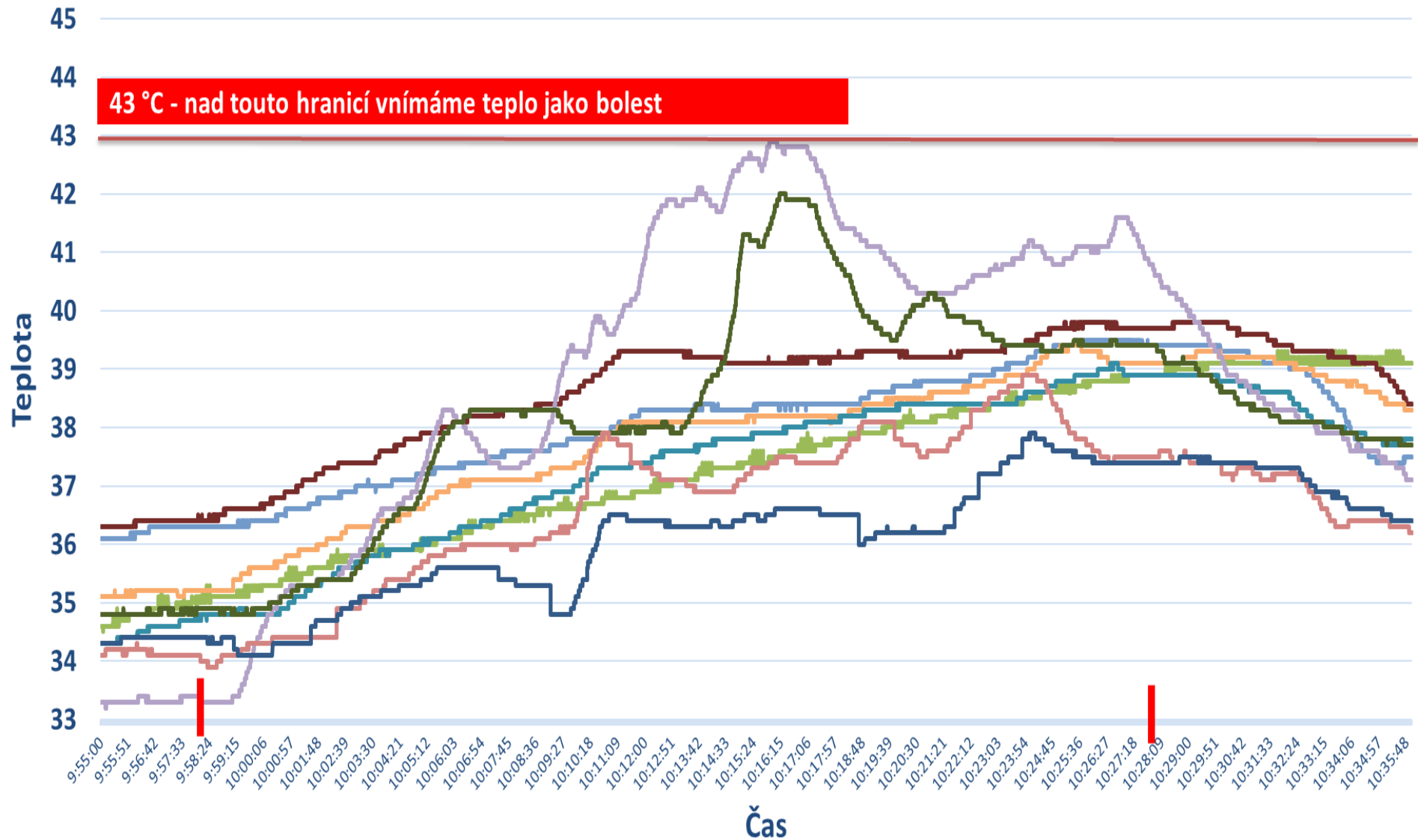
Pozor, stres nebo fyzická námaha

Zátěž mimo limit



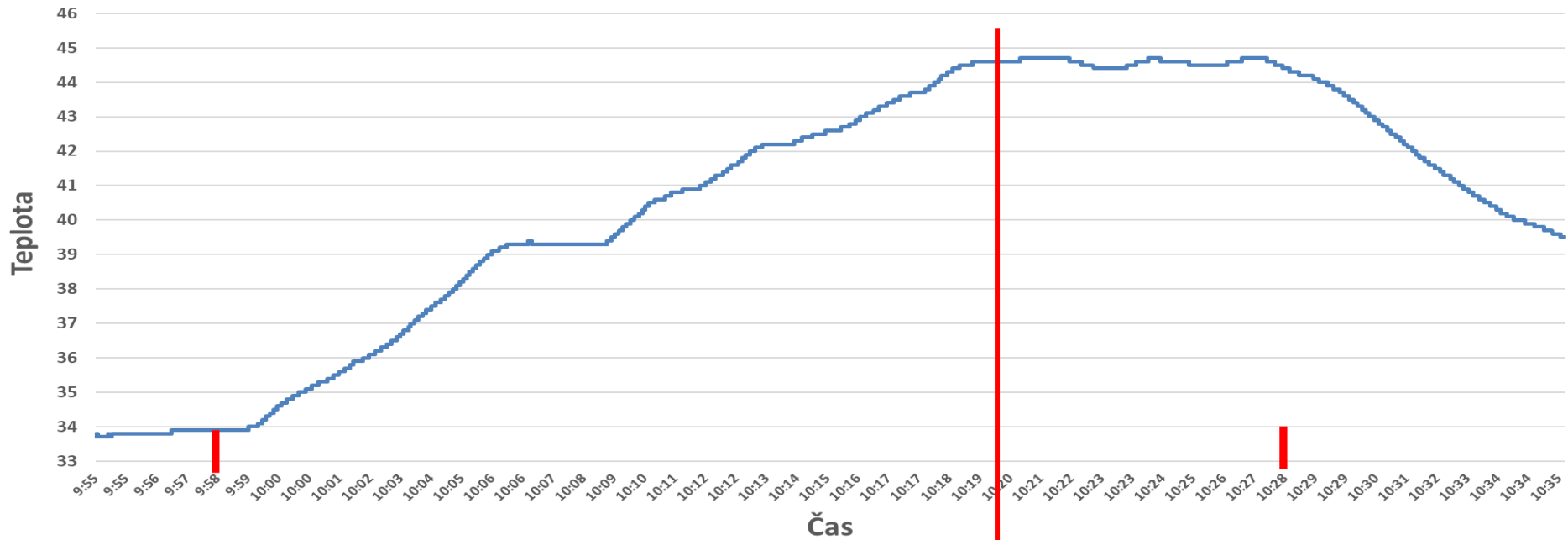
Obrazový materiál: ČVUT FBMI

Teploty na kůži v místě umístění

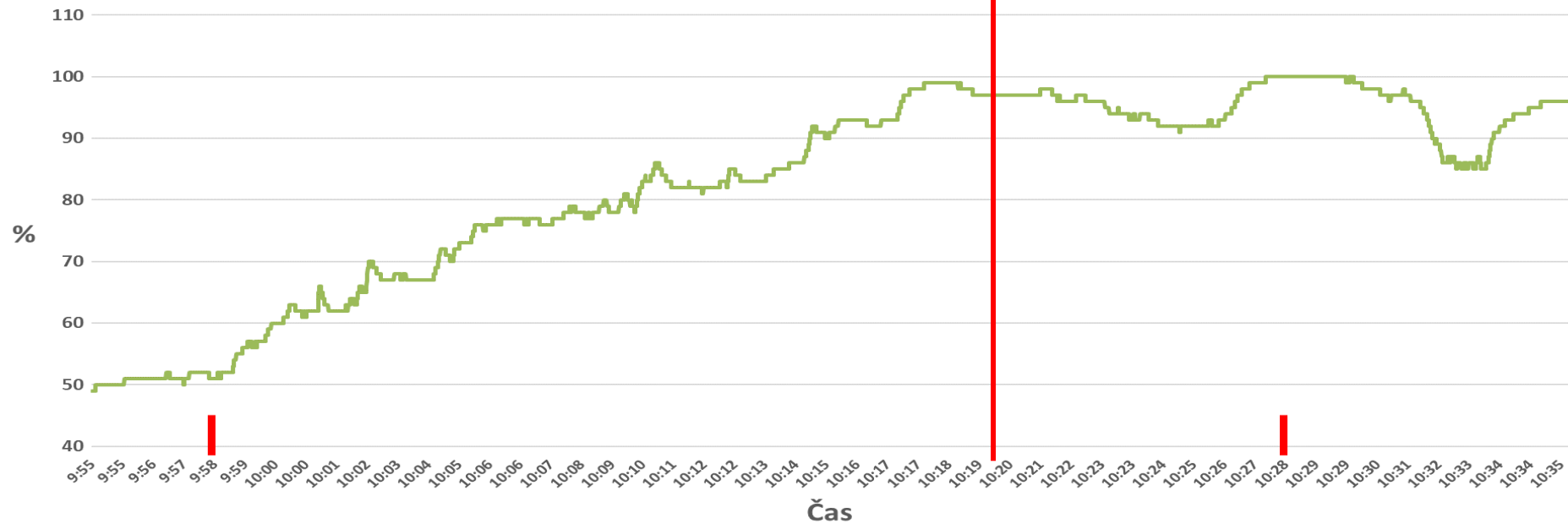


- T/teplota na kůži °C (hrudní pás)
- T0/teplota na kůži v místě umístění
- T1/teplota na kůži v místě umístění
- T2/teplota na kůži v místě umístění
- T3/teplota na kůži v místě umístění
- T4/teplota na kůži v místě umístění
- T5/teplota na kůži v místě umístění
- T6/teplota na kůži v místě umístění
- T7/teplota na kůži v místě umístění

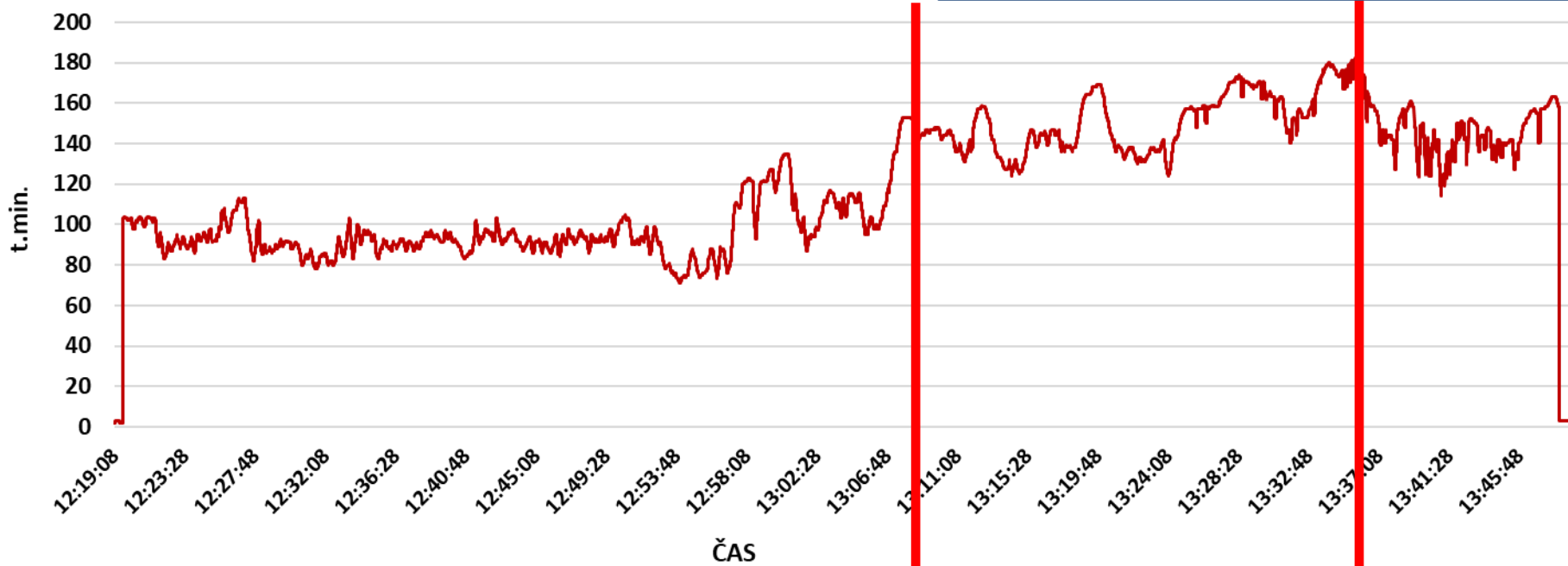
TH4 / teplota pod oděvem v místě umístění



Vlhkost pod oděvem - hrudní pás

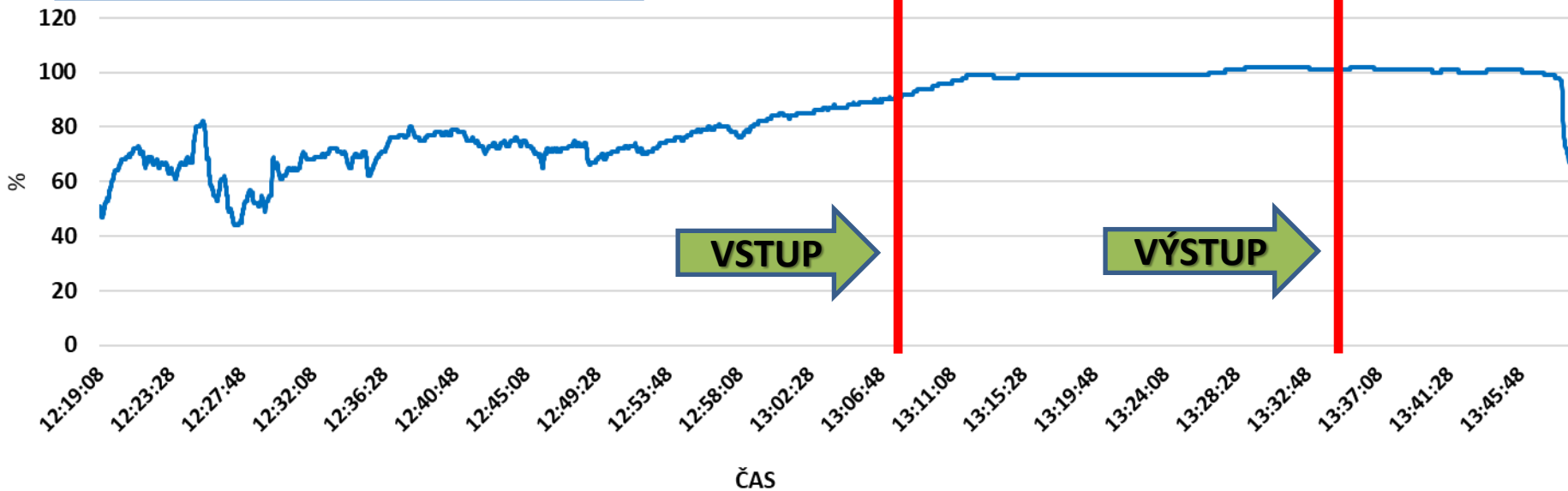


SRDEČNÍ FREKVENCE - SF



Jeden z probandů – příklad

VLHKOST POD ODĚVEM - HRUDNÍ PÁS

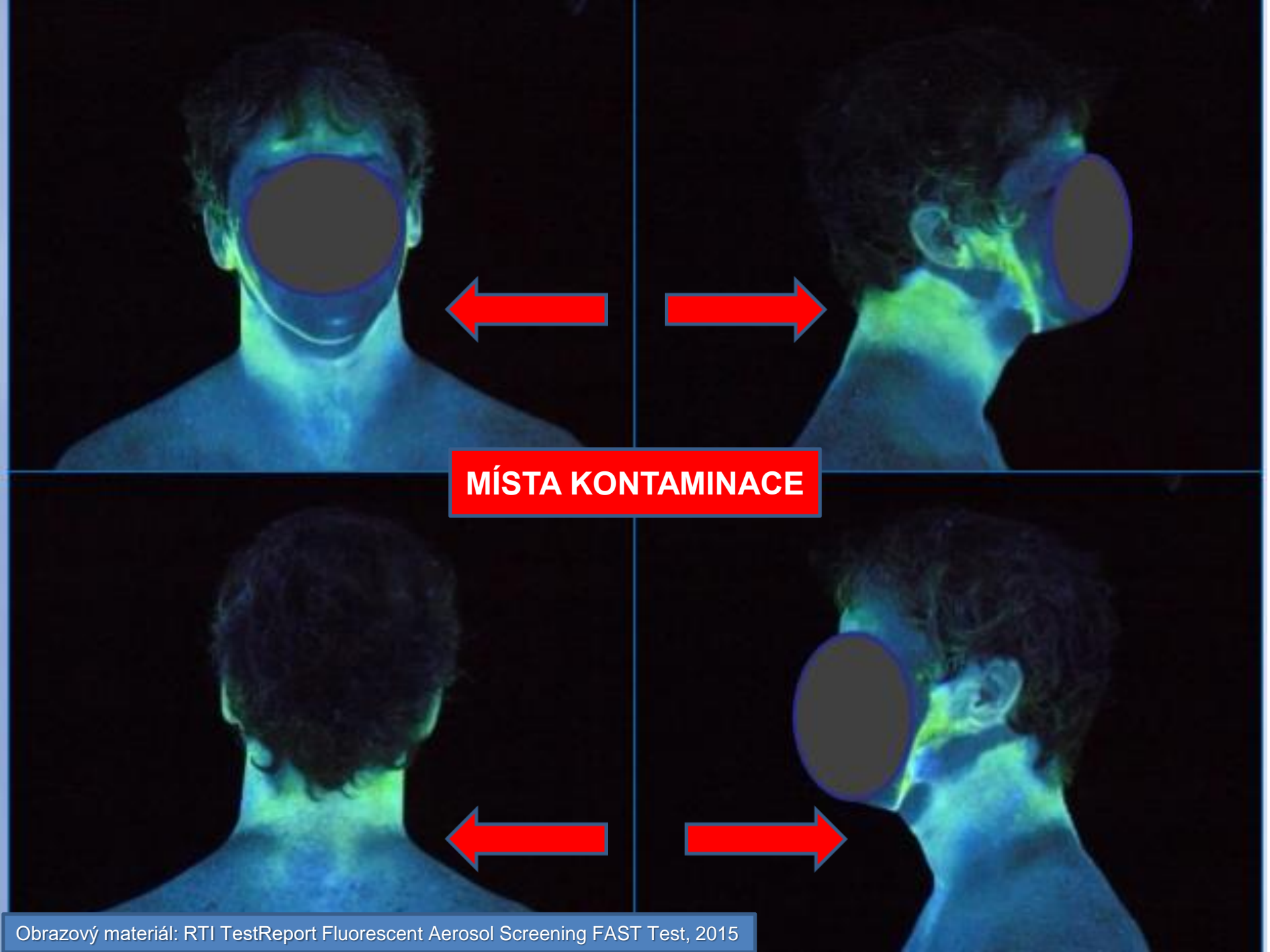


HODNOCENÍ ÚČINNOSTI OCHRANY OOP

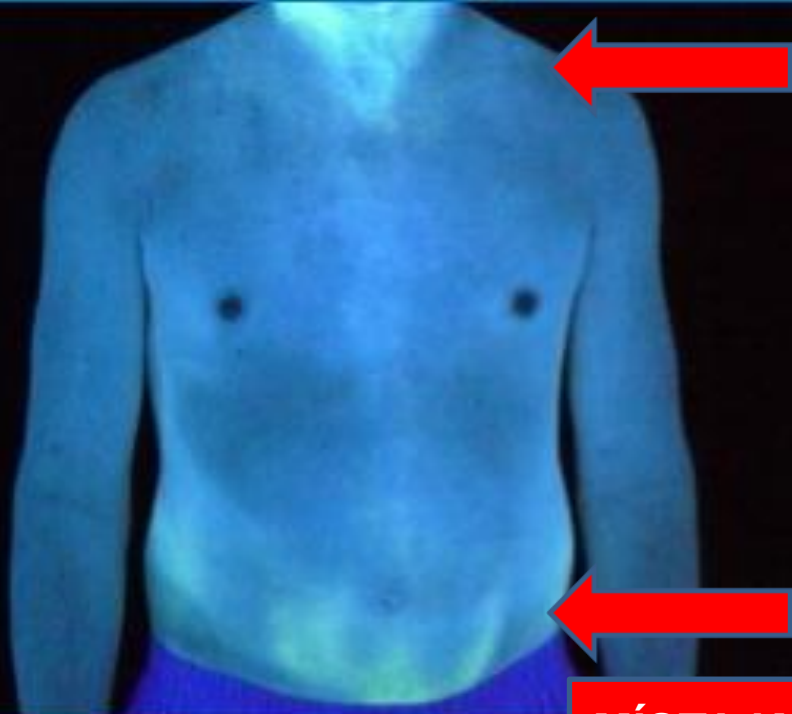
USA

- Test byl zaměřen na hodnocení standardních OOP hasičů v USA při ochraně před aerosoly
- Pořízeny snímky z černého světla (UV), které dokumentovaly oblasti aerosolových usazenin na pokožce účastníka testu
- Zjištěna místa kontaminace pod OOP

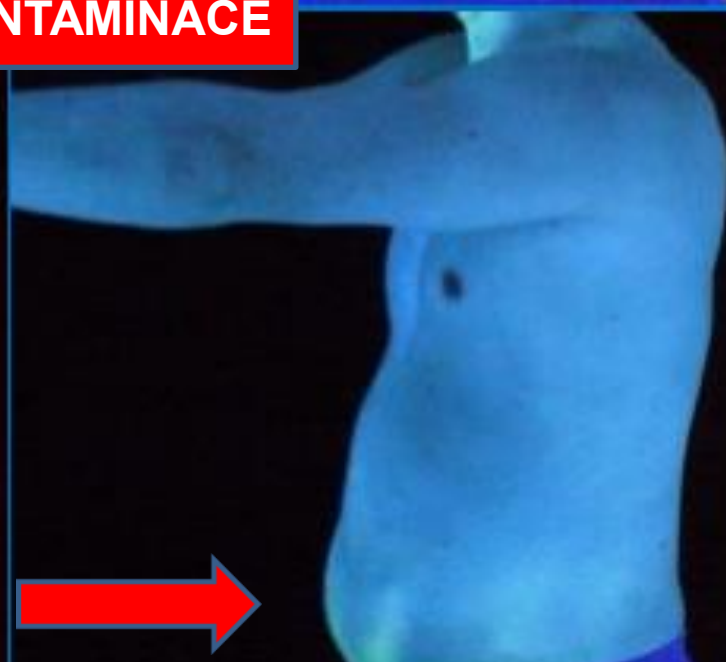


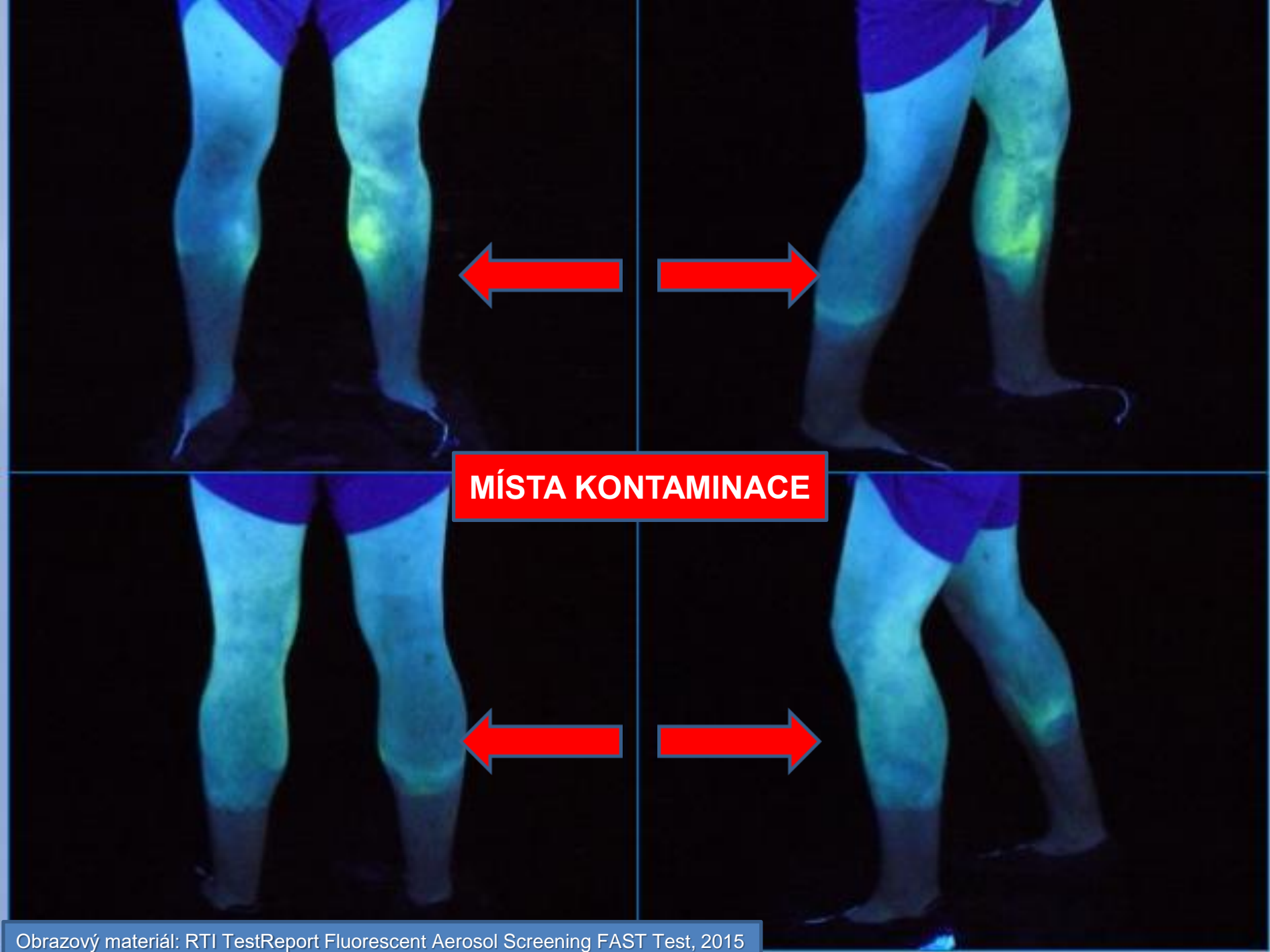


MÍSTA KONTAMINACE



MÍSTA KONTAMINACE





MÍSTA KONTAMINACE

HLADINA LAKTÁTU A GLUKÓZY BĚHEM ZÁTĚŽE

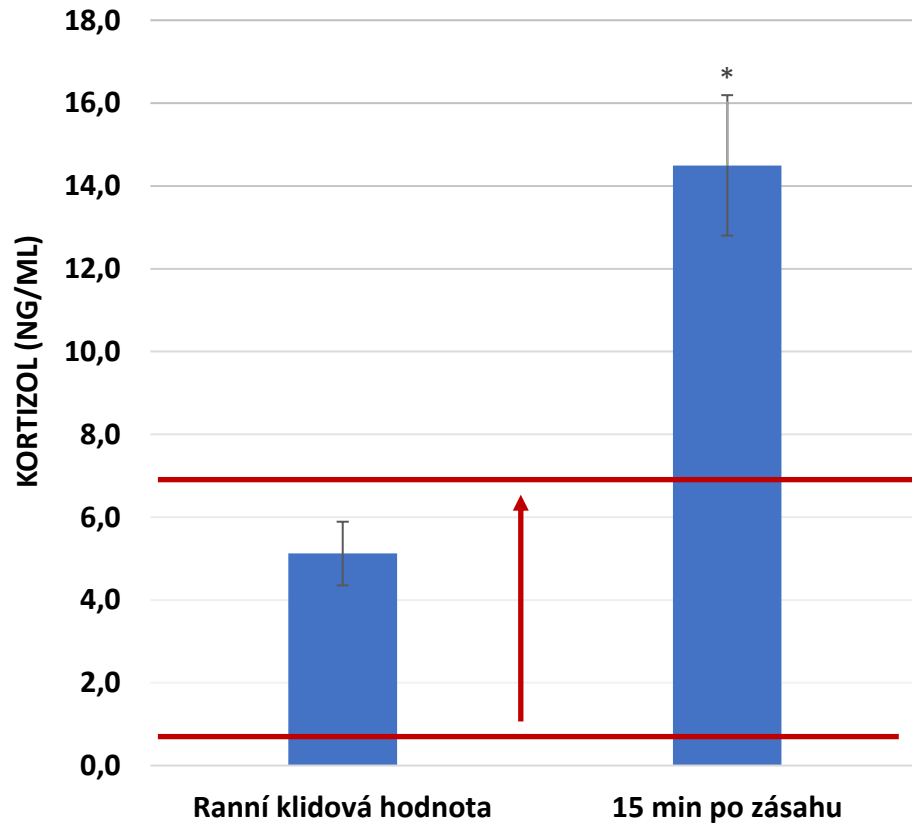


- Hladina laktátu během zátěže rostla až téměř na úroveň tzv. **anaerobního prahu** (4 mmol/l laktátu v krvi).
- Po konci zásahu klesá, laktát se regeneruje na glukózu
- Průměrná hodnota laktátu po 2. kolečku odpovídá fyzické zátěži ve smíšené zóně, kde je organismus ještě schopný laktát nahromaděný v rámci anaerobního metabolismu odbourávat a udržovat. **V této zóně je trénovaný organismus schopen dlouhodobé činnosti odpovídající délce zásahu.**
- Hladina glukózy nejprve mírně poklesne, jak je potřeba pro tvorbu energie během zásahu. Postupně se organismus adaptuje na zatížení a **aktivuje zásobní glykogen** a hladina glukózy v krvi stoupá.

zóna anaerobního metabolismu
 smíšená zóna
 zóna aerobního metabolismu

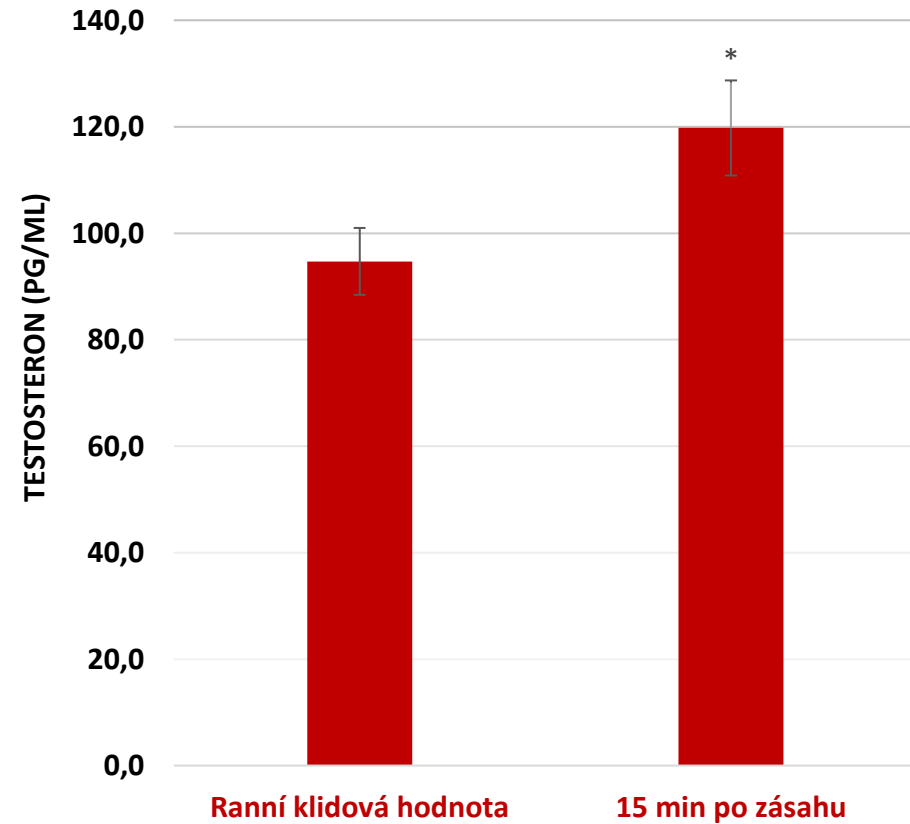
HORMONY...

KORTIZOL



Zvýšení hladiny hormonu kortizolu po zásahu souvisí s fyzickou a stresovou zátěží při zásahu

TESTOSTERON



Zvýšení hladiny testosteronu odpovídá intenzitě zatížení při zásahu

ACIDOBAZICKÁ ROVNOVÁHA KRVE (VYŠETŘENÍ DLE ASTRUPA)

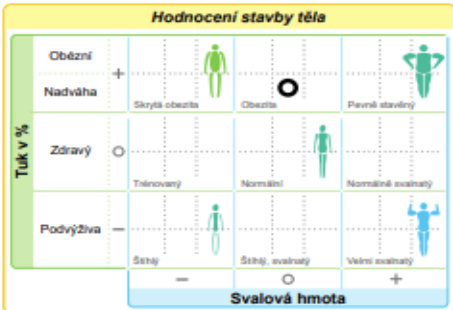
Měřené parametry		Klid	Po zátěži	UPŘESNĚNÍ
pH krve	pH	7,44	7,50	Během hyperventilace dochází k posunu pH do zásadité oblasti.
Parciální tlak oxidu uhličitého v krvi	pCO ₂ (kPa)	5,16	3,78	Snížení pCO ₂ značí na akutní respirační alkalózu, jejíž nejpravděpodobnější příčinou je hyperventilace při zásahu.
Parciální tlak kyslíku v krvi	pO ₂ (kPa)	10,25	10,44	Tlak parciálního kyslíku v krvi zůstal téměř nezměněn.
Base Excess - vyjadřuje nadměru bazí v krvi	BE (mmol/l)	1,55	-0,28	Snížení BE značí na akutní metabolickou acidózu související s tvorbou laktátu.
Koncentrace sodíkových iontů v krvi	Na ⁺ (mmol/l)	141	142	Jen mírné zvýšení koncentrace sodíku souvisí s jeho přesunem z buněk do extracelulárního prostoru.
Koncentrace draslíkových iontů v krvi	K ⁺ (mmol/l)	4,20	4,11	Jen mírné snížení koncentrace draslíku souvisí s jeho přesunem z extracelulárního prostoru do buněk.
Koncentrace ionizovaného vápníku v krvi	Ca ⁺⁺ (mmol/l)	1,17	1,14	Koncentrace ionizovaného vápníku při hyperventilaci klesá.
Saturace hemoglobinu kyslíkem	sO ₂ (%)	95,06	96,55	Mírné zvýšení saturace hemoglobinu kyslíkem je důsledkem fyzického zatížení.

Datum	02.09.2021 22:42
-------	------------------

Věk	33	<input checked="" type="checkbox"/> Normal	<input type="checkbox"/> Atlet
Výška	183,0 cm	<input checked="" type="checkbox"/> Muž	<input type="checkbox"/> Žena
Hmotnost oděvů (PT)	0,0 kg		

Detaily

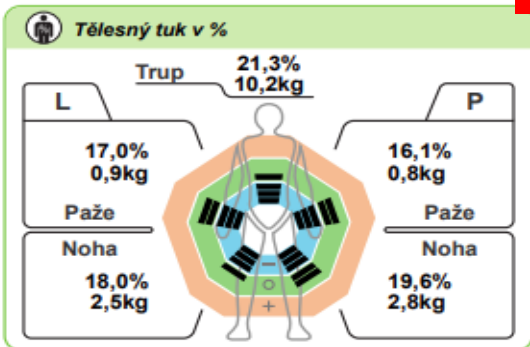
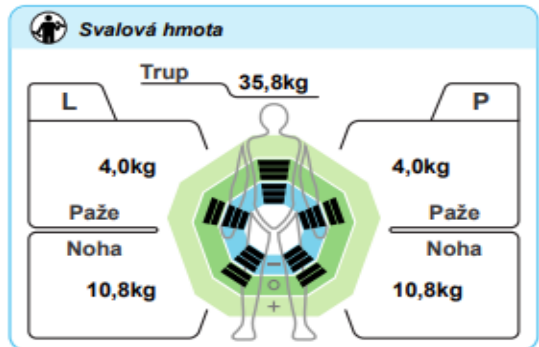
MC-780	Výsledek	Ideální hodnota	Cíle	Rozdíl
Hmotnost	86,0 kg	62,0-83,7		
Tuk v %	20,0 %	8,0-20,0		
Tuk v kg	17,2 kg	6,0-17,2		
Netučná hmota	68,8 kg			
Svalová hmota	65,4 kg	56,7-71,9		
Hmotnost kostí	3,4 kg			
BMI	25,7	18,5-25,0		
Kosterní svalstvo	39,3 kg			
Metabolický věk	33			



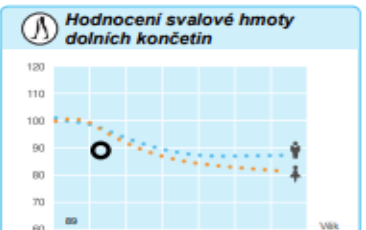
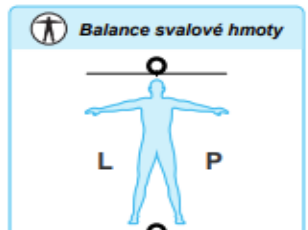
TBW - ECW - ICW (Mimobuněčná tekutina) - ICW (Vnitrobuněčná tekutina) - BMR - VDR

TBW	48,7 kg	ECW	19,4 kg	ICW	29,3 kg	BMR	8445 kJ
Total Body Water	56,6 %					Basal Metabolic Rate	2017 kcal
ECW/TBW	39,8 %					Úroveň útrobního tuku	6

Segmentální analýza



Balance



	5kHz	50kHz	250kHz	Fázový úhel
H-L	651,5 / 46,3	543,0 / 70,9	480,8 / 55,6	7,4°
RL	309,5 / 19,5	258,9 / 31,3	232,7 / 20,3	6,9°
LL	299,6 / 20,1	248,6 / 31,2	222,5 / 20,1	7,2°
RH	319,6 / 24,0	266,2 / 36,5	233,8 / 33,8	7,8°
LH	327,4 / 24,3	273,1 / 37,1	240,2 / 34,6	7,7°
L-L	609,2 / 39,6	507,9 / 62,5	455,6 / 40,3	7,0°

ANALÝZA TĚLESNÉHO SLOŽENÍ





CLEAN & SERVICED EQUIPMENT
SAVES TIME, LIVES AND COSTS

An extinguished fire does not mean the danger is over.



CLEANING & PREPARING EQUIPMENT



- **VÝSLEDKY EXPOUNOVANÉ SKUPINY PROBANDŮ (HASIČI) BUDOU POROVNÁNY S VÝSLEDKY STEJNĚ VELKÉ KONTROLNÍ - TZV. PROFESNĚ NEEXPONOVANÉ SKUPINY**

- **VYŠETŘENÍ KONTROLNÍ SKUPINY PROBĚHNE NA KONCI LETOŠNÍHO ROKU**

VÝSLEDKY BUDOU VYUŽITY PRO

online at fdnypro.org/reduceyourrisk



- **OPTIMALIZACI** fyzické a stresové zátěže v rámci požárního zásahu nebo výcviku ve FOK
- jako podklad pro tvorbu preventivních a režimových opatření v oblasti pracovního prostředí hasičů
- další výzkum
- ale.....také se uvidí se podle výsledků.....

HEALTHY IN
HEALTHY OUT

Best Practices for Reducing Fire Fighter
Risk of Exposures to Carcinogens

MÍSTO ZÁVĚRU.....



DĚKUJI ZA POZORNOST