



# MOBILNÉ MODULÁRNE CENTRUM PRE RIADENIE HRANÍC V KRÍZOVÝCH SITUÁCIÁCH

## MOBILE MODULAR CENTER FOR MANAGEMENT OF BORDERS IN CRISIS SITUATION

IVAN KOŠČ, ROBERT ODLER, JURAJ GALBA, MICHAELA KOŠČOVÁ,  
KLÁRA GEBEOVÁ

**ABSTRACT:** *The presented research aims to solve the problematics of the international migration management in the way of a Mobile modular center research and development. The general aim of the proposed Mobile modular center for the crisis management of the international migration is to design an optimal set-up and system arrangement containing a precisely specified series of necessary workplaces providing a high degree of variability and configurability into the required functional cluster. Concept of the mobile, modular system is based on the sophisticatedly modified standardized units (shipping container type of unit). Depending on the nature of the crisis situation (a natural disaster, a major industrial accident, a pandemic, a migration wave, a state of threat, a state of war, etc.), it is possible to build an ideal complex of the workplace modules for management, control and diagnostics of people in the most optimal geographical location in relation to the currently solved crisis.*

**KEYWORDS:** *Crisis. Migration. Border control. Management. Artificial intelligence.*

### ÚVOD

Súčasná svetová situácia je ovplyvnená viacerými kritickými faktormi. Jedným z nich je pandémia ochorenia Covid-19 prejavujúca sa hlavne vo sférach zdravotníctva a hospodárstva. Nekontrolované cestovanie, migrácia, prechádzanie vnútorných či vonkajších hraníc stále predstavujú zvýšené riziko pre šírenie tohto ochorenia (aj iných ochorení). Tento stav je ďalej znásobený širokospektrálnou krízou na Ukrajine. Jej charakter prerástol a transformoval sa do rozsiahlej vojenskej a humanitárnej krízy so všetkými prídruženými aspektmi a dopadom na široké masy ľudí ako na Ukrajine, tak aj v zahraničí. Z týchto dôvodov je opodstatnený tlak na rozvoj a aktualizáciu metód a procesov riadenia hraníc EÚ. Na rozdiel od dekád prosperity a takmer kontinuálneho rastu v európskom obchodnom priestore je v súčasnosti nevyhnutná naozaj promptná reakcia a nasadenie nového manažmentu riadenia krízových situácií v hraničnom režime EÚ.

Tento projekt sa zameriava na komplexné riešenie problematiky zberu, analýzy a vyhodnotenia dát z moderných systémov ochrany a diagnostiky, realizovaných za účelom zabezpečenia integrovaného riadenia hraníc. Hlavným cieľom výskumu je návrh, rozvoj a automatizácia mobilného kontrolného a testovacieho centra bezpečnostných a diagnostických systémov v nadväznosti na vysoko aktuálne a riešené problematiky vstupu a pohybu osôb v pohraničnom styku s dôrazom na riešenie krízových situácií. Pri budovaní centra sa predpokladá využitie moderných systémov a ich vzájomná integrácia, čím sa zásadne prispeje k rozvoju systémov, ich optimalizácii, automatizácii a následne aj k minimalizácii fyzického kontaktu účastníkov pohraničného styku. V rámci tohto výskumu sú navrhované riešenia pre systémy ochrany a diagnostiky integrujúce hardvérové a softvérové prostriedky na zber a analýzu dát zo senzorických subsystémov a elementov a k tomu potrebná vyhodnocovacia logika ako aj moderné riešenia skríningu s podporou umelej inteligencie zabezpečujúcej čo najrýchlejšiu identifikáciu rizikových osôb prechádzajúcich hranice SR. Zozbierané výstupy meraní (odozvy na špecifické podnety v závislosti od typu navrhnutých senzorických systémov) sa následne podrobia lokálnej, prípadne vzdialenej odbornej analýze za účelom vyhodnotenia miery bezpečnosti/rizika subjektu pre udelenie, resp. zamietnutie vstupu. Pomocou takto zostaveného centra sa predpokladá značné zvýšenie ochrany pri vstupe na územie SR, zároveň získané výsledky a poznatky vykazujú vhodné predpoklady pre celkové zlepšenie v zabezpečení, optimalizácii a efektívite procesov riadenia hraníc EÚ.

Tento projekt je súčasťou vedeckovýskumnej úlohy VÝSK. 257 Akadémie policajného zboru v Bratislave s názvom Mobilné, dátové, odberové a analytické centrum pre riadenie v krízových situáciách.

## 1. PRÁVNA ÚPRAVA

Vstup štátneho príslušníka tretej krajiny na územie členských štátov (vrátane SR) je podmienený Nariadením Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 399/2016 z 9. marca 2016, ktorým sa ustanovuje kódex Únie o pravidlách upravujúcich pohyb osôb cez hranice v platnom znení [1].

Súčasná globálna situácia prináša nové zdravotné a bezpečnostné výzvy v oblasti riadenia hraníc a vstupu do členských štátov EÚ spojené s Novým paktom o migrácii a azyľe. S cieľom posilniť dôveru a zaručiť dobre fungujúci systém riadenia migrácie EÚ stanovuje pakt nový rámec, ktorý zabezpečuje spravodlivé rozdelenie zodpovednosti a solidaritu medzi členskými štátmi a zároveň poskytuje istotu pre jednotlivých žiadateľov. Bolo špecifikovaných niekoľko nových základných požiadaviek:

- nový povinný predvstupový skrining,
- nový rýchlejší postup na azylovej hranici
- integrovaný a moderný systém riadenia migrácie a hraníc s vylepšenou databázou Eurodac
- zákonné záruky [2].

Mimoriadna epidemiologická udalosť je výskyt prenosného ochorenia alebo výskyt podozrenia na prenosné ochorenie alebo úmrtie na prenosné ochorenie nad očakávanú úroveň v danom mieste a čase [3]. Na základe zákonov, vyhlášok platných v Slovenskej republike sa povinné preventívne prehliadky vzťahujú nielen na obyvateľov SR, ale hlavne na cudzincov vstupujúcich na územie republiky. V súčasnosti, pokiaľ to epidemiologická situácia vyžaduje, je potrebné uplatniť prísnejšie požiadavky na zabezpečenie ochrany zdravia, preventívnych opatrení pred zavlečením prenosných ochorení. Legislatíva umožňuje a upravuje poskytovanie zdravotnej starostlivosti a služieb súvisiacich so stratégiou zabezpečenia a postupu.

Vo Vyhláške MZ SR č. 585/2008 sú ustanovené podrobnosti o prevencii a kontrole prenosných ochorení, prevencia a kontrola prenosných ochorení. Vzťahuje sa na každé ochorenie, ktoré sa môže preniesť na človeka, s osobitným zreteľom na prenosné ochorenia podliehajúce povinnému hláseniu v SR a tie prenosné ochorenia a zdravotné špecifiká odné zvláštneho zreteľa, ktoré sú zahrnuté do špecializovaných sietí pre epidemiologický dohľad nad prenosnými ochoreniami podľa osobitných predpisov. Mimoriadna epidemiologická situácia vzniká pri podozrení na:

- výskyt prenosných ochorení a syndrémov podliehajúcich povinnému medzinárodnému hláseniu, a to pravých kiahní, detskej obrny spôsobenej divým typom poliovírusu, chrípky spôsobenej novým subtypom, závažného akútneho respiračného syndrómu podľa osobitného predpisu,
- vznik rýchlo sa šíriacich a život ohrozujúcich nákaz, a to hemoralgické horúčky, cholera, pľúcny mor, žltá zimnica a vtáčia chrípka,
- hromadný výskyt prenosných ochorení,
- použitie biologických bojových látok.

V Zákone č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov sa obsahom uvádza, že je potrebné vykonať epidemiologické vyšetrenie a opatrenia v ohnisku nákazy. Epidemiologické vyšetrenie sa musí vykonávať u každej osoby a na všetkých miestach, kde možno v súvislosti s prenosným ochorením alebo s podozrením na prenosné ochorenie zistiť dôležité okolnosti na vymedzenie ohniska nákazy, posúdenie príčin a spôsobov šírenia prenosného ochorenia a na vykonanie potrebných opatrení na predchádzanie vzniku a šírenia prenosného ochorenia. Zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia sa taktiež zaoberá opatreniami na prechádzanie vzniku prenosných ochorení a iných hromadne sa vyskytujúcich ochorení a iných porúch zdravia a na ich obmedzenie. Nariaďuje pre fyzické osoby povinnosť neodkladne oznámiť všetky okolnosti dôležité na predchádzanie vzniku a šíreniu prenosných ochorení a poskytovať informácie dôležité pre epidemiologické vyšetrenie a posudzovanie ochorení vo vzťahu k vykonanej práci. V neposlednom rade sa podrobiť v súvislosti s predchádzaním prenosným ochoreniam lekárske vyšetreniam a diagnostickým skúškam, ktoré nie sú spojené s nebezpečenstvom pre zdravie [4].

Zákon č. 404/2011 Z. z. o pobyte cudzincov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v § 95 hovorí o starostlivosti o zdravie zaisteného štátneho príslušníka tretej krajiny

- (1) Štátny príslušník tretej krajiny je povinný podrobiť sa lekárskej prehliadke v rozsahu určenom lekárom vrátane potrebného diagnostického a laboratórneho vyšetrenia, očkovaníu a preventívnym opatreniam určeným orgánom na ochranu zdravia; osobitná pozornosť sa venuje zraniteľným osobám.
- (2) Ak zdravotný stav štátneho príslušníka tretej krajiny vyžaduje zdravotnú starostlivosť, ktorú nie je možné zabezpečiť v zariadení, zariadenie mu zabezpečí túto starostlivosť v zdravotníckom zariadení mimo zariadenia.
- (3) Ak si štátny príslušník tretej krajiny spôsobí ujmu na zdraví úmyselne, je povinný uhradiť náklady na poskytnutie zdravotnej starostlivosti a skutočne vynaložené náklady na dozor a dopravu do zdravotníckeho zariadenia.

Vybrané citované zákony SR v plnom rozsahu definujú zákonom určenú starostlivosť o verejné zdravie. V prevencii nie sú konkretizované metódy, uvedené sú ako laboratórne a diagnostické vyšetrenia. Medzi vstupné preventívne diagnostické metódy patrí na okrem iného snímka hrudníka, prostredníctvom ktorej je dosiahnutý zvýšený rozsah monitorovania, zabezpečenie zdravotného dohľadu a preventívneho opatrenia. Konceptia určuje legislatívne, organizačné a prakticky opatrenia a definuje hlavné ciele a nástroje pre spoluprácu a koordináciu hlavných subjektov v tejto oblasti. Na jej vypracovaní sa spolupodieľali viaceré subjekty štátnej správy, akademická obec, mimovládny sektor na Slovensku. Prezentované podklady z legislatívy vychádzajú zo všeobecne platných poznatkov za predpokladu, že obe krajiny recipročne vytvoria kontinuálny, dlhodobý a dynamický proces s povahou integračnej politiky s uznávaním práv a povinností všetkých zainteresovaných skupín.

## 2. MOBILNÉ MODULÁRNE CENTRUM

### 2.1. Navrhovaný manažment hraníc

Problematika realizácie zdravotných kontrol počas hraničnej kontroly a vstupu na územie SR, resp. na územie členských štátov je inovatívna a vyžaduje návrh novej realizačnej platformy a príslušnej legislatívy. Dizajn nového mobilného a modulárneho systému schopného:

- dočasne zaviesť potrebné hraničné kontroly aj do lokalít vnútorných hraníc,
- riadiť masovú migráciu,
- zvládať kritické situácie,
- zaviesť potrebné zdravotné kontroly, spĺňa kritéria kladené Novým paktom o migrácii a azyle a taktiež kritéria spoločných operácií FRONTEX [5].

Pre potreby nového mobilného modulárneho centra pre riadenie hraníc, predovšetkým počas krízových situácií, bola navrhnutá nová kooperačná schéma zahŕňajúca efektívny systém spolupráce vybraných špecializovaných pracovísk a inštitúcií (Obrázok 1).



Obrázok 1. Aktualizovaná základná schéma spolupráce navrhnutá pre splnenie aktuálnych požiadaviek a nových štandardov pre riadenie a kontrolu hraničného režimu.

## 2.2. Ciele a špecifiká návrhu

Mobilné modulárne centrum zahŕňa širokú problematiku integrovanú do finálneho, komplexného riešenia. Ciele a špecifikácia návrhu sú zhrnuté v nasledovných bodoch:

- Vybudovanie, rozvoj a automatizácia mobilného kontrolného a testovacieho centra zameraného na zber a analýzu dát z moderných senzorických systémov určeného pre oblasť riadenia Európskych hraníc.
- Návrh a realizácia Mobilného modulárneho centra pre kontrolu osôb počas krízového stavu a systému usporiadania všetkých nevyhnutných pracovísk poskytujúci vysoký stupeň variability a vzájomnej konfigurovateľnosti do potrebného funkčného celku.
- Zaznamenávanie odoziev senzorických systémov na špecifické podnety v závislosti od typu senzorov a aktuálnych požiadaviek.
- Zber dát v reálnom čase, ich uchovávanie a prípadný transfer do vzdialených lokalít.
- Lokálna analýza získaných dát a následné vyhodnotenie miery bezpečnosti/rizika subjektu.
- Centralizované diaľkové vyhodnocovanie dát získaných z určených pracovísk vysoko kvalifikovanými odborníkmi.
- Implementácia prvkov umelej inteligencie pri automatizovanom vyhodnocovaní spracovávaných dát v neurónových sieťach za (primárne) vzdialenej asistencie špecialistov potvrdzujúcich korektnosť automatizovaného vyhodnotenia, čo pri aplikácii kognitívnych funkcií neurónových sietí môže v nasledovnej perspektíve a rozvoji viesť k ich úplnej autonómii pri vyhodnocovaní dát zo vzdialených pracovísk a významnej eliminácii chýb spôsobených vplyvom ľudského faktora.
- Zachytenie potenciálne zdravotne nebezpečných subjektov za pomoci diagnostiky asistovanej umelou inteligenciou pri diagnostike symptómov chorôb podobných COVID-19 s využitím RTG pľúc.
- Zachytenie subjektov prechádzajúcich hranicu udávajúcich nepravdivé údaje o ich veku či zdravotnom stave, so zameraním aj na prípadnú graviditu a zavedenie cudzích predmetov v dutých orgánoch.
- Zachytenie potenciálne zdravotne nebezpečných subjektov s využitím laboratórnej diagnostiky z krvi a výterov (uvažuje sa).
- Operatívna zmena filtrácie rizikových subjektov na základe zmeny rozsahu parametrov hraničnej kontroly a zmeny rozsahu parametrov diagnostiky a skríningu zdravotného/lekárskeho stavu subjektov.
- Minimalizácia rizikových osobných kontaktov v procese zberu, analýzy a následného vyhodnotenia dát.
- Orientácia na konkrétnu oblasť matematicko-lingvistických analýz zameraná na vyhodnocovanie zložitosti textov formulárov, hlásení a dotazníkov predovšetkým určených pre oblasť hraničného režimu.
- Sumárnym cieľom je optimalizácia príslušných procesov riadenia európskych hraníc.

## 2.3. Mobilný modulárny systém a príslušná platforma

Koncept mobilného modulárneho systému bude tvorený na platforme sofistikovane upravených štandardizovaných lodných kontajnerov a bude pozostávať z nasledovných navrhnutých modulov:

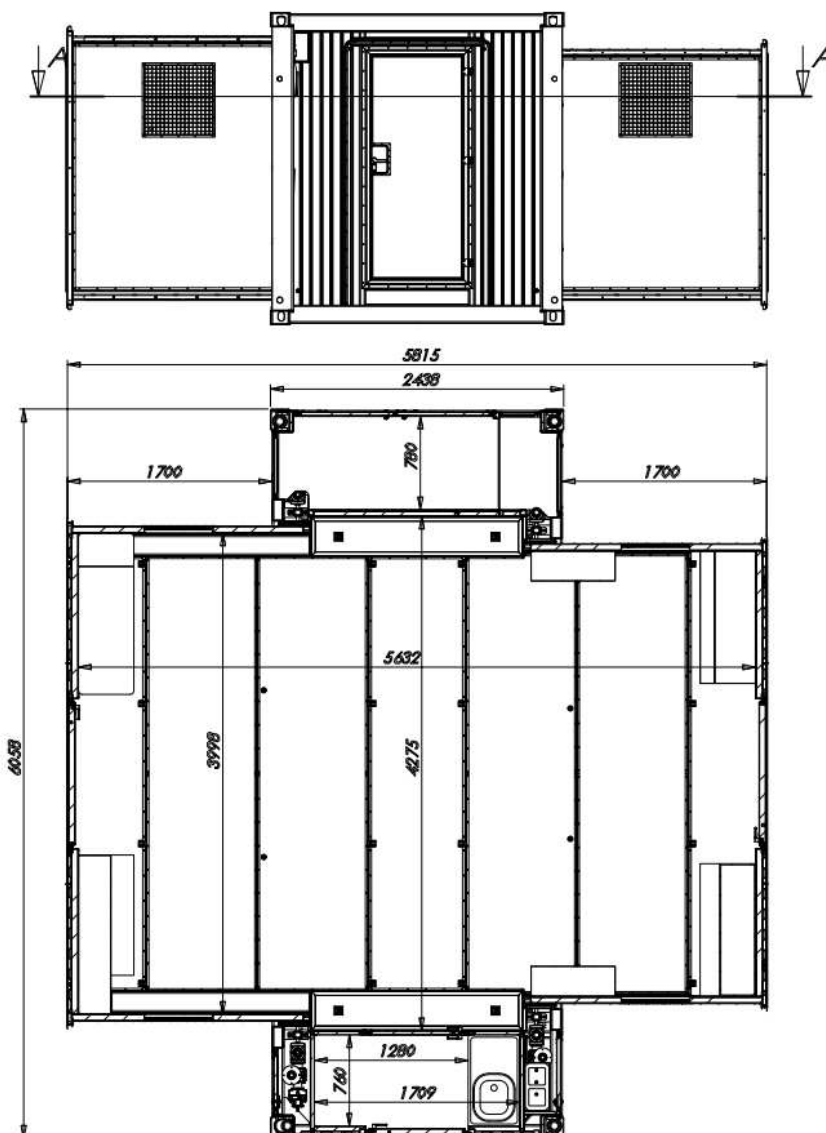
- modul kancelárie s potrebným kancelárskym vybavením pre kontrolu identifikačných dokladov, identifikáciu a stotožnenie kontrolovaných osôb, kontrolu pravosti identifikačných dokladov
- modul ambulancie pre vykonanie obhliadok, kontrolu telesných dutín, lekárskeho vyšetrení, odbory biologického materiálu, indikatívne vyhodnotenie vzoriek z odberov biologického materiálu, podanie nevyhnutnej medicíny, výkon kardiopulmonálnej resuscitácie a ďalších nevyhnutných predvídateľných ošetrovaní v závislosti od charakteru krízovej situácie,
- modul odtieneného röntgenového pracoviska s priestorom pre diagnostický röntgen s pacientom a samostatne oddeleného priestoru pre rádiológa - obsluhu diagnostického röntgenu,
- modul sociálnych zariadení (šatne, WC a sprchy) pre obslužný personál i kontrolované osoby, WC pre kontrolované osoby je zároveň miestom pre odber príslušného biologického materiálu pre indikatívne vyšetrenia vyhodnocované v ambulancii,

- modul skladu s manažmentom vnútorného prostredia (s klimatizáciou pre udržanie teploty a vlhkosti vzduchu podľa charakteru skladovaného materiálu) s povrchovou úpravou vnútorných stien tak, aby umožnili dlhodobjšie uskladnenie potravín, zdravotníckeho a iného materiálu vrátane osobných ochranných prostriedkov bez rizika ich degradácie a kontaminácie,
- energetický modul zabezpečujúci dodávku elektrickej energie z UPS, diesel-agregátov, príp. fotovoltaických modulov pre napájanie všetkých prevádzkových technológií permanentne (v prípade, že nie je na danom mieste možné pripojenie na zdroj elektrickej energie) alebo zálohovo (záloha dodávky elektrickej energie len v prípade jej prerušenia z iného energetického zdroja, napr. rozvodnej siete), súčasťou energetického modulu je aj zariadenie na ohrev teplej úžitkovej vody,
- modul dielne vybavený pracovnými stolmi, náradím a obrábacími strojmi umožňujúcimi základné opracovanie kovov a zváranie pre realizáciu a úpravu improvizovaných kovových konštrukcií nevyhnutných na zabezpečenie prostredia, technických a iných zariadení na mieste vzniku krízovej situácie,
- dekontaminačný modul určený pre biologickú, chemickú a radiačnú dekontamináciu osôb a pracovných prostriedkov v závislosti od charakteru zamorenia územia v krízovej situácii,
- modul pre uloženie nebezpečného odpadu pre uskladnenie biologických vzoriek a materiálu kontaminovaného biologicky, chemicky alebo ionizujúcim žiarením, ak je v objemoch hodných samostatného uskladnenia vzhľadom na kontamináciu okolitého územia,
- chladiaci modul pre uloženie mŕtvych ľudských tiel na dobu nevyhnutnú na ich odvoz pohrebnou službou pri predpoklade významného časového oneskorenia presahujúceho 3 hod pri vonkajších teplotách nad 10°C a s rizikom ich možnej biologickej, chemickej alebo radiačnej kontaminácie,
- prístrešky medzi modulmi tvoriace priestor pre zhromažďovanie osôb, materiálu a technických zariadení krytých pred účinkami dažďa, snehu a slnečného žiarenia.

Prioritným úsilím pri návrhu všetkých komponentov obsiahnutých v jednotlivých moduloch mobilného systému je ich konformita s platformou štandardizovaných lodných kontajnerov. Vhodnou úpravou a modifikáciou základnej platformy je potom možné realizovať komplex všetkých potrebných pracovísk a iných nevyhnutných prevádzkových a obslužných priestorov (Obrázok 2).

Lodný kontajner svojimi rozmermi a konštrukciou predstavuje celosvetovo preferovaný štandard, ktorý zohľadňuje možnosti jeho transportu po pozemných komunikáciách, železničnou, lodnou a leteckou dopravou. Má významnú podporu u výrobcov dopravných prostriedkov, ktorí realizujú všetky konštrukcie návesov kamiónov, železničných vagónov, nájazdových rámp lodí a nákladných lietadiel. Lodný kontajner celosvetovo predstavuje štandard rozmerovo najväčšieho možného masovo transportovateľného nákladu predovšetkým po pozemných komunikáciách automobilovej a železničnej dopravy.

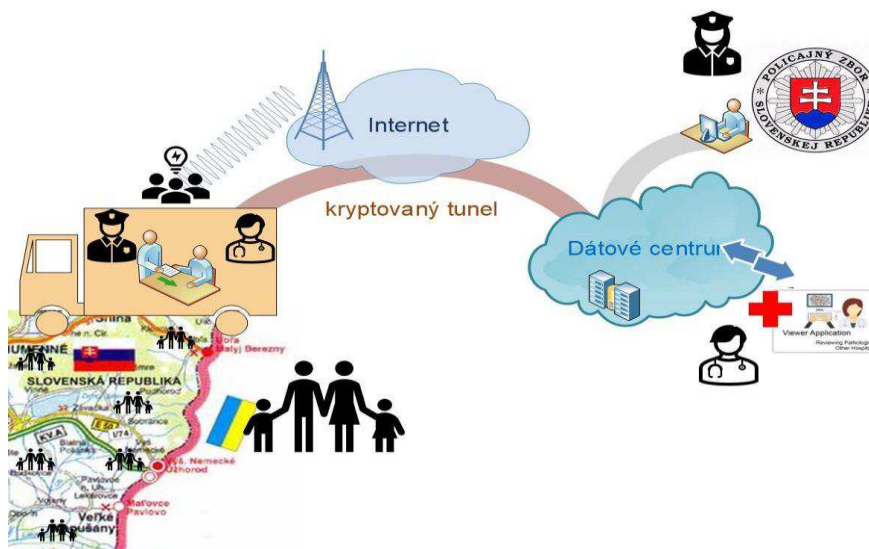
Štandardnými nákladnými vozidlami je možné lodný kontajner ako náklad prevážať po diaľniciach, rýchlostných cestách, cestách I. a II. triedy. Po cestách III. triedy, príp. v teréne bez akýchkoľvek realizovaných cestných komunikácií je možné lodné kontajnery prepravovať len prostredníctvom špeciálnych nákladných vozidiel určených do neupraveného terénu. Takýmito vozidlami disponujú napr. Ozbrojené sily SR a mnohé stavebné a prepravné spoločnosti súkromného sektora. V prípade krízovej situácie napr. na úrovni núdzového stavu je mimo Ozbrojených síl SR i súkromný sektor povinný poskytnúť transportné zariadenia na prevoz kontajnerov do neprístupného terénu, ak z objektívnych dôvodov nie je možné komplex Mobilného modulárneho centra zostaviť na inom dostupnejšom mieste.



Obrázok 2. Modifikovaná platforma lodného kontajnera do podoby operatívne rozťahovacieho modulu za účelom splnenia požiadaviek nadštandardne dimenzovaných priestorov. Napríklad za účelom využitia ako mobilného rádio diagnostického pracoviska a umiestnenia príslušných zariadení.

#### 2.4. Dátové prepojenie a komunikácia

Pre potreby centralizovaného uloženia, distribúcie a spracovania dát z Mobilného modulárneho centra bol vyšpecifikovaný systém na báze dátového centra. Predpokladá sa zabezpečené prepojenie medzi mobilnými, kontrolnými a testovacími jednotkami a dátovým centrom. Vybudovanie separátnej fyzickej infraštruktúry v rámci tohto projektu nie je finančne a ani technicky realizovateľné, a preto predstavuje využitie zabezpečenej internetovej siete vhodné alternatívne riešenie. Na splnenie bezpečnostných parametrov je esenciálnym predpokladom nutnosť použitia šifrovanej komunikácie pre všetku dátovú komunikáciu. V súčasnosti existuje viacero spoľahlivých možností prevedenia, či už je to pomocou kryptovaných tunelov alebo využitím SSL (Secure Sockets Layer) kryptografických certifikátov. Predpokladaný dizajn dátovej komunikačnej siete je zobrazený na nasledujúcej základnej blokovej schéme (Obrázok 3).



Obrázok 3. Navrhovaná základná bloková schéma toku dát obsahuje prepojenia pomocou kryptovaných tunelov na dátové centrum (napr. cloud MINV) a následne smerom na vzdialené koncové lokality. Predpokladá sa obojsmerný tok dát.

## 2.5. Optimalizácia s dôrazom na textovú komunikáciu a formuláre

Oblasti analýzy a vyhodnocovania dát predstavujú neoddeliteľnú súčasť pracovnej činnosti Policajného zboru Slovenskej republiky nevynímajúc činnosti hraničného režimu. Jednou z perspektívnych oblastí aplikácie moderných analytických metód je práve smer vedúci k psychológii a lingvistikke. Rozvoj analýzy a vyhodnocovania dát v rámci psychológie a lingvistiky so sebou prináša potenciál objektívneho kvantitatívneho zhodnotenia tematiky všeobecne považovanej za vysoko subjektívnu. V rámci policajnej praxe sa mnohokrát stretávame s výsledkami krivých výpovedí a svedectiev, prekrúcaním pravdy a faktov, zavádzaním, nesprávnou interpretáciou. Výpovedná hodnota tvrdení je posudzovaná často subjektívne. V rámci policajných činností je snaha o objektívne kvantifikovanie preto legitímna a esenciálne potrebná. Široký rozsah problematiky je vhodné selektovať a profilovať na konkrétne vybranú časť a špecifiká Mobilného modulárneho centra pre riadenie hraníc v krízových situáciách. Takouto časťou v mozaike príslušnej policajnej analýzy dát je smer výskumu, analýzy, posúdenia a kvantifikovania zložitosti textov.

Kvantifikovanie zložitosti textov na základe konkrétnych matematických postupov umožňuje delenie textov do vopred definovaných naškálovaných skupín. Prispôbenie úrovni škálovania je vhodné citlivo nastaviť na základe konkrétneho použitia podľa vybraného typu skúmaných textov. Pod vybranými skúmanými textami pre potreby tohto projektu rozumieme množinu formulárov, hlásení a dotazníkov, ktoré je nutné odovzdať po ich vyplnení tretími stranami na príslušný policajný útvar. Metóda kvantitatívno-lingvistickej analýzy formulárov, hlásení a dotazníkov umožňuje definovať hranice zložitosti textu, ktorý musí osoba predstavujúca tretiu stranu vyplniť, napríklad pre udelenie povolenia prechodu vonkajšou resp. vnútornou hranicou Európskej únie. Aplikácia tejto analytickej metódy na formuláre, hlásenia a dotazníky kvantifikuje ich zložitosť, čím de-facto napomáha určiť ich vhodnosť pre reálne použitie v praxi. Efektívne škálovanie zároveň zabezpečí členenie na formuláre, hlásenia a dotazníky s bežnou zložitosťou a tie, ktoré sa bežnej zložitosti vymykajú. Pre texty s výslednou zložitosťou kvantifikovanou nad stanovenú bežnú úroveň bude vydané odporúčanie smerované na optimalizáciu a zjednodušenie týchto textov.

Orientácia na konkrétnu oblasť lingvistických analýz zameranú na vyhodnocovanie zložitosti textov formulárov, hlásení a dotazníkov prináša aj sekundárne benefity, a to vo forme zníženia psychického zaťaženia a stresu osôb, ktoré tieto formuláre budú musieť v budúcnosti vyplňať. Súčasný model tvorby tlačív policajného zboru sa týmto obohatí o objektívny nástroj kvantitatívno-lingvistickej analýzy zložitosti textov

## 2.6. Aplikácia umelej inteligencie – validačná štúdia

Systémy umelej inteligencie zaznamenali v posledných rokoch výrazný vývoj. Predpokladá sa, že v zobrazovacej diagnostike nadobudnú veľký význam. Výber röntgenového (Rtg) snímania hrudníka je veľmi často realizované vyšetrenie, ktoré je lacné, rýchle, jednoduché na prevedenie a prináša veľké množstvo klinicky relevantných informácií. Avšak správna interpretácia niektorých Rtg snímok hrudníka, môže byť náročná aj pre skúseného odborníka rádiológa. Program, ktorý by dokázal správne analyzovať a interpretovať Rtg hrudníka, by mohol byť pre zdravotnícke zariadenia a všeobecne aj pre účely zdravotníctva, veľkým prínosom.

Cieľom tejto štúdie je zhodnotiť efektivitu programu na analýzu vybraných základných patologických nálezov na Rtg snímke hrudníka za účelom overenia výsledkov analýzy a vyhodnotenia prostredníctvom systému umelej inteligencie v porovnaní s konsenzom názorov skúsených rádiológov a jeho použitie na účel analýzy a vyhodnotenia dát automatizovanej diagnostiky Rtg obrazu pre projekt medzinárodnej vedeckovýskumnej úlohy VÝSK. 257 s názvom Mobilné dátové odberové a analytické centrum pre riadenie v krízových situáciách. Zároveň ďalším cieľom štúdie je navrhnúť možné použitie systému. S ohľadom na špecifiká Mobilného modulárneho centra pre riadenie hraníc v krízových situáciách bol za účelom realizácie Rtg snímok a ich príslušnej lokálnej analýzy prostredníctvom metód a programu umelej inteligencie vybraný a testovaný mobilný automatický diagnostický prístroj Fujifilm FDR Nano. Toto zariadenie obsahuje citlivý Fujifilm FDR D-DEVO2 detektor, umelú inteligenciu AI Fujifilm REiLI na báze analytického algoritmu Lunit INSIGHT CXR3 ver. 3.0.0.1, bezpečnostnú správu, ukladanie a zasielanie údajov za účelom vzdialenej diagnostiky Fujifilm Synapse PACS a ďalšie pokročilé moderné technológie (Obrázok 4).



Obrázok 4. Vybraný mobilný automatický diagnostický prístroj Fujifilm FDR Nano [6] obsahujúci umelú inteligenciu AI Fujifilm REiLI na báze analytického algoritmu Lunit INSIGHT CXR3 ver. 3.0.0.1 určený na rýchlu a efektívnu analýzu a vyhodnotenie napríklad aj ochorení podobných Covid-19.

### Zaškolenie osôb a obsluha technického vybavenia

Vybrané technické vybavenie vyžaduje zaškolenie obsluhy (príslušníkov PZ) v potrebnom rozsahu. V rámci nadviazanej spolupráce zabezpečuje školenie o ochrane pred ionizujúcim žiarením a rádiológii Katedra rádiologickej techniky SZU (pozn.: podľa súčasnej praxe a legislatívy odbery musí vykonať zdravotnícky personál – prebieha prieskum možností operatívneho zabezpečenia na definovanom mieste). Pre potreby zaškolenia, pravidelnej aktualizácie a preškolenia poverených príslušníkov PZ, ako aj aplikovaného výskumu v oblasti zabezpečenia správneho nastavenia a konfigurácie zariadení a systémov umelej inteligencie v rámci Mobilného modulárneho centra pre riadenie hraníc v krízových situáciách je vhodné zabezpečiť navrhované materiálo-technické vybavenie aj pre spolupracujúce pracovisko SZU. Odborne znalý a preukázateľne vyškolený personál SZU pre prácu s technickým vybavením Fujifilm FDR Nano zahŕňajúci umelú inteligenciu AI Fujifilm REiLI na báze analytického algoritmu Lunit INSIGHT CXR3 zmluvne zabezpečí potrebné oboznámenie, zaškolenie a certifikáciu poverených príslušníkov PZ, nastavenie meraných parametrov a rozsahov špecifikovaného technického lekárskeho a medicínskeho vybavenia, ako aj zaškolenie študentov APZ za účelom potenciálnej práce na budúcom pracovisku podľa potrieb VVÚ VÝSK. 257. Predpokladanou súčasťou spolupráce SZU a APZ je zároveň vytvorenie súboru školiacich a inštruktážnych materiálov vrátane videa pre ovládanie Rtg s umelou inteligenciou a procesov polohovania pacienta v priestore navrhovaného centra.

Školenie bude prebiehať podľa návrhu SZU v dvoch základných krokoch:



## 1. Teoretická príprava

Prednášky sú plánované v rozsahu 12 hodín na základe vypracovaného programu:

- a) školenie o ochrane pred ionizujúcim žiarením a rádiobiológii - 6 hodín,
- b) opis projekcií, príprava a nastavovanie objektu (projekcia ruky/dlaňové kosti pre určenie veku, projekcia pľúc pre správne vyhodnotenie umelou inteligenciou, projekcia brucha a rozoznanie cudzích telies/kontrabandu) - 3 hodiny,
- c) technické parametre a obsluhu prístroja - 3 hodiny.

## 2. Praktické cvičenie

Táto časť je navrhovaná v rozsahu 12 hodín:

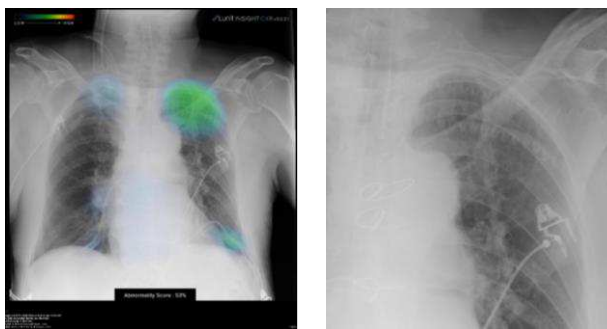
- a) praktický výcvik na Rtg prístroji - 4 x 3 hodiny.

### Aplikácia umelej inteligencie – metóda štúdie

V tejto práci analyzujeme výkonnosť programu s umelou inteligenciou na hodnotenie niektorých patologických nálezov hrudníka. Konkrétne program hodnotil prítomnosť atelektázy, kalcifikátov, kardiomegálie, konsolidácie, fibrózy, rozšírenia mediastína, pľúcnych nodulov, pleurálneho výpotku, pneumoperitonea a pneumothoraxu. Skúmaný výsledný súbor tvorilo celkovo 560 Rtg snímok hrudníka získaných na partnerskom pracovisku špecializovanom na kardiovaskulárne ochorenia (NÚSCH, a.s. v Bratislave). Rtg snímky boli zhodnotené analytickým softvérom, hodnotenia boli zaznamenané a porovnané s konsenzom názorov rádiológov, pričom názor rádiológov bol stanovený ako základná pravda. Výsledky boli spracované metódami matematickej štatistiky a vzájomne porovnané [7].

### Aplikácia umelej inteligencie – výsledky štúdie

Rôznorodosť skúmaného súboru odzrkadľuje povahu a výskyt reálnych pacientov liečených a vyšetrovaných v špecializovanom partnerskom zariadení NÚSCH a.s. v Bratislave. Pri podrobnejšom preskúmaní bolo možno hodnotené patológie zaradiť do dvoch základných skupín, a to podľa prevalencie v hodnotenom súbore. Do prvej skupiny s nízkou prevalenciou v skúmanom súbore vyšetrení, 0-18 z celkového počtu 560 vyšetrení patrili: pľúcne noduly a ložiská, kalcifikáty, fibrózy, pneumothorax a pneumoperitoneum. V prvej skupine bola všeobecne slabá zhoda medzi konsenzom rádiológov a výsledkom umelej inteligencie. Tieto výsledky však nemusia znamenať nedostatočnú výkonnosť algoritmu umelej inteligencie, skôr zodpovedajú nedostatočnému výskytu skúmaných patológií v našom súbore vyšetrení. Z výsledkov štúdie vyplynulo viacero záverov, pričom v prvej skupine s malou prevalenciou boli hojne zastúpené napríklad falošne identifikované pozitívne fibrózy, kedy príčinou bola trubica z ventilátora sumovaná do pľúcnych hrotov (Obrázok 5). Nesprávne rozpoznané pneumoperitoneum bolo nájdené u 20 pacientov so zavedeným hrudným drénom (Obrázok 6), vo zvyšných 5 nesprávne identifikovaných prípadoch išlo o zmnoženie plynu v tráviacej trubici. Falošne pozitívne nálezy na pneumothorax boli spôsobené superimpozíciou EKG káblov a trubíc od ventilátora, aj podkožným emfyzémom.



Obrázok 5. Vľavo Rtg snímka hrudníka so zvýraznenými oblasťami výskytu porúch (skóre abnormality namerané UI: 53%). Detailnejší výsek snímky vpravo. V ľavom pľúcnom hrote UI algoritmus diagnostikoval fibrózu, ale v skutočnosti je do oblasti sumovaná trubica ventilátora, t.j. nejde o patologický nález.



Obrázok 6. Vľavo Rtg snímka hrudníka so zvýraznenými oblasťami výskytu porúch (skóre abnormality namerané UI: 97%). Hrudný drén zavedený do pravej pleurálnej dutiny označil UI algoritmus nesprávne ako pneumoperitoneum.

Do druhej skupiny boli zaradené patologické nálezy, ktoré mali prevalenciu vyššiu ako 115, a patria sem atelektázy a konsolidácie, pleurálne výpotky, rozšírenia mediastína a kardiomegálie. Atelektázy a konsolidácie sa v našom súbore pacientov vyskytovali pomerne často, pre atelektázy bola senzitivita algoritmu umelej inteligencie 0,86, špecificita 0,84, pre konsolidácie bola senzitivita 0,92, špecificita 0,74. Podobne ako u iných patologických nálezov algoritmus umelej inteligencie dokázal tieto patologické jednotky vylúčiť s vysokou mierou istoty, negatívna prediktívna hodnota pre atelektázu bola 0,94, negatívna prediktívna hodnota pre konsolidáciu bola 0,97. U realizovaných vyšetrení dochádzalo často k zámenám atelektáz aj konsolidácií za cievnu kresbu alebo za tekutinu. Patologické nálezy na Rtg hrudníka, ktoré sa obvykle vyskytujú u pacientov s kardiovaskulárnymi ochoreniami, teda pleurálne výpotky, rozšírenia mediastína a kardiomegálie, boli v našom súbore pacientov neprekvapivo veľmi časté. Algoritmus umelej inteligencie bol schopný ich diagnostikovať s vysokou mierou istoty, pozitívna prediktívna hodnota pre kardiomegáliu bola 0,97, pre rozšírenie mediastína 0,95 a pre pleurálny výpotok 0,84. Senzitivita pre kardiomegáliu bola 0,97, špecificita 0,82. Senzitivita pre rozšírenie mediastína bola 0,84 a špecificita 0,93. Pri detekcii pleurálnych výpotkov bola senzitivita 0,85 a špecificita 0,9. **Toto je možné interpretovať ako veľmi dobrú zhodu názoru algoritmu umelej inteligencie s pravdivou realitou.** O morbidite pacientov vyšetovaných na NÚSCHu svedčí fakt, že len 16 vyšetrení v našom súbore malo Rtg snímku hrudníka úplne bez patologického nálezu. U všetkých pacientov s normálnou Rtg snímkom hrudníka bola zhoda konsenzu názorov rádiológov a algoritmu umelej inteligencie **absolútna.**

## 2.7 Aplikácia umelej inteligencie – diskusia štúdie

Použitie konsenzu názorov rádiológov ako kontrolnej hodnoty sa môže javiť ako nedostatočne objektívne, avšak jedná sa o často používaný postup, najmä pri hodnotení výkonu umelej inteligencie v rádiologických aplikáciách [8]. Pri propagácii citlivosti hodnotenia Rtg snímky algoritmom umelej inteligencie výrobca softvéru uvádza, že softvér zvažuje absolútne stupne šedi a teda dokáže identifikovať aj to, čo rádiológ nedokáže vnímať. Tento teoretický hendikep sme minimalizovali tým, že pozitívne nálezy boli podrobne analyzované a zhodnotené aj s použitím kontrolných Rtg, doplnených CT vyšetrení alebo koreláciou s klinickým nálezom aj epikrizou pacienta, v ktorej základná diagnóza bola v prevažnej väčšine prípadov známa, nakoľko pacienti boli hospitalizovaní v ústave koncového typu.

V našom súbore bolo veľa pacientov s komplexnými Rtg nálezmi, ktoré sú veľkou výzvou pre rádiológov a, ako sa ukázalo, aj pre algoritmus umelej inteligencie. To môže byť príčinou relatívne nižšej efektivity algoritmu umelej inteligencie v našom prvom súbore, v porovnaní s inými publikovanými prácami [7]. Drôty elektród, drény a hadice, ktoré mala väčšina hospitalizovaných pacientov po operácii alebo s potrebou intenzívnej starostlivosti, zase spôsobili algoritmu umelej inteligencie problém takého charakteru, že v identifikácii pľúcnej fibrózy, pneumoperitonea a pneumothoraxu nedosahoval efektívitu požadovanú pre spoľahlivý test. Pri hodnotení konsolidácií mal algoritmus umelej inteligencie problém v ich odlíšení od atypických cievnych štruktúr a od tekutiny v pleurálnych priestoroch. V tejto oblasti bolo rozhodovanie často problematické, ale pokiaľ prišlo k zhode názorov rádiológov, bol názor umelej inteligencie hodnotený ako falošne pozitívny nález.

Výborné štatistické výsledky algoritmu umelej inteligencie pri identifikácii pleurálnych výpotkov, rozšírenia mediastina a kardiomegálie ukazujú, že s umelou inteligenciou v rádiológii treba v budúcnosti počítať. Za významný nedostatok umelej inteligencie systému môžeme považovať nedostatok „radiologickej špecificity“ v hodnotení - napríklad fakt, že pod označenie kardiomegália spadalo relatívne rozšírenie tieňa srdca pri nedostatočnom nádychu aj cor bovinum pri chronickom zlyhávaní srdca. Navyše, v 415 prípadoch sme vyhodnotenie Rtg snímky algoritmom umelej inteligencie zhodnotili ako komplexne nepostačujúce pre indikujúceho klinika v zmysle, že takéto vyhodnotenie vyžaduje ešte ďalšie vysvetlenie. Tieto fakty naznačujú, aby systémy umelej inteligencie v rádiológii zatiaľ nepracovali samostatne a nemali zodpovednosť za diagnózu pacienta. Naproti tomu, absolútna zhoda algoritmu umelej inteligencie a konsenzu rádiológov pri negatívnych vyšetreniach aj vysoké negatívne prediktívne hodnoty všetkých sledovaných patologických nálezov naznačuje úspešné použitie algoritmu umelej inteligencie Lunit na pracoviskách, kde je očakávaná nižšia prevalencia abnormálnych nálezov. Za obrovskú výhodu testovaného riešenia s umelou inteligenciou v tejto práci je považovaná rýchlosť vyhodnotenia - približne 20 sekúnd, a zároveň aj finančnú výhodu v porovnaní so súčasným ohodnotením rádiológov.

## 2.8 Aplikácia umelej inteligencie – sumár štúdie

Sledované patologické nálezy, ktoré mali v našom súbore vyšetrení vysokú prevalenciu, boli programom s umelou inteligenciou identifikované s vysokou mierou úspešnosti. Zhoda názoru umelej inteligencie s pravdivou realitou bola veľmi dobrá. Efektivita algoritmu umelej inteligencie klesala pri netypických nálezoch na Rtg snímkach, najmä pri sumácii častí lekárskeho prístroja. Algoritmus umelej inteligencie vykazoval výborné výsledky pri správnej detekcii negatívnych Rtg snímok hrudníka. Za najvhodnejšie použitie hodnoteného algoritmu umelej inteligencie sa preto javí radiologické pracovisko s **veľkým počtom pacientov u ktorých je potrebné rýchlo potvrdiť negatívny nález**, čo je práve prípad riešenej problematiky Mobilného modulárneho centra pre riadenie hraníc. Zaznamenaná výsledná priemerná rýchlosť vyhodnotenia použitím algoritmov umelej inteligencie Lunit INSIGHT CXR3 na úrovni približne **20 s** predstavuje významný príspevok k **rýchlosti a plynulosti procesov hraničného režimu** spĺňajúcich podmienky Nového paktu o migrácii a azyle.

## ZÁVER

Súčasná celosvetová situácia vyžaduje hľadanie nových inovatívnych riešení krízového riadenia nevyhnutne v oblasti riadenia a ochrany interných a externých hraníc. Riešenie Mobilného modulárneho centra pre riadenie hraníc v krízových situáciách na báze navrhovanej platformy obsahuje komplexný súbor procesov pre efektívny, bezpečný a čo najrýchlejší pohyb osôb v rámci hraničného režimu EÚ, SR alebo vybraných zón. Použitá mobilná platforma spĺňa všetky požiadavky na transport a osadenie vyšpecifikovaných modulov a systémov do požadovaných funkčných celkov.

Z výsledkov realizovanej validačnej štúdie výkonnosti asistenčného systému umelej inteligencie na hodnotenie niektorých patologických nálezov na Rtg snímke hrudníka vyplýva, že skúmané automatizované systémy na báze diagnostických zariadení obsahujúcich algoritmy umelej inteligencie Lunit INSIGHT CXR3 sú vhodným riešením pre navrhované Mobilné modulárne centrum pre riadenie hraníc v krízových situáciách. Práve veľmi vysoká pravdepodobnosť správne zhodnoteného negatívneho nálezu algoritmi umelej inteligencie a ich veľmi rýchla analýza môžu výrazne napomôcť k automatizácii hraničných kontrol a k ochrane domácej populácie (SR aj EÚ) pri zvládaní riadenia migrácie vplyvom širokého spektra potenciálnych kríz. Z výsledkov taktiež vyplynulo, že ešte stále sa vyžaduje potreba kontroly výsledkov algoritmov umelej inteligencie skúseným špecialistom v príslušnom obore (hlavne pre určenie konkrétnej diagnózy). Zároveň platí, že tento proces je možné realizovať navrhovaným systémom diaľkového overenia, a to napríklad pomocou aktívneho využívania špecializovaných, partnerských pracovísk SZU a NÚSCH, a.s.

Mobilné dátové odberové a analytické centrum pre riadenie v krízových situáciách vykazuje potenciál pre splnenie všetkých diskutovaných cieľov, kritérií a právnych úprav.

## POĎAKOVANIE

*Tento vedecký príspevok bol podporený Akadémiou Policajného zboru v Bratislave, Katedrou európskeho integrovaného riadenia hraníc (projektom vedeckovýskumnej úlohy VVÚ VÝSK. 257: Mobilné dátové odberové a analytické centrum pre riadenie v krízových situáciách), grantom VEGA 2/0096/21, Slovenskou zdravotníckou univerzitou v Bratislave, Fakultou ošetrovateľstva a zdravotníckych odborných štúdií, Katedrou rádiologickej techniky a Národným ústavom srdcových a cievnych chorôb, a.s., Oddelením diagnostickej a intervenčnej rádiológie.*

## LITERATÚRA

- [1] REGULATION (EU) 2016/399 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 9 March 2016 on a Union Code on the rules governing the movement of persons across borders (Schengen Borders Code) (codified version).
- [2] Web stránka Európskej Únie (Online zdroj: 18.03.2022) [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/promoting-our-european-way-life/new-pact-migration-and-asylum\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/promoting-our-european-way-life/new-pact-migration-and-asylum_en)
- [3] Vyhláška MZ SR č. 585/2008, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o prevencii a kontrole prenosných ochorení.
- [4] Zákon č. 355/2007 Z. z. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [5] Web stránka European Border and Coast Guard Agency, (Online zdroj: 21.03.2022) <<https://frontex.europa.eu/>>.
- [6] Web stránka Fujifilm Corporation (Online zdroj: 07.04.2022) <<http://reili.fujifilm.com/en/#home>>.
- [7] WU J.T., et al. Comparison of Chest Radiograph Interpretations by Artificial Intelligence Algorithm vs Radiology Residents. JAMA Netw Open. 2020; 3(10): e2022779. doi:10.1001/jamanetworkopen.2020.22779
- [8] Preetham, P. et al. Can artificial Intelligence Reliably Report Chest X-Rays? online ReaserchGateNet

---

### **Ivan Košč - 1, Ing. PhD.**

*Akadémia Policajného zboru v Bratislave, Katedra európskeho integrovaného riadenia hraníc,  
[ivan.kosc@akademiapz.sk](mailto:ivan.kosc@akademiapz.sk).*

### **Robert Odler - 2, Doc. Mgr. PhD.**

*Akadémia Policajného zboru v Bratislave, Katedra európskeho integrovaného riadenia hraníc,  
[robert.odler@akademiapz.sk](mailto:robert.odler@akademiapz.sk).*

### **Juraj Galba - 3, Ing. MBA.**

*Akadémia Policajného zboru v Bratislave, Katedra európskeho integrovaného riadenia hraníc,  
[juraj.galba@akademiapz.sk](mailto:juraj.galba@akademiapz.sk).*

### **Michaela Koščová - 4, Mgr. PhD.**

*Slovenská akadémia vied, Matematický ústav,  
[koscova@mat.savba.sk](mailto:koscova@mat.savba.sk).*

### **Klára Gebeová - 5, PhDr. PhD.**

*Katedra rádiologickej techniky, FOaZOŠ Slovenská zdravotnícka univerzita v Bratislave,  
[kajcu1@gmail.com](mailto:kajcu1@gmail.com).*

---