

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta elektrotechnická

Radiokomunikace 2018, Pardubice, 25. 10. 2018

CHYTRÉ TEXTILIE PRO ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI HASIČŮ



FAKULTA
ELEKTROTECHNICKÁ
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI

Tomáš Blecha
Pavel Fiala

Obsah přednášky

- ▶ Úvod do problematiky
- ▶ Jednotlivé části systému
- ▶ Komunikační síť
- ▶ Chytrá rukavice
- ▶ Lokalizační systém
- ▶ Testování
- ▶ Závěr



Úvod do problematiky



Úvod do problematiky

Motivace

- ▶ Zvýšení bezpečnosti pracovníků, kteří čelí nebezpečným podmínkám
 - ▶ V roce 2015 ztratilo svůj život 121 hasičů při záchraně jiných¹⁾
 - ▶ V roce 2015 bylo více jak 82,000 hasičů zraněno během požárů¹⁾
- ▶ Chytré textilie se stávají novou dynamickou oblastí vědecko-výzkumných aktivit
- ▶ Vývoj nových technologií v oblasti chytrých textilií (funkční elektronické bloky vhodné pro integraci do textilií, odolnost vůči vysokým teplotám, pracovním cyklům a rušení, návrh a realizace v souladu se standardy pro výbušná prostředí)



Chytrý zásahový oblek pro hasiče

¹⁾ N. N. Brushlinsky, J. R. Hall, S. V. Sokolov, a P. Wagner, „Center of Fire Statistics“, *World Fire Stat.*, 2015.

Úvod do problematiky

► Filozofie systému:

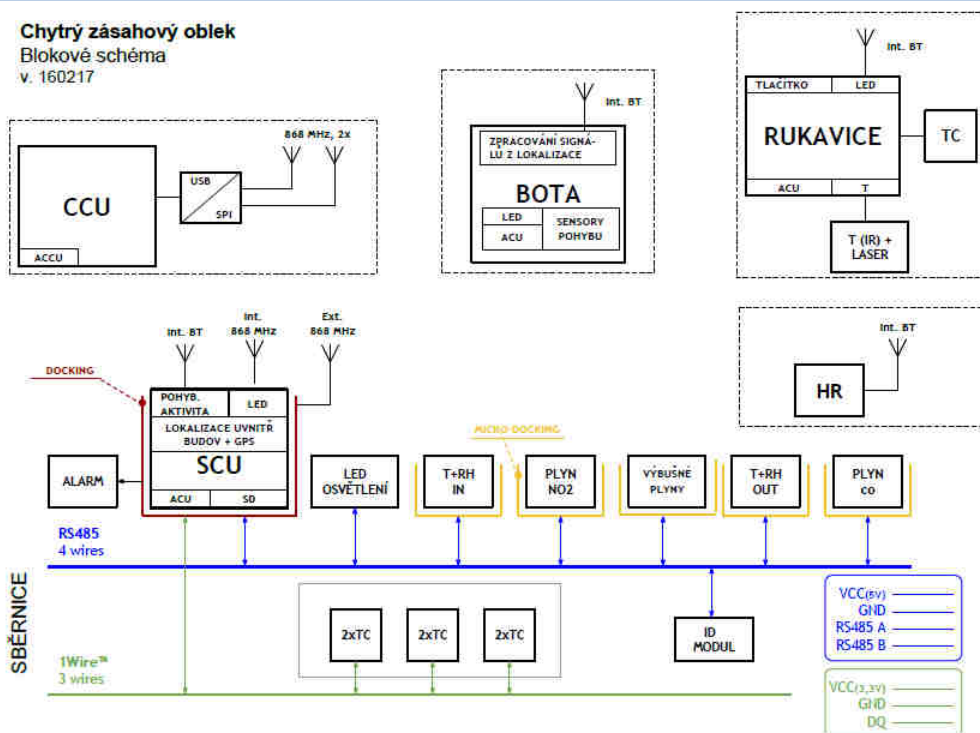
- Nenahrazovat existující radiovou komunikaci (vysílací stanice).
- Nerozptylovat hasiče během zásahu velkým množstvím informací.
- Kompletní informace o daném hasiči má k dispozici velící důstojník prostřednictvím tabletu (CCU).
- Systém může fungovat autonomně v případě, že je ztracen signál mezi tabletem (CCU) a osobní řídicí jednotkou (SCU).

- Všechna elektronika je zapouzdřena.
- Jednotka SCU a sensorové moduly jsou odnímatelné.
- Propojovací systém je odolný proti automatickému praní a pro kontaktování jsou použity tzv. micro-docking stanice.
- Systém je založen na stavebních blocích, tedy je možná snadná výměna v případě poškození nebo vady daného bloku.



Úvod do problematiky

Chytrý zásahový oblek
Blokové schéma
v. 160217



Blokový diagram chytrého hasičského zásahového obleku.

Úvod do problematiky



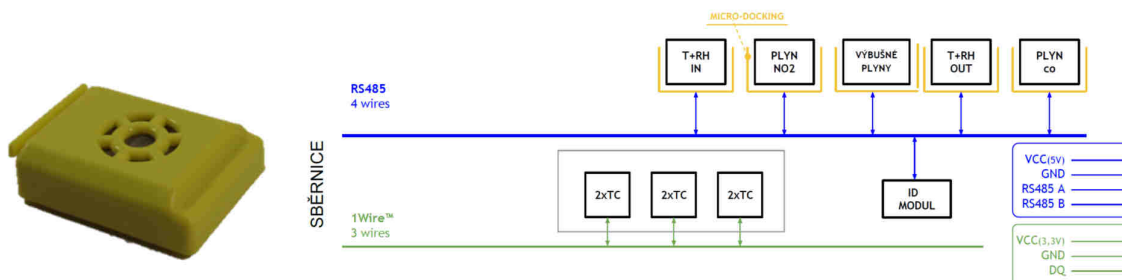
Chytré textilie pro zvýšení bezpečnosti hasičů

Jednotlivé části systému



Jednotlivé části systému – senzory

| Typ sensorových modulů | Popis |
|--|--|
| Senzorové moduly připojené přes sběrnice | Senzorové moduly (modul pro detekci pohybu, teplota, vlhkost, senzor osvětlení, moduly výbušných a toxických plynů) připojené přes flexibilní sběrnice systém (1-wire Bus, RS-485). |
| Bezdrátové sensorové moduly | <ul style="list-style-type: none"> • Senzorový modul tepové frekvence integrován do hrudního pásu. • IR teplotní modul integrován do rukavice. • Modul pro lokalizace uvnitř budov (DLS) umístěný na ochranné obuvi. – využívají standardní rozhraní Bluetooth 4.0 interface a jsou napájeny pomocí dobíjecích akumulátorů. |



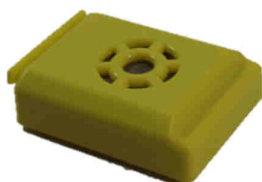
Jednotlivé části systému – senzory

Odnímatelné senzory

- ▶ Venkovní senzory T+RH, NO₂, CO a výbušných plynů (CH₄).
- ▶ Vnitřní senzory T+RH.
- ▶ Modul akustického alarmu.



Modul akustického alarmu.



Zapouzdřený sensorový modul.



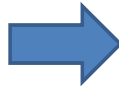
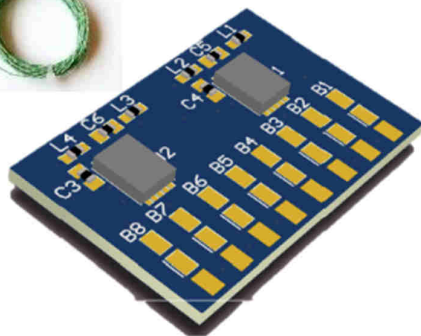
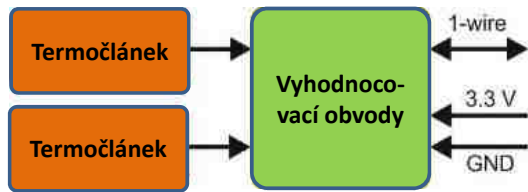
Modul akustického alarmu a jeho připojení do obleku.



Senzorové moduly integrované v tzv. mikro docking stanicích.

Jednotlivé části systému – senzory

Neodnímatelné senzory: T (NTC)



Oblek s integrovanými termočláneky (celkem 6).

Návrh DPS sensorového modulu termočláneku.

Jednotlivé části systému – aktivní osvětlení



Aktivní osvětlení integrováno v zásahovém obleku pro hasiče.

- ▶ Aktivní osvětlení - 12 LED trvale integrováno do obleku.
- ▶ Zapnutí / vypnutí:
 - a) Automaticky na základě intenzity okolního světla – světelný senzor.
 - b) Pomocí CCU jednotky.
- ▶ Režimy svícení: automatické svícení na základě intenzity okolního světla; trvalé zapnutí / vypnutí; pomalé a rychlé blikání; SOS signál, blikání 40/500 μ s.

Světelný senzor umístěn v přední a zadní části obleku

Jednotlivé části systému – osobní řídicí jednotka

| | | |
|-------------------------------------|--------|--|
| Osobní řídicí jednotka (SCU) | Funkce | Vyhodnocení, zpracování a ukládání dat, signalizace alarmových stavů, přenos dat, bezdrátová a „drátová“ komunikace, GPS + GNSS. |
|-------------------------------------|--------|--|

- ▶ Mikropočítač Arrietta G25.
- ▶ Li-ion akumulátor (minimálně 8 hodin provozu).
- ▶ Sensory pohybu (akcelerometr, gyroskop).
- ▶ Propojení s ostatními moduly pomocí trvale integrovaných textilních vodičů.



Jednotlivé části systému – centrální řídicí jednotka

| | |
|---------------------------------|--|
| | Funkce |
| Centrální řídicí jednotka (CCU) | Zpracování dat, zpracování dat z GPS a lokalizace uvnitř budov, vizualizace dat, ukládání dat, vyvolávání poplachových stavů, přenos dat, bezdrátová komunikace. |



Jednotlivé části systému – centrální řídicí jednotka

- ▶ Vizualizace měřených hodnot ze senzorů až pro 12 hasičů najednou.
- ▶ Přiřazení hasičů až do 6 skupin.
- ▶ Překročení prahové hodnoty monitorovaného parametru => změna barvy ikony (semaforová metoda).
- ▶ Zobrazení pozice hasiče.
- ▶ Zobrazení a aktivování alarmového stavu.

| Background colour | Measured value | Status |
|-------------------|--------------------------|--------|
| Red | > the threshold* | Danger |
| Yellow | > 80 % of the threshold* | Alert |
| Grey | << the threshold | OK |



Přehledová obrazovka.



Obrazovka tzv. „dashboard screen“.

Chytré textilie pro zvýšení bezpečnosti hasičů

Chytrá rukavice



Chytrá rukavice

| Senzorový modul | Popis | Umístění | Měřicí rozsah | Komunikační protokol |
|-----------------------|--------------------|---------------------------------------|--|----------------------|
| Termočlánek | K-type termočlánek | Na povrchu rukavice – prostřední prst | -50 do 500 °C | SPI/Bluetooth |
| Infračervený teploměr | Melexis MLX90614 | Na povrchu rukavice | -70 do 380 °C pro dálkové měření teploty | SPI/Bluetooth |

- ▶ IR teplotní senzor a laserové ukazovátka integrováno přímo do ochranné rukavice
- ⇒ pro pohodlnou detekci a měření horkých míst.

- ▶ Integrovaný termočlánek
- ▶ Datová komunikace přes Bluetooth – BLE 4.0
- ▶ Trvale integrovány vyhodnocovací obvody
- ▶ Vyjímatelný akumulátor
- ▶ Autonomní systém
- ▶ Ex certifikace

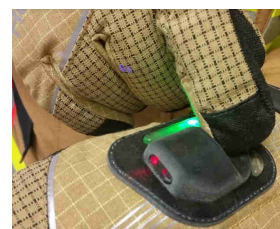


- 1 Temperature sensor
- 2 IR sensor
- 3 Laser pointer
- 4 Switch (Power switch/Mode switch)
- 5 Bar graph
- 6 Status LEDs
- 7 Accumulator box



reddot award 2018 winner

Chytrá rukavice s IR senzorem a termočlánekem.



Chytré textilie pro zvýšení bezpečnosti hasičů

Lokalizační systém



Lokalizační systém

Lehký, snadno nositelný a uživatelsky nastavitelný lokalizační a trekovací systém pro okamžité sledování trajektorie hasičů.

- ▶ Určen pro situaci, kdy není k dispozici žádný signál, zejména uvnitř budov - inerciální systém, relativní určování pozice
- ▶ Sensory pohybu (akcelerometr, gyroskop) umístěny na špičce boty.
- ▶ Pre-processing jednotka upevněna kdekoli na botě.
- ▶ Možnost trvalé integrace přímo do obuvi.



Modul senzorů pohybu + vyhodnocovací obvody.

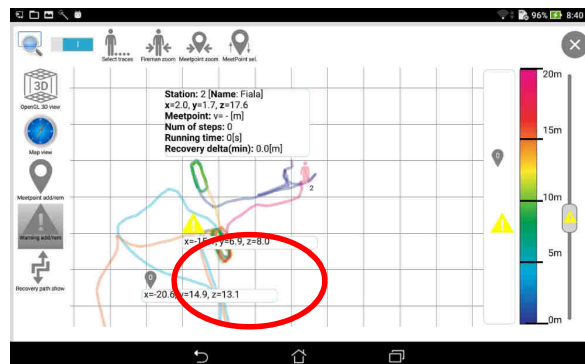


Lokalizační systém - pre-processing jednotka umístěna na botě.

Lokalizační systém

Lokalizace a trekování v reálném čase

- ▶ Není to přesný měřicí systém - jedná se o estimaci.
- ▶ Není nutná žádná další infrastruktura, je možné používat bez zaškolení.

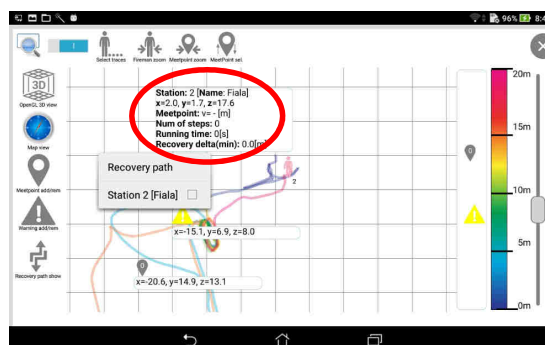


Meet point a warning point funkce.

Funkce Recovery path.



Rekonstrukce trajektorie.



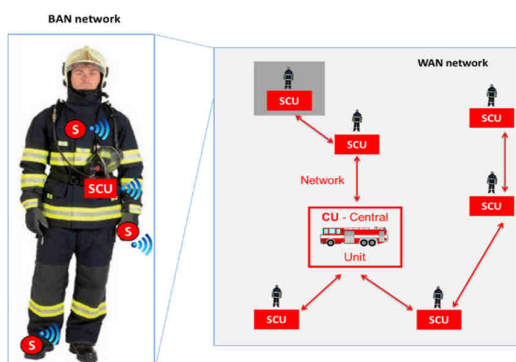
Komunikační síť



Komunikační síť

Použití 2 bezdrátových sítí: **WAN** (Wide Area Network) and **BAN** (Body Area Network).

- ▶ **WAN:** meshová síť pro prodloužení komunikační vzdálenosti, implementován vlastní komunikační protokol.
- ▶ **BAN:** založena na Bluetooth verze 2 a 4.

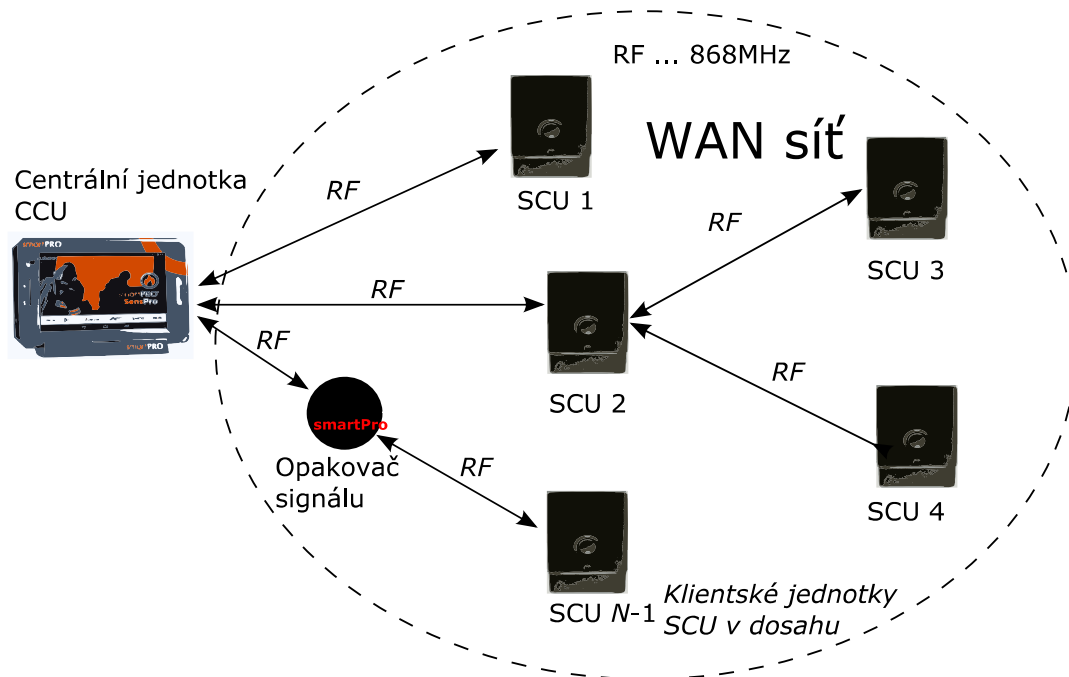


| Parametr | |
|--------------------------------------|--|
| Frekvenční pásmo | 868 MHz (VO-R/10/05.2014-3) |
| Outdoor range | 500 až 1000 m (s meshovou sítí) do 300 m (point to point), v budovách do 100 m |
| Max. počet komunikačních bodů | 12 |
| Max. čas potřebný pro sestavení sítě | do 10 s |
| Teoretická přenosová rychlost | 25 kBit/s při maximálním výstupním výkonu 13 dBm |
| Modulace | 2-GFSK |
| Komunikační protokol | vyvinut, bez licenčních poplatků, meshová síť |



Komunikační síť WAN

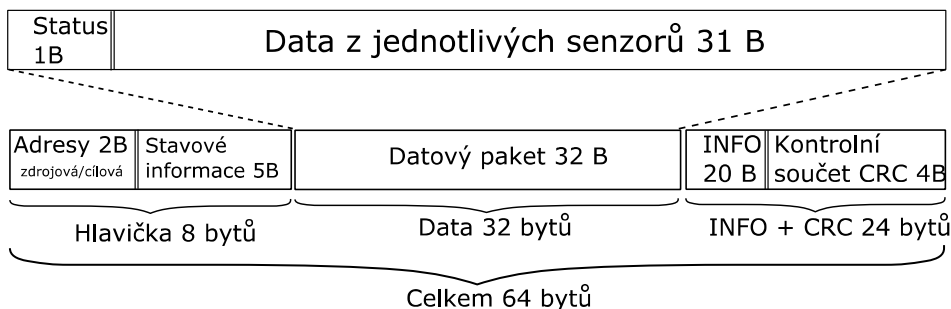
Základní komunikační řetězec WAN sítě.



Komunikační síť WAN - protokol

Paketová komunikace probíhá ve WAN síti na základě dotaz – odpověď.

- ▶ Přenášený paket má délku 64 bytů / 32 bytů.
- ▶ Prioritní pakety – perioda 5s, vnější a vnitřní teplota, koncentrace plynů, ...
- ▶ Doplnkové pakety – pouze na vyžádání, kalibrační data atd.



Hlavička obsahuje:

- 1) adresu zdroje
- 2) adresu cíle
- 3) TTL (Time to live)
- 4) Délku datového paketu

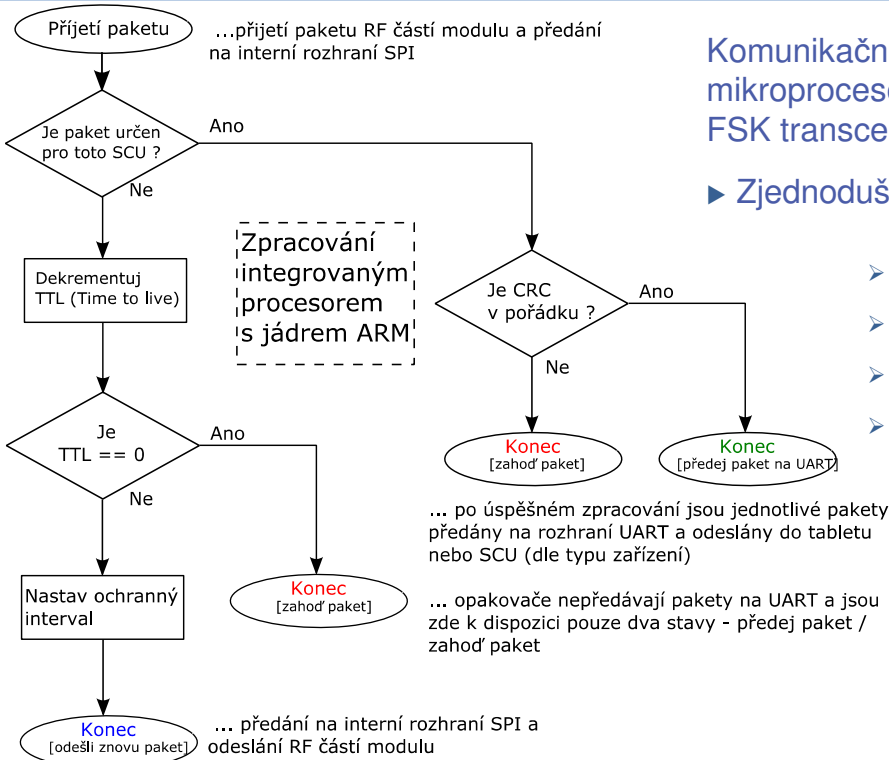
Datový paket obsahuje:

- informace z jednotlivých senzorů, chytré rukavice, hrudního pásu, inerciální navigace a GPS

INFO sekce obsahuje:

- 1) MAC adresa
- 2) HW revize RF modulu
- 3) Verze firmware modulu

Komunikační síť WAN - zpracování paketu

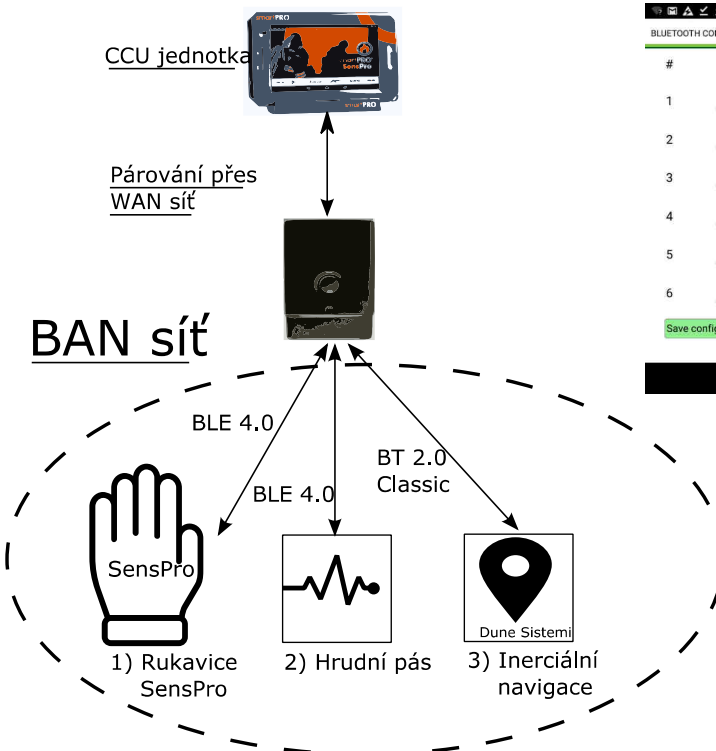


Komunikační modul obsahuje mikroprocesor s jádrem ARM a FSK transceiver.

► Zjednodušený vývojový diagram:

- přijetí paketu
- TTL (Time to live)
- počet skoků – 3
- „ochranný interval“

Komunikační síť BAN



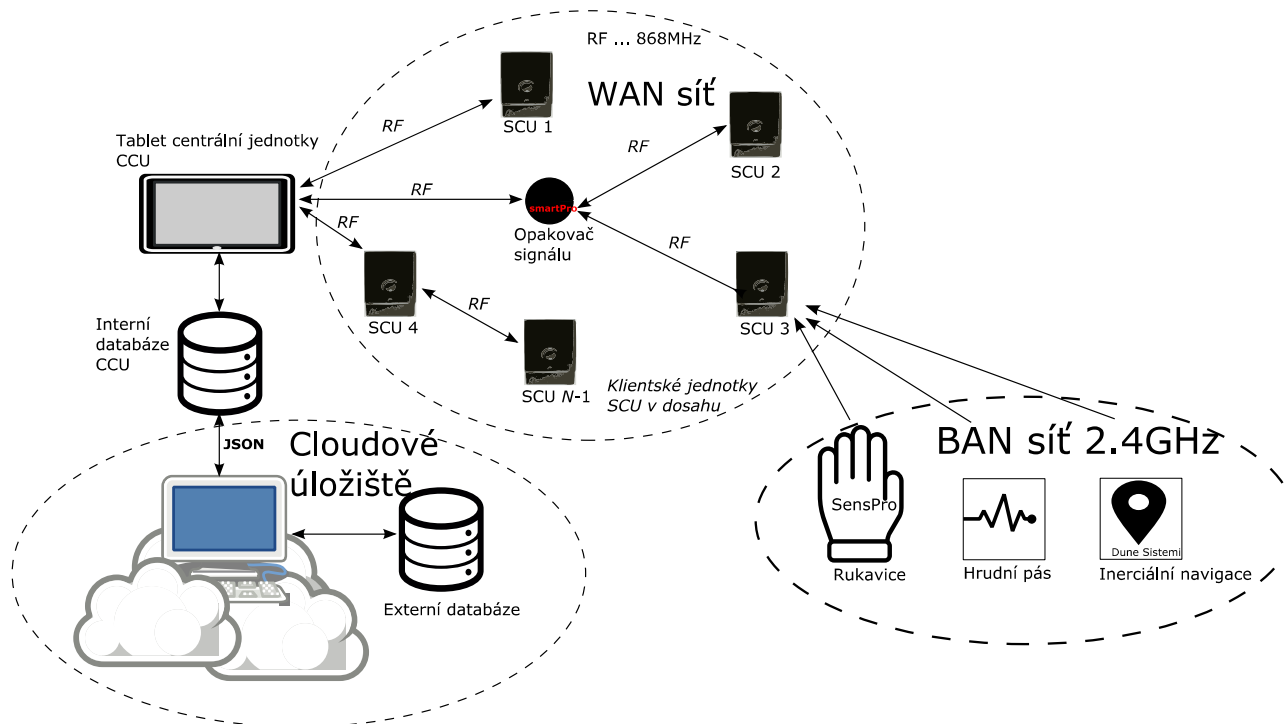
| # | SCU Address | Last Name | GLOVE MAC | CheastStrap MAC | Dune MAC |
|---|-------------|-----------|-------------------|-------------------|------------------|
| 1 | 20 | One | GBG1/04A31608426D | HR31/0C8CDC160AE2 | 301/00066681BAD3 |
| 2 | 21 | Two | GBG2/04A316084488 | HR32/0C8CDC160AE6 | 302/00066681BADF |
| 3 | 22 | Three | GBG3/04A316084253 | HR33/0C8CDC160A26 | 303/00066681BB30 |
| 4 | 23 | Four | GBG4/04A31608427B | HR34/0C8CDC160AD5 | 304/00066681BB1D |
| 5 | 24 | Five | GBG5/6CECEB47805F | HR35/0C8CDC160AD9 | 305/00066681BAE4 |
| 6 | 25 | Six | GBG6/6CECEB4782CB | HR36/0C8CDC160AEE | 306/00066681BB1C |

Save configuration Close menu

Je možné připojit až 3 BT zařízení.

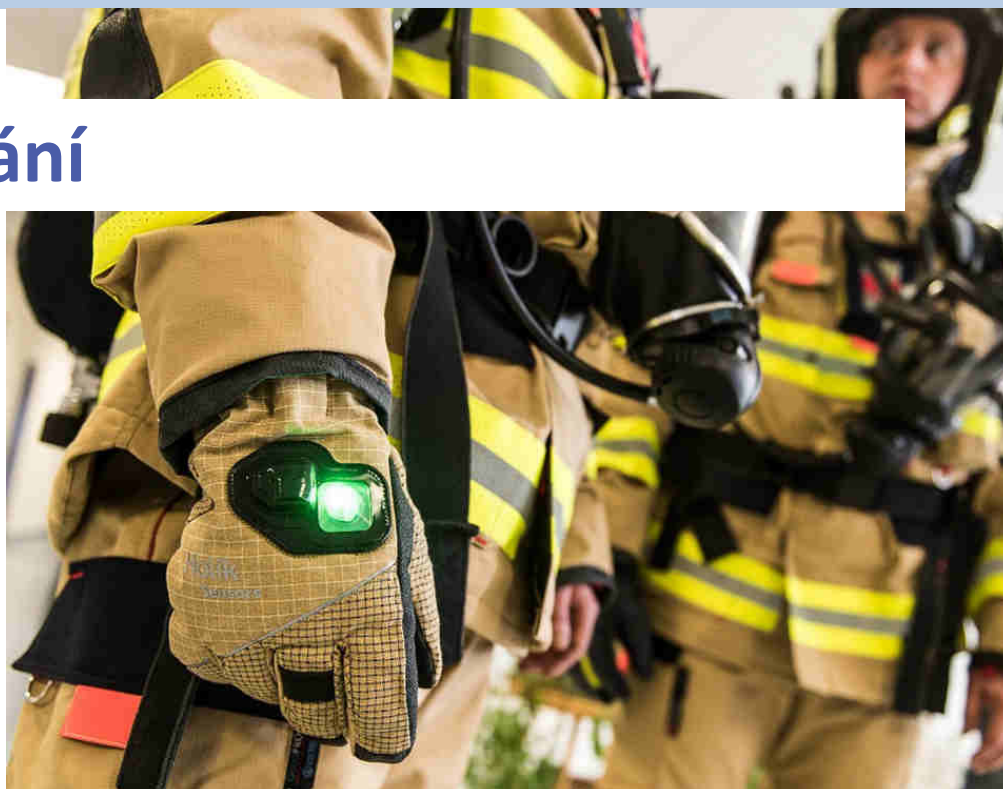
- Chytrá rukavice – BLE 4.
- Hrudní pás – BLE 4.
- Inerciální navigace – BT 2.

Komunikační síť – celkový přenosový řetězec



Chytré textilie pro zvýšení bezpečnosti hasičů

Testování

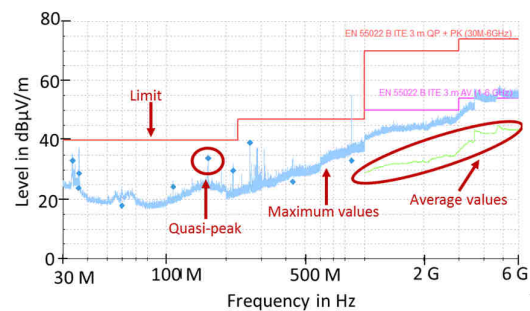


Testování

- ▶ Spolupráce s Hasičským záchranným sborem ČR.
- ▶ Testování chytrého zásahového obleku:
 - a) Testy v ohňovém polygonu
 - b) Zkoušky praním – 30 cyklů
 - c) EMC testy
 - d) Dlouhodobé zkoušky
 - e) Příprava na Ex certifikaci



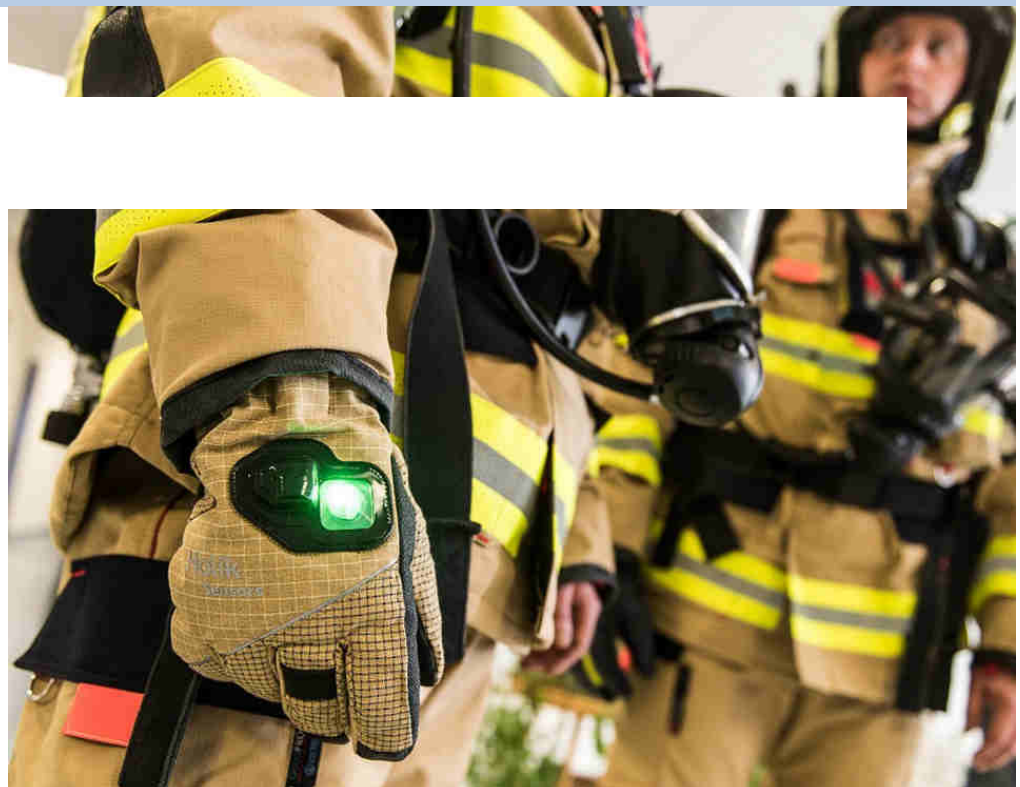
Test na hasičském polygonu ve „flashover“ kontejneru.



EMC testování.

Chytré textilie pro zvýšení bezpečnosti hasičů

Závěr



Závěr

- ▶ Univerzální systém - možnost rozšíření o další funkční prvky.
- ▶ Oblek testován v ohňovém polygonu ve Zbirohu.
- ▶ Další vývoj:
 - ▶ Okamžité monitorování tepelné kapacity obleku - predikce ochranné schopnosti obleku.
 - ▶ Integrace vyšíváných senzorů do obleku.



Zlatý Ampér 2017.



Chytrý zásahový oblek pro hasiče během simulovaného zásahu.

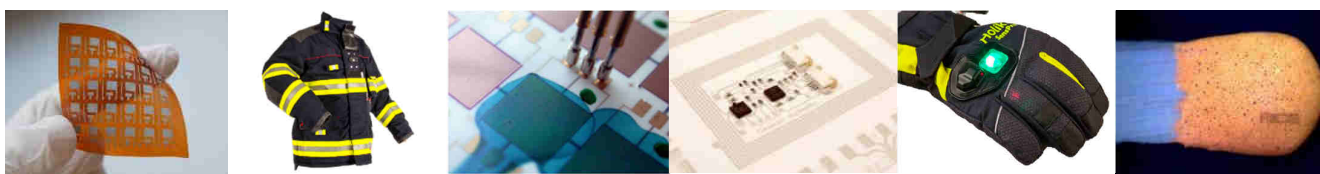


Veřejný předkomerční tender na 10 000 chytrých hasičských obleků – nejlepší konsorcium.

Overview of KET research activities

Confidential

31/57



FAKULTA
ELEKTROTECHNICKÁ
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI

Děkujeme za pozornost

Tomáš Blecha

tblesi@ket.zcu.cz

+420 377 634 544

Pavel Fiala

pavelf@rice.zcu.cz

+420 377 634 267