

Aktivita č. H3 – Riešenie HW platformy na prevádzku jednotného informačného systému Life Defender – Ochranca života

Míľnik č. 4 – Testovanie vo vybraných domácnostiach, lokalitách a výrobných podnikoch

Projekt Life Defender – Ochranca života



Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt *Life Defender – Ochranca života*, ktorý je spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Bizzcom s.r.o., Šľachtiteľská 591/2, 919 28 Bučany

Tel.: +421 2 502 13 142

www.bizzcom.sk

bizzcom



EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020



MINISTERSTVO
DOPRAVY A VÝSTAVBY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY



MINISTERSTVO
ŠKOLSTVA, VEDY,
VÝSKUMU A ŠPORTU
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

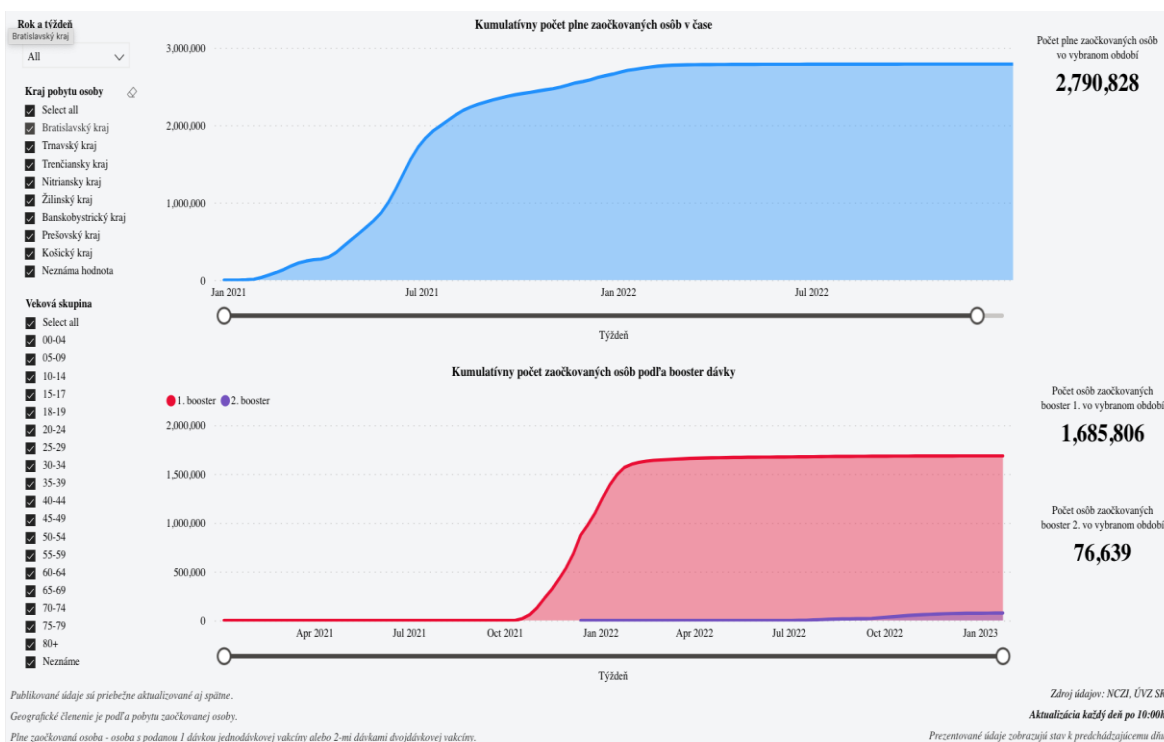
OBSAH

1 ÚVOD	4
1.1 <i>Vízia</i>	5
1.2 Členenie dokumentu	5
2 AUTOMATICKÁ DEZINFEKCIA	6
2.1 Úvod	6
2.1.1 <i>Testovanie automatickej dezinfekcie</i>	6
2.1.1.1 <i>Testovanie robotického podvozku Omron</i>	6
2.1.1.2 <i>Detekčná stanica</i>	17
2.2 Jadro	24
2.2.1 <i>Simulácia automatickej dezinfekcie</i>	24
2.2.2 <i>3D vizualizácia AR/VR automatickej dezinfekcie</i>	26
2.2.2.1 <i>Umiestnenie dezinfekcie v rozšírenej realite(AR) v určených priestoroch</i>	26
2.2.2.2 <i>Detailné validovanie automatickej dezinfekcie vo virtuálnej realite(VR)</i>	40
2.3 Zhrnutie	41
3 DOMÁCA KARANTÉNA	42
3.1 Úvod	42
3.1.1 <i>Opis domácej karantény</i>	43
3.2 Jadro	44
3.2.1 <i>Testovanie domácej karantény</i>	45
3.3 Zhrnutie	58
4 AUTOMATICKÁ TESTOVACIA BUNKA	59
4.1 Úvod	59
4.1.1 <i>Opis automatickej testovacej bunky</i>	59
4.1.2 <i>Testovanie automatickej testovacej bunky</i>	60
4.1.2.1 <i>Testovanie, odladenie vyhodnocovania testovacích kaziet</i>	60
4.2 Jadro	64
4.2.1 <i>Simulácia automatickej testovacej bunky</i>	64
4.2.2 <i>3D vizualizácia AR/VR automatickej testovacej bunky</i>	68
4.2.2.1 <i>Umiestnenie dezinfekcie v rozšírenej realite(AR) v určených priestoroch</i>	68
4.2.2.2 <i>Detailné validovanie automatickej dezinfekcie vo virtuálnej realite(VR)</i>	83
4.3 Zhrnutie	84
5 SUMÁRNY ZÁVER	85
6 ZOZNAM OBRÁZKOV	87

1 ÚVOD

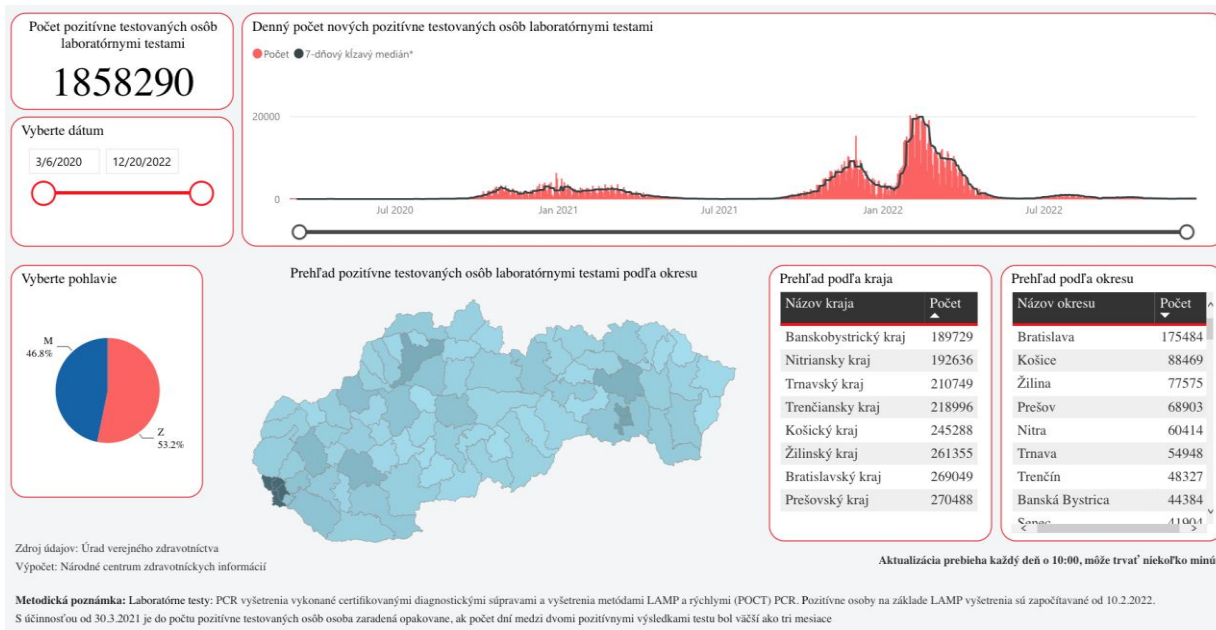
V tomto dokumente je zobrazený výstup v súlade s cieľom Aktivity č. H3 – „Riešenie HW platformy na prevádzku jednotného informačného systému Life Defender – ochrana života“; konkrétne pre míľník č. 4 – Automatická dezinfekcia (Testovanie (výrobný podnik) 07/2022 - 12/2022), Domáca karanténa (Testovanie (vybrané domácnosti) 07/2022 - 12/2022) a Automatická testovacia bunka (Testovanie prototypu automatickej bunky na vybraných lokalitách (výrobný podnik) 07/2022- 12/2022).

Pandemická situácia vo svete a na Slovensku sa mení. Pandémia prešla určitými obdobiami prudkého rastu a šírenia ochorenia Covid-19. Na začiatku nášho výskumu bola situácia kritická. Množstvo pacientov nakazených týmto vírusom ohromilo a paralyzovalo zdravotný systém na Slovensku. Nemocnice nedokázali zvládť nápor pacientov, čím sa rapidným spôsobom zvýšila úmrtnosť na toto ochorenie. Po určitom čase sa situácia začala stabilizovať a s príchodom nových vakcín sme boli schopný postupnými krokmi odstrániť jednotlivé opatrenia, ktoré boli zavedené počas kritickej pandemickej situácie. Aktuálny počet zaočkovaných aspoň jednou dávkou dosahuje takmer 2,8 milióna ľudí.



Obrázok 1: Graf zaočkovanosti populácie na Slovensku proti ochoreniu COVID-19 k mesiacu apríl 2022

Opatrenia na jednej strane zabraňovali šíreniu tohoto ochorenia a napomáhali k zníženiu úmrtnosti a na druhej strane neumožňovali normálne fungovanie spoločnosti. V aktuálnej situácii sa javí, že pandémia je na ústupe. Počet pozitívne testovaných osôb rapídne klesol.



Obrázok 2: Prehľad pozitívne testovaných osôb laboratórnymi testami podľa okresu

Na začiatku nášho výskumu sme si boli vedomý toho, že sa pandemická situácia začne v určitom čase zlepšovať. Očakávali sme, že s príchodom nových vakcín sa toto ochorenie postupne vytratí. Z tohoto dôvodu sme sa rozhodli náš výskum a vývoj jednotlivých zariadení vypracovať čo najuniverzálnejšie, aby bola umožnená využiteľnosť výsledkov výskumu a vývoja aj po ukončení aktuálnej pandémie.

1.1 Vízia

Počas predchádzajúcich fáz projektu boli skonštruované modely jednotlivých prototypov zariadení. Tieto modely boli následne spracované do 3D verzie, ktorá sa počas obdobia trvania tohoto mílnika upravila a pretransformovala do AR/VR podoby. Spracovanie jednotlivých modelov zariadení do rozšírenej reality nám umožnilo otestovať zariadenia v širšej perspektíve, ktorá bola nevyhnutná pre proces testovania.

Získané poznatky z testovania, ako aj celý proces validácie postupov sme zapracovali do výstupov tohoto dokumentu. Zároveň boli tieto poznatky spracované a podľa novozískaných informácií z testovania boli upravené aj jednotlivé zariadenia tak, aby vyhovovali špecifickým požiadavkám, ktoré boli zadané na začiatku projektu.

1.2 Členenie dokumentu

Aktivita č. H3 sa rozdeľuje na 3 základné pracovné balíky, ktoré zároveň vystupujú ako hlavné kapitoly dokumentu:

- experimentálny vývoj prototypu dezinfekčného automatu (pracovný balík (ďalej iba PB) 3.3),
- experimentálny vývoj prototypu liečby v domácej karanténe (PB 3.1),
- experimentálny vývoj prototypu a variantov automatickej testovacej bunky (PB 3.2).

2 AUTOMATICKÁ DEZINFEKCIA

2.1 Úvod

Počas obdobia trvania tohoto mílnika sme sa zamerali na testovanie vytvoreného 3D modelu. Tento model automatickej dezinfekcie bol vytvorený v predchádzajúcom období a počas trvania tohoto obdobia boli zapracované a optimalizované jednotlivé časti zariadenia na zvýšenie jeho efektivity a účinnosti.

Následne bol finálny model detailne spracovaný a preklopený do AR/VR rozhrania, ktoré nám umožnilo testovať toto virtuálne zariadenie v reálnych situáciách. Bez vytvorenia tohoto modelu v rozšírenej a virtuálnej realite by bolo testovanie limitované. Počas tohoto testovania sme boli schopný získať potrebné informácie, ktoré nám pomôžu v nasledujúcej fáze tohoto projektu.

Zároveň sme boli schopný otestovať navigáciu robotického podvozku Omron v priestore s jeho detailným mapovaním. Toto testovanie prebehlo v spolupráci s firmou ELSYS, ktorá nám fyzicky zapožičala toto zariadenie na potreby výskumu nášho projektu.

Testovanie hardvérového zariadenia na detekciu COVID-19 zo vzduchu prebehlo úspešne. Toto zariadenie dokáže zachytiť a detegovať prítomnosť vírusu v ovzduší v reálnom čase a môže byť použité na monitorovanie a kontrolu kvality vzduchu v uzavretých priestoroch, ako sú napríklad nemocnice, kancelárie alebo letiská. Úspešné testovanie tohto zariadenia znamená veľký krok v boji proti pandémie COVID-19. Taktiež bol na týmto 3D modelom automatickej dezinfekcie vytvorená simulácia reálneho využitia tohto zariadenia v definovanom priestore.

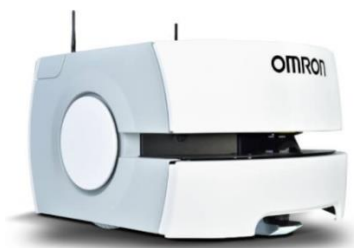
Toto hardvérové zariadenie na detekciu Covidu zo vzduchu je doplnené a využívané v rámci automatickej dezinfekcie, kde slúži k detekcii prítomnosti vírusu a následnej dezinfekcii priestoru pomocou UV žiarenia a Ozónu. Týmto sa zabezpečuje rýchle a spoľahlivé odstraňovanie potenciálnych ohnísk nákazy a minimalizácia rizika prenosu vírusu.

V rámci validácie 3D modelu automatickej dezinfekcie sme vytvorili aj simuláciu reálneho využitia tohto zariadenia v konkrétnom priestore. Na tento účel sme použili nástroj Process Simulate. Simulácia prebehla úspešne a umožnila nám overiť funkčnosť zariadenia v rôznych scenároch a podmienkach. Vďaka simulácii sme boli schopní odhaliť potenciálne problémy a navrhnúť optimálne riešenia. Celkový výsledok simulácie je dôležitým faktorom pri vývoji a implementácii zariadenia do reálneho prostredia.

2.1.1 Testovanie automatickej dezinfekcie

2.1.1.1 Testovanie robotického podvozku Omron

V predchádzajúcej fáze projektu bol identifikovaný optimálny robotický podvozok Omron LD 90, ktorý zabezpečuje ideálnu kombináciu maximálnej zaťažiteľnosti zariadenia, kompaktné rozmery a dostatočnú výdrž batérie. Kapacita batérie bola z hľadiska využiteľnosti podvozku postačujúca, vzhľadom na to, že zo zariadenia sa budú napájať ďalšie časti automatickej dezinfekcie ako sú UV trubice, generátor ozónu a detekčné zariadenie na Covid.



Obrázok 3: OMRON LD 90

LD-60, LD-90, LD-60/90 ESD

Operator Panel

Power ON/OFF, E-STOP, brake button, 3.5-inch color monitor.

Wireless Antenna

IEEE 802.11 a/b/g.

Back Sonar

Detect obstacles in back of AMR using sonar.

Top Plate (Option)

Top plate comes with Starter Kit. Not required when building customer payload.

Safety Scanning Laser

Safety-rated laser used for simultaneous localization and safety functionality.

**Light Discs**

Status indicator is located on both sides.

Front Bumper

Stops when makes contact with obstacle.

Low Front Laser

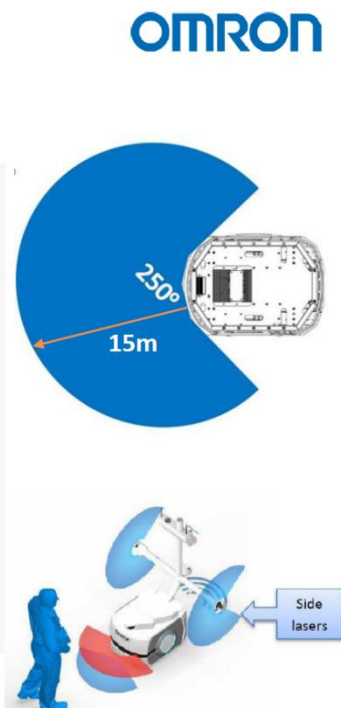
Obstacle sensor detects low-profile objects when moving forward.

Obrázok 4: OMRON robotický podvozok – komponenty a funkcie

Bezpečnosť LD



Pozn: - zadný senzor je TOF
- robot má stop tlačidlo



Obrázok 5: OMRON LD – bezpečnosť

OMRON

Flexibilita



Obrázok 6: OMRON robotické podvozky – flexibilita

OMRON

Fleet Manager

- Obsluha až 100 robotov
- Simulácia až 10 robotov
- Optimalizácia nabíjania
- Zobrazovanie pozície a stavu robotov
- Zobrazovanie radu prác (job queue)
- Priorizácia dôležitých prác
- Výber najrýchlejších trás
- Identifikácia blokováných trás a vytváranie alternatívnych možností



Obrázok 7: OMRON robotické podvozky – Fleet Manager



Fleet Manager



Inteligentné priradovanie práce



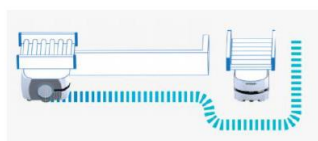
Riadenie nabíjania



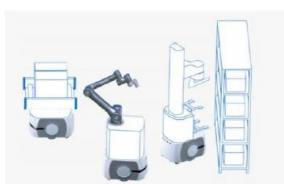
Riadený pohyb - hladká prevádzka



Ľahká integrácia s IT systémami



Riadená doprava



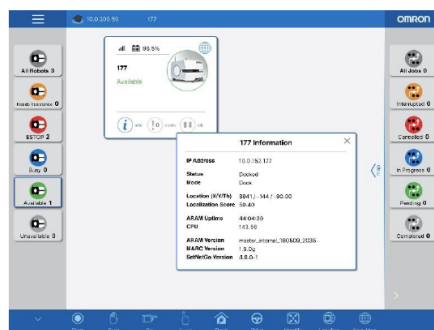
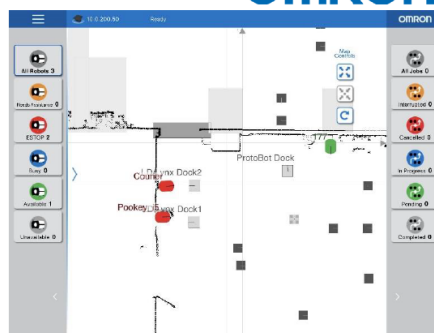
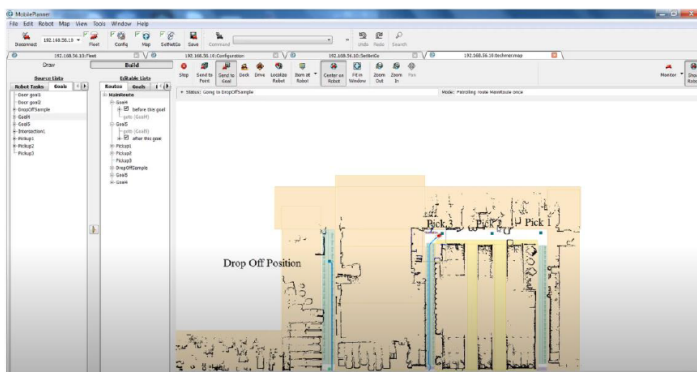
Administrácia schopností



Automatická aktualizácia celej flotily

Obrázok 8: OMRON robotické podvozky – Fleet Manager

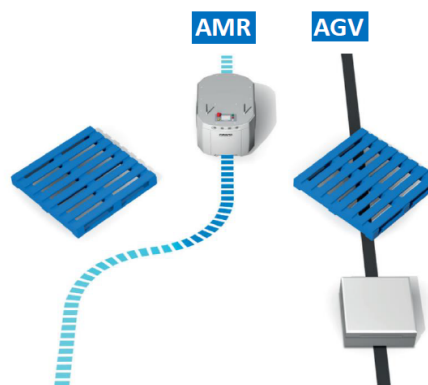
MobilePlanner, MobilePlanner Tablet Edition



Obrázok 9: OMRON robotické podvozky – MobilePlanner, MobilePlanner Tablet Edition

AMR vs AGV

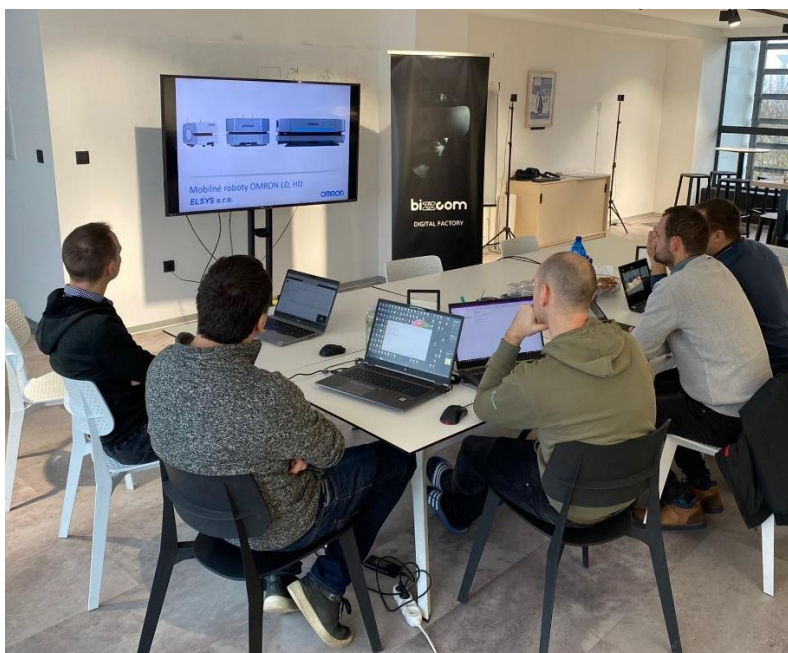
	AMR	AGV
Nastavenie	Zariadenie pripravené na chod po nahratí mapy.	Vyžaduje inštaláciu navigačných zariadení/pomôcok.
Navigácia	Naviguje sa autonómne a bezpečne bez ďalších pomôcok.	Vyžaduje zariadenia ako magnetické pásky alebo iné zariadenia mimo robota.
Prekážky	Bezpečne sa vyhýba prekážkam bez zastavenia.	Zastaví kvôli prekážke a čaká na odstránenie.
Zmena mapy	jednoduchá	továrenské modifikácie
Zmena cieľov	jednoduchá	továrenské modifikácie
Škálovateľnosť	jednoduchá	továrenské modifikácie



Obrázok 10: OMRON robotické podvozky – AMR vs AGV

Počas obdobia testovania automatickej dezinfekcie sme boli schopný na potreby tohoto projektu zapožičať jedno funkčné zariadenie Omron LD90. V priebehu testovania sme boli schopný verifikovať poznatky získané z prvotného výskumu a vývoja zariadenia.

Pri testovaní a prevádzke zariadenia boli vytvorené navigačné mapy, skrze ktoré boli ohraňované limity pôsobenia tohoto zariadenia. Táto funkcia tohto zariadenia bola potvrdená pri presnej navigácii v priestore. Zariadenie nevychádzalo z ohraňovaného priestoru, ktorý mu bol vymedzený v SW rozhraní určenom na jeho ovládanie.



Obrázok 11: Detailné predstavenie mobilných robotov v spolupráci s firmou ELSYS

Pre detailné pochopenie funkčnosti ako aj riadenia robotických podvozkov OMRON; bola uskutočnená prezentácia týchto mobilných robotov v spolupráci s firmou ELSYS v Bizzcome.



Obrázok 12: OMRON LD testovanie – prvotné spustenie a nastavenie mapovania

Po dôkladnom predstavení funkcionalít robotického podvozku OMRON LD nastalo samotné testovanie, kde v prvotnej fáze bol robot spustený a nastala synchronizácia počítača a robota v prostredí aplikácie MobilePlanner Version 6.1.



Obrázok 13: OMRON LD testovanie – mapovanie priestoru

Po prvotných nastavenia robota, sme mohli pristúpiť k samotnému mapovaniu určeného priestoru. Kde pre prvotné zmapovanie plochy bolo potrebné robota navigovať, ovládať pomocou ručného ovládača.



Obrázok 14: OMRON LD testovanie – mapovanie priestoru

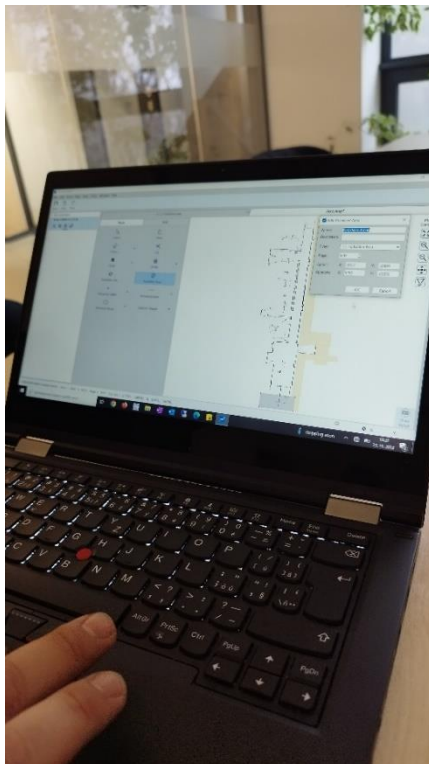
Ručným ovládačom bol mobilný robot navigovaný, v nami stanovenom priestore pre zmapovanie. Ovládač robota bol vhodne ergonomický, odnímateľný a dobre sa s ním ovládalo toto mobilné zariadenie.



Obrázok 15: OMRON LD testovanie – MobilePlanner

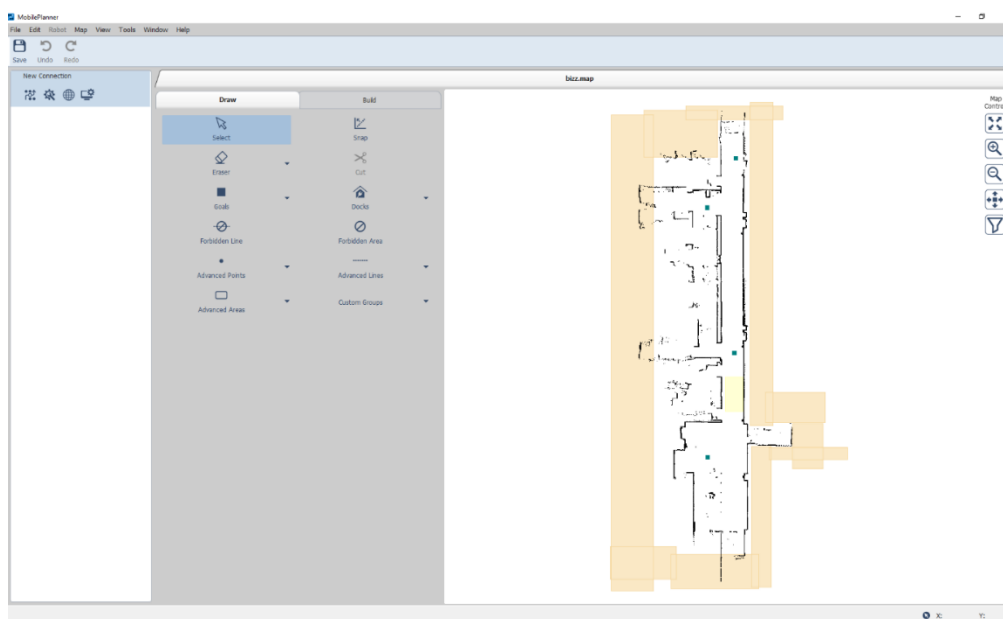
Pre celkovú komunikáciu a riadenie robota bol potrebný softvér od firmy OMRON s názvom MobilePlanner. Pri testovaní tohto robotického podvozku bola využívaná verzia softvéru 6.1. V tomto

softvéry sa všetky mapy spracúvajú a definujú ďalšie vlastnosti, ohraničenia, funkcie, pokyny nad touto oskenovanou mapou.



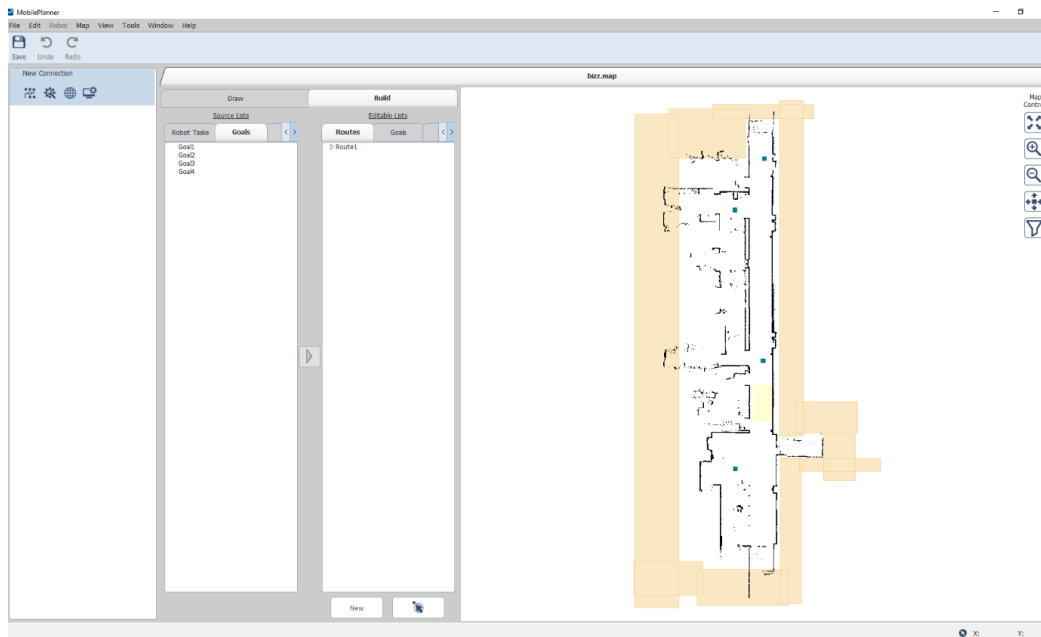
Obrázok 16: OMRON LD testovanie – ohraničenie mapy

Po získaní mapy prostredníctvom procesu ručného navigovania robota bol potrebný daný priestor v mape ohraničiť (určiť zónu v ktorej sa má daný robot pohybovať).



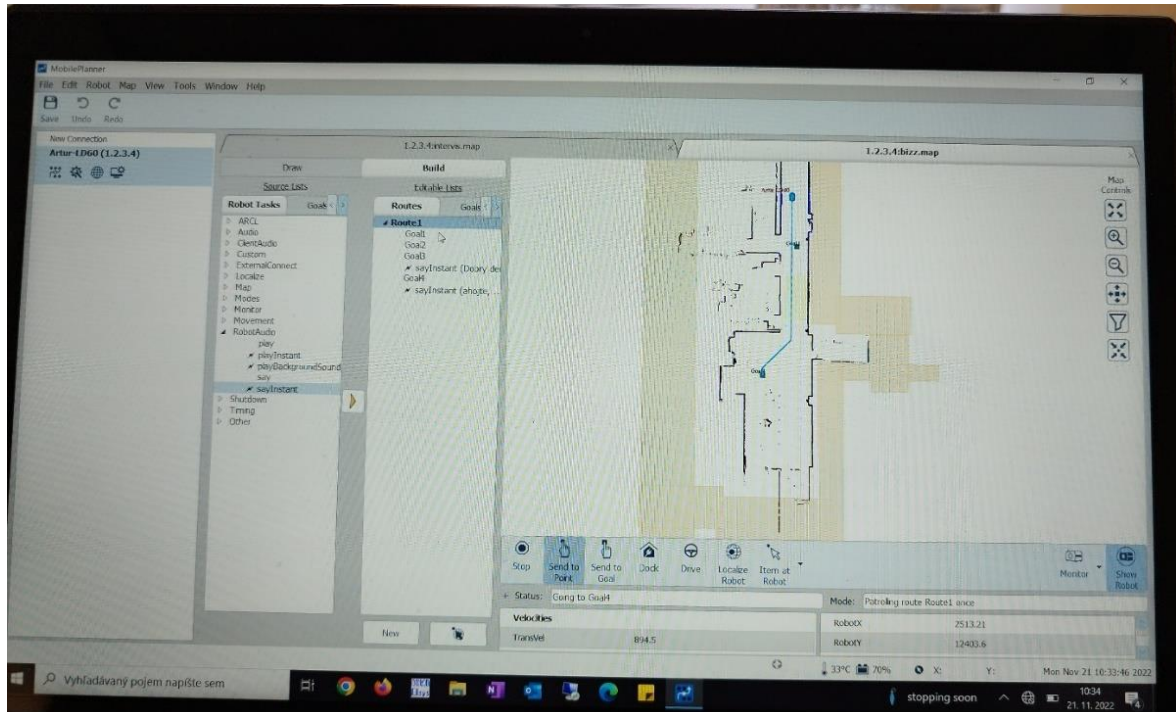
Obrázok 17: OMRON LD testovanie – ohraničenie mapy

Definovanie pracovnej zóny ako aj iných potrebných pravidiel bolo v softvéri MobilePlanner intuitívne a jednoduché po krátkom zaškolení prezentujúcou firmou ELSYS.



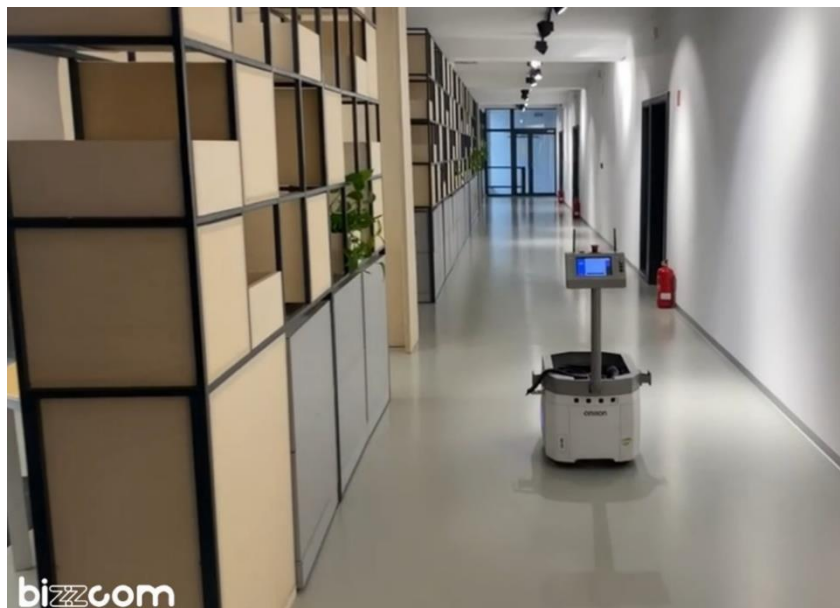
Obrázok 18: OMRON LD testovanie – ohraničenie mapy

Ohraničenie mapy je nevyhnutnou operáciou pre stanovenie pracovnej zóny v ktorej následne určíme postupnosť krokov po ktorých bude postupovať mobilný robot.



Obrázok 19: OMRON LD testovanie – vytvorenie trasy

Po vytvorení trasy s jednotlivými postupmi krokov, ktoré má robot vykonať sme pristúpili k ich otestovaniu v reálnom teréne.



Obrázok 20: OMRON LD testovanie – testovanie trasy

Robot bez problémov prešiel stanovenú trasu aj s nadefinovanými pozíciami zníženia alebo zvýšenia rýchlosti.



Obrázok 21: OMRON LD testovanie – testovanie trasy

Chod robota bol veľmi kultivovaný a tichý, bez nejakých zjavných problémov prešiel nami stanovenú trasu.



Obrázok 22: OMRON LD testovanie – testovanie trasy, prekážka v trase

Taktiež sme testovali ak do stanovenej trasy vnikne nečakaná prekážka ako stanovený robot zareaguje ako sa s danou prekážkou vysporiada. Robot danú prekážku bez problémov obišiel a pokračoval v predefinovanej trase.



Obrázok 23: OMRON LD testovanie – testovanie trasy, prekážka v trase



Obrázok 24: OMRON LD testovanie – nastúpenie do výťahu

V neposlednom rade sme testovali ako sa robot vysporiada s presunom medzi podlažiami v budove s nastupovaním a vystupovaním z výťahu. Robot tuto operáciu zvládol bez problémov.

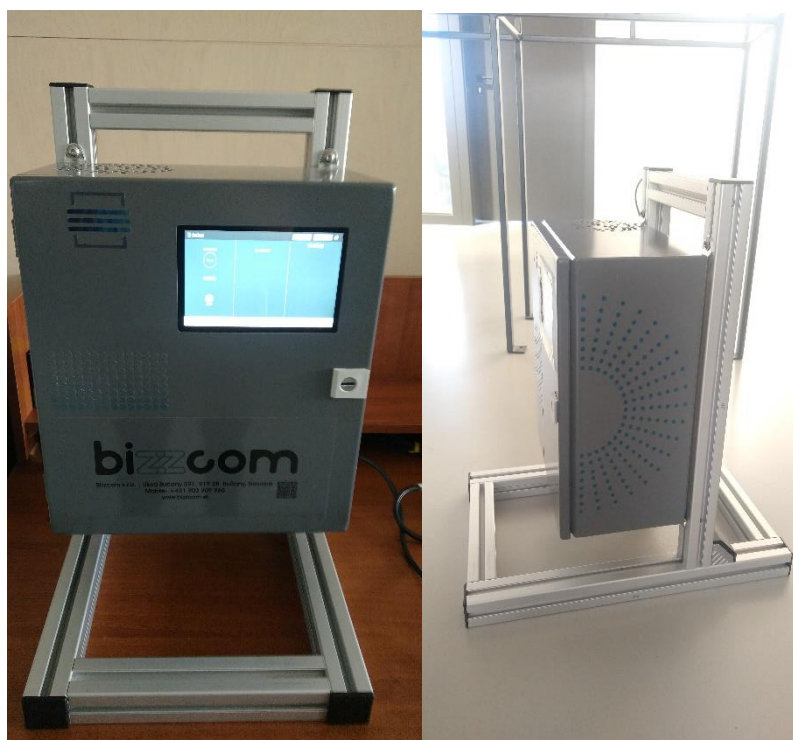
2.1.1.2 Detekčná stanica

Automatická dezinfekcia a jej model bol navrhnutý a vytvorený tak, aby čo najuniverzálnejším spôsobom mohol využiť všetky zapracované nadstavby, ktoré boli vyvinuté a implementované do daného modelu. Jednou z hlavných súčastí zariadenia je detekčná stanica, ktorá funguje na základe detekcie vírusu Covid 19 zo vzduchu. Toto zariadenie bolo umiestnené a testované vo vybraných lokalitách za účelom verifikácie funkčnosti a možnosti využiteľnosti pre zariadenie automatickej dezinfekcie, ktorého model bol navrhnutý a vyvinutý za účelom ochrany zdravia a boja proti pandémie.



Obrázok 25: Detekčná stanica – komerčná verzia

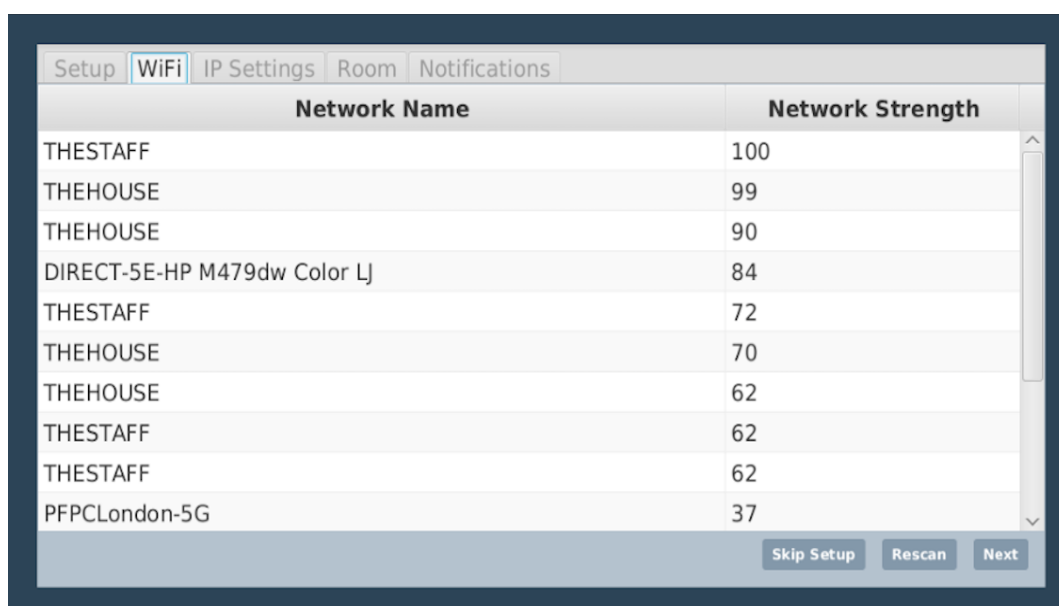
Z dôvodu testovania detekčnej stanice vo vybraných lokalitách bola vyhotovená konštrukcia na ktorú sa následne stanica uchytila. Táto samostatne stojaca konštrukcia zlepšila mobilitu zariadenia a z toho dôvodu zlepšila jeho využiteľnosť pri testovaní.



Obrázok 26: Detekčná stanica uchytená na konštrukcii

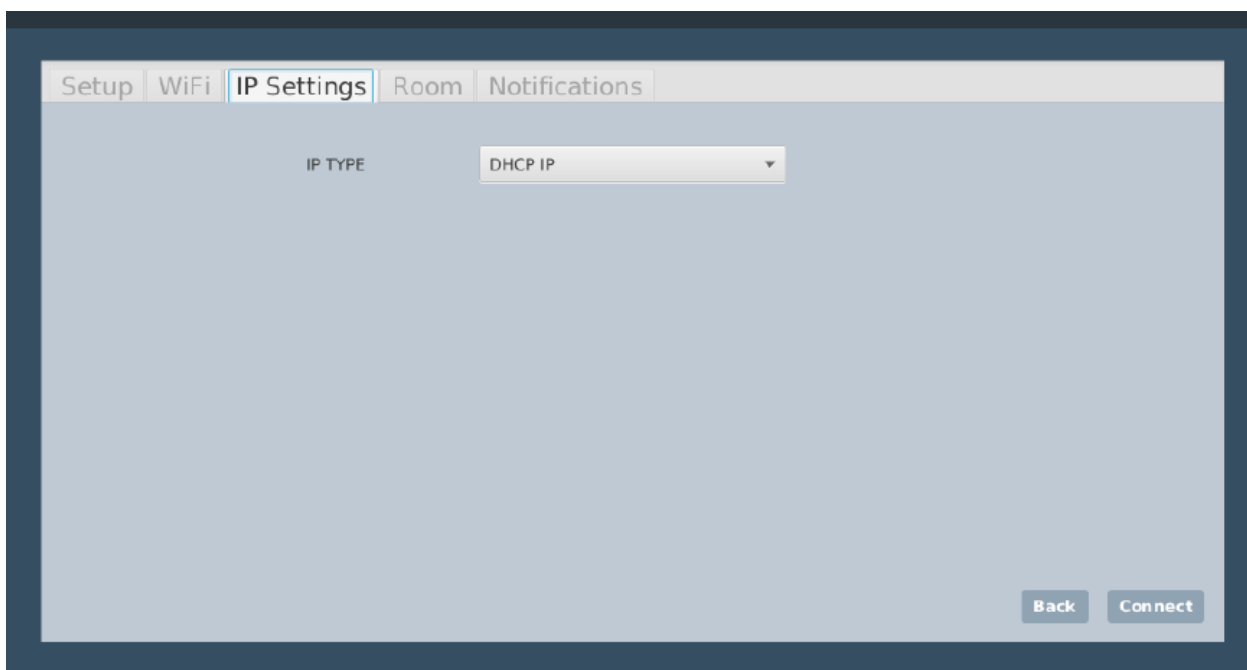
Počas testovania boli identifikované problémy, ktoré sa vyskytli pri pripájaní zariadenia na lokálnu WIFI. Počas pripájania zariadenia na novú sieť sa niekoľko krát stalo, že softvér ukázal Error a pripojenie zlyhalo. Táto chyba bola následne odstránená pri aktualizácii softvéru. Pri prihlasovaní k novým sieťam bolo potrebné postupovať nasledovne.

Siete sú zoradené podľa sily signálu, je potrebné vybrať požadovanú sieť.



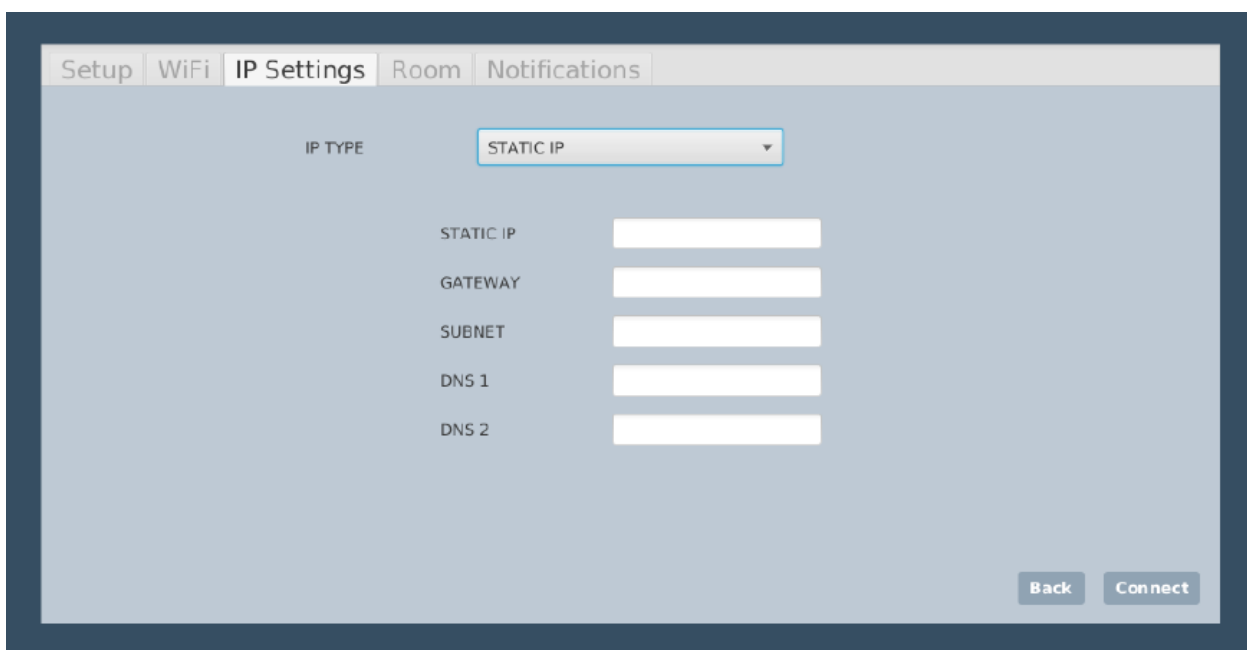
Obrázok 27: Detekčná stanica – nastavenie siete

Pokiaľ nie je potrebná statická IP adresa siete je detekčná stanica pripojená a je potrebné ponechanie typu IP ako DHCP IP.



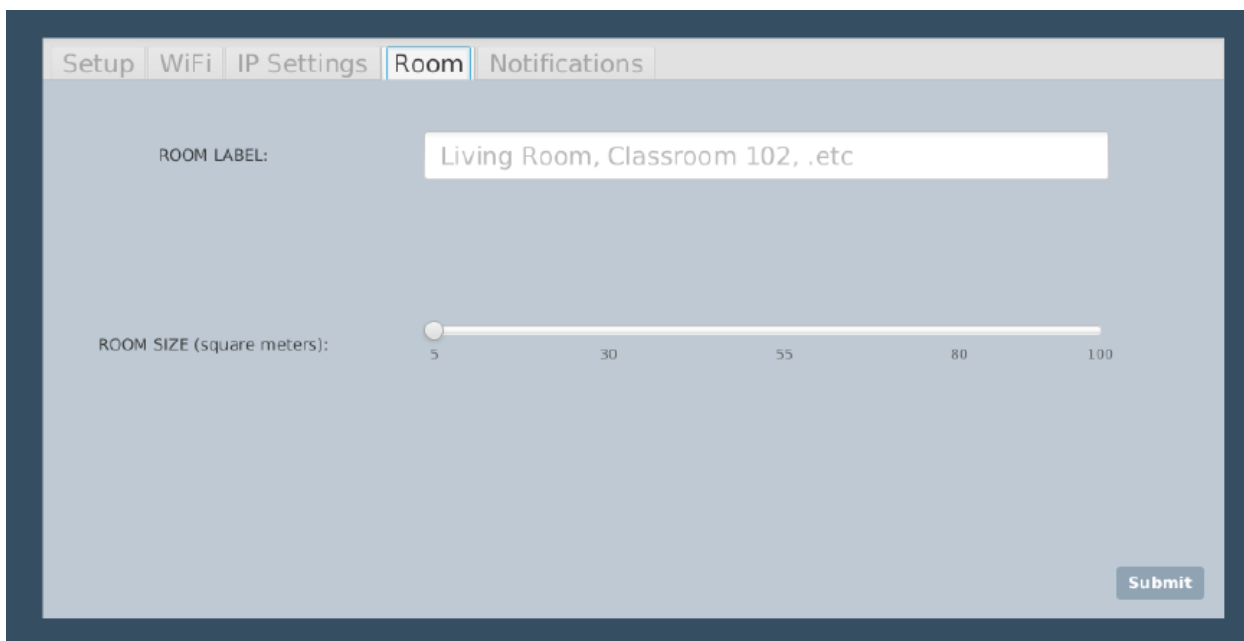
Obrázok 28: Detekčná stanica – IP nastavenia

V prípade, že počas prihlasovania bola vybraná statická IP je potrebné vyplniť nevyhnutné náležitosti, ktoré treba overiť so správcom siete.



Obrázok 29: Detekčná stanica – IP nastavenia

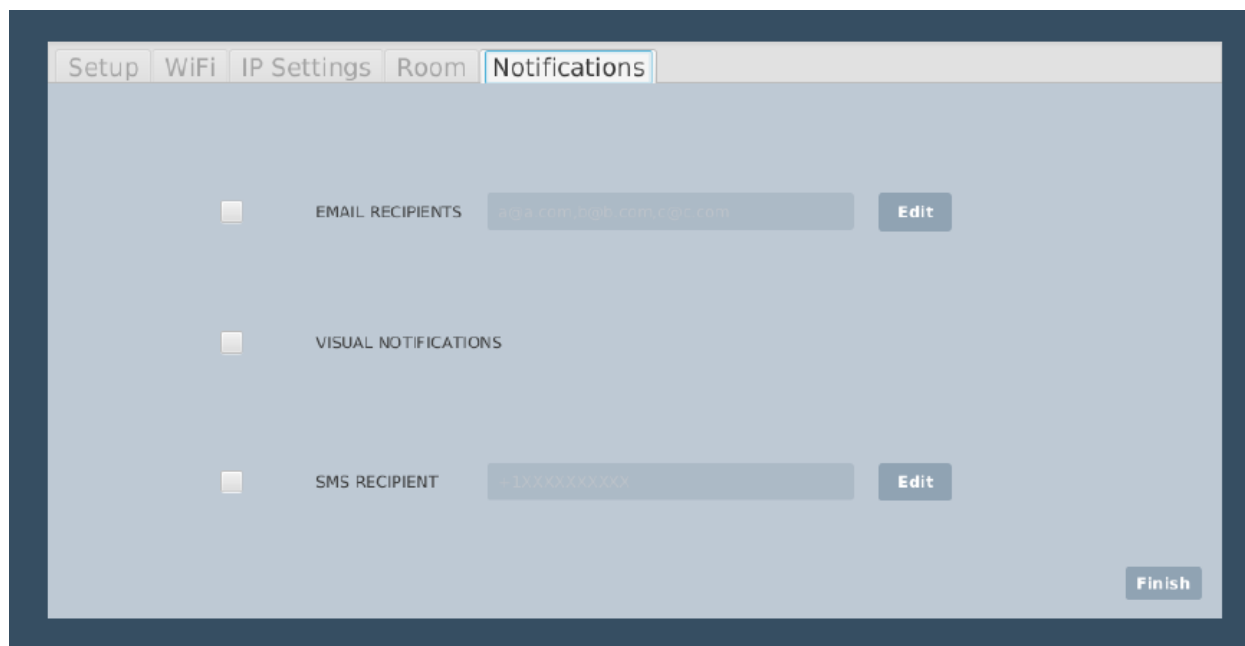
Následne je potrebné pomenovanie miestnosti v ktorej sa bude detekcia vykonávať, pričom zadanie veľkosti miestnosti nie je nevyhnutne potrebné na vykonanie detekcie.



The screenshot shows the 'Room' configuration screen. At the top, there are tabs for 'Setup', 'WiFi', 'IP Settings', 'Room', and 'Notifications'. The 'Room' tab is selected. Below the tabs, there is a 'ROOM LABEL' field with the text 'Living Room, Classroom 102, .etc'. Below that is a 'ROOM SIZE (square meters)' slider with a range from 5 to 100. A 'Submit' button is located in the bottom right corner.

Obrázok 30: Detekčná stanica – nastavenie miestnosti

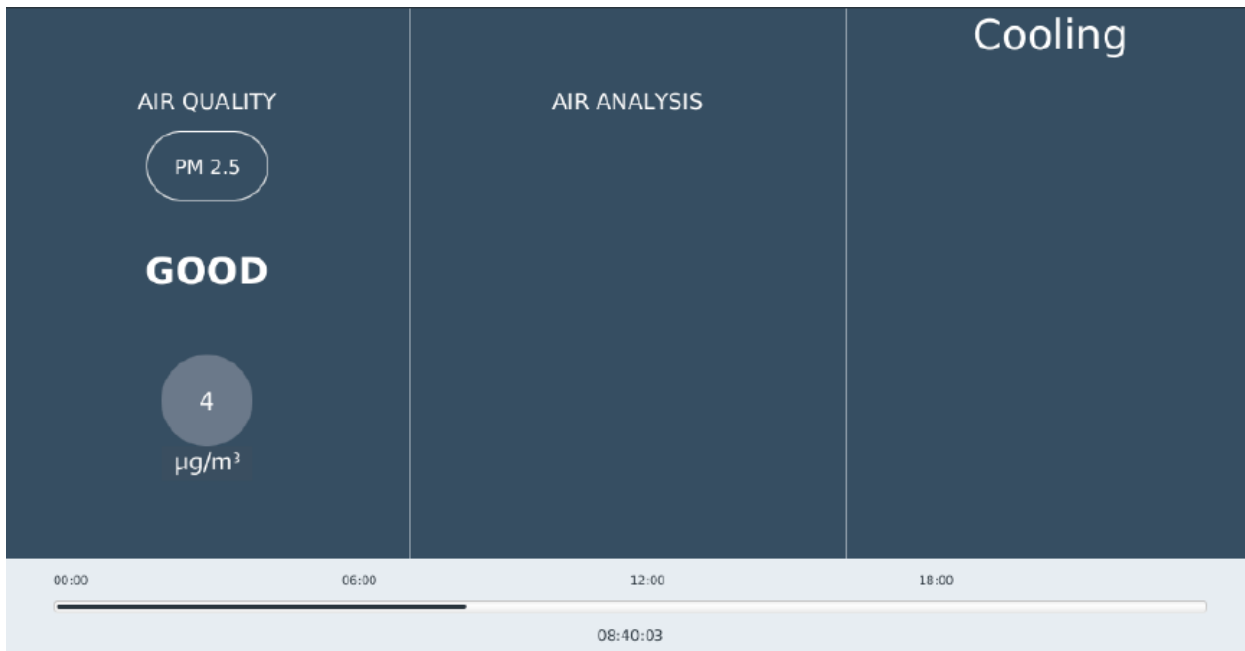
Následne je potrebné vybrať spôsob notifikácie a upozornení z daných možností. Na výber sú tri základné možnosti, ktoré môžu byť využité individuálne alebo skupinovo. Upozornenia môžu byť zasielané emailom, SMS správou alebo vizuálnou notifikáciou na displeji. Po zadaní potrebných údajov je nutné uložiť nastavenie.



The screenshot shows the 'Notifications' configuration screen. At the top, there are tabs for 'Setup', 'WiFi', 'IP Settings', 'Room', and 'Notifications'. The 'Notifications' tab is selected. Below the tabs, there are three notification options: 'EMAIL RECIPIENTS' with a text field containing '454.com, 646.com, 646.com' and an 'Edit' button; 'VISUAL NOTIFICATIONS' with a checkbox; and 'SMS RECIPIENT' with a text field containing '+1XXXXXXXXXX' and an 'Edit' button. A 'Finish' button is located in the bottom right corner.

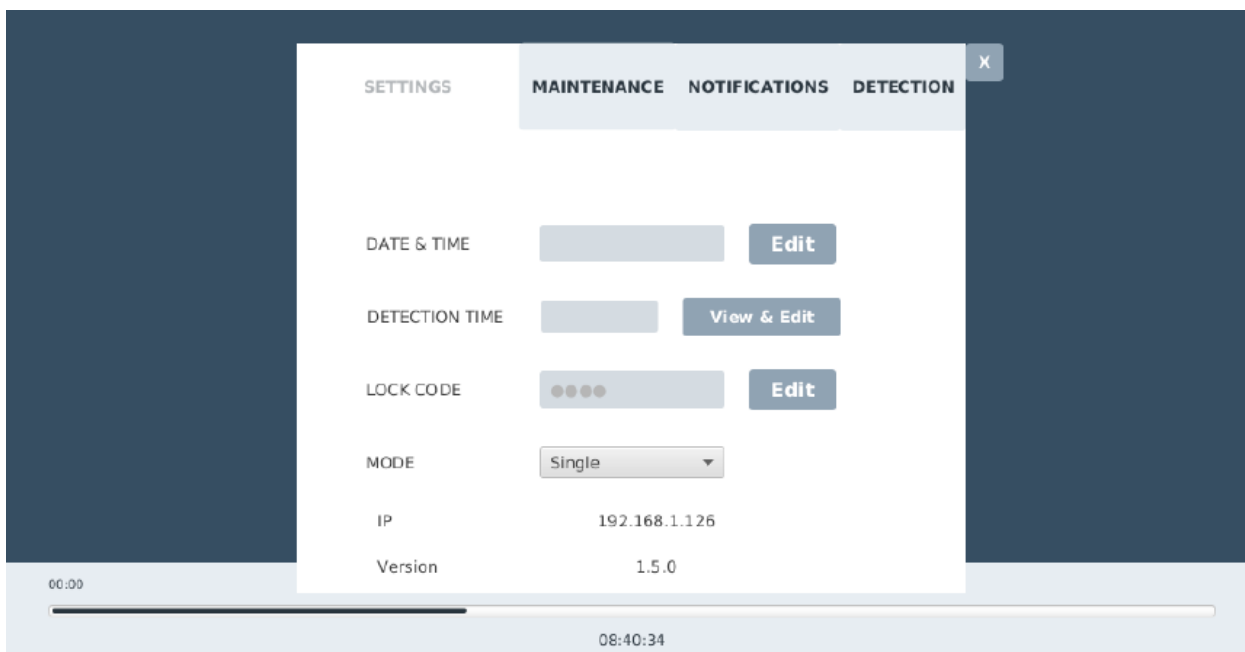
Obrázok 31: Detekčná stanica – nastavenie notifikácie

Hlavná obrazovka obsahuje 3 panely. Ľavý panel zobrazuje počet častíc a hodnotenie kvality vzduchu. Stredný panel zobrazuje posledné informácie o udalosti detekcie (či je priestor bezpečný alebo ukáže upozornenie). Pravá časť panelu ukazuje aktuálnu prevádzku systému, na obrázku prebieha chladenie systému.



Obrázok 32: Detekčná stanica – hlavná obrazovka

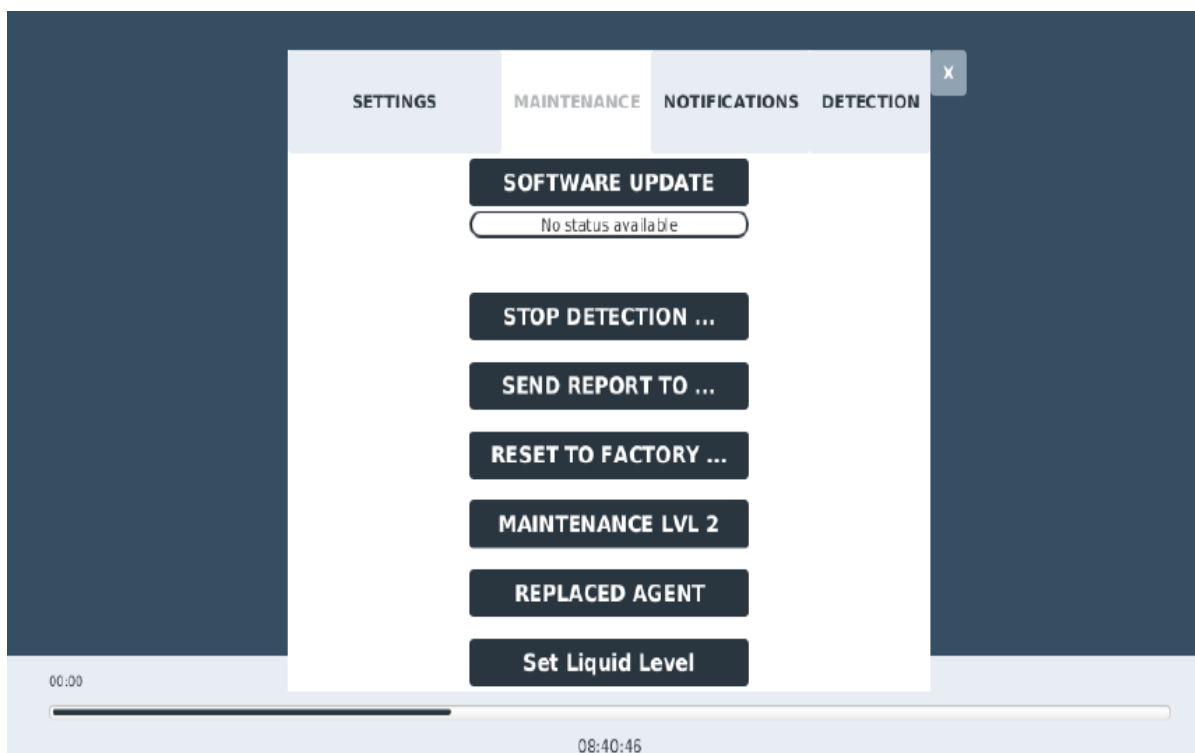
Ponuka nastavení obsahuje 4 sekcie a to Nastavenie, Údržba, Upozornenia, Detekcia. V sekcii nastavenia sa zadávajú základné informácie ako čas, dátum, pracovný čas detekcie a mód detekcie.



Obrázok 33: Detekčná stanica – nastavenia

V sekcii údržba sa nastavuje:

1. Software Update - aktualizácia softvéru, zariadenie sa pripojí k serveru a skontroluje či je vydaná aktualizácia softvéru
2. Stop Detection... zastaví funkciu nepretržitej detekcie
3. Send Report to - systém odošle údaje vývojárom
4. Reset to Factory – odstráni sa systémové údaje, siete Wi-Fi a ďalšie nastavenia, obnovia sa výrobné nastavenia
5. Maintenance LVL 2 - údržba LVL je sekcia pre nastavovanie systému servisným technikom, sekcia je chránená heslom
6. Replaced Agent - výmena agenta
7. Set Liquid Level - nastavenie hladiny kvapaliny a vytvorenie referenčného bodu pre zbernú komoru



Obrázok 34: Detekčná stanica – údržba

V sekcii Detekcia je heslom chránená sekcia grafov, ktorá je určená pre servisného technika. Samotná detekcia môže prebiehať v jednom z troch režimov. V Single Mode, v režime beží 1 zbieranie a 1 analytický cyklus. V Continuous režime beží zbieranie a analytický cyklus bez prestania. Zároveň je tu možnosť naplánovať si harmonogram meraní.

Po zapnutí zariadenia prebieha prvotná funkcia chladenia, ktorá je potrebná na vykonanie presných meraní. Po ochladení zariadenia je možné vykonanie spustenia samotného testu.

Pri stlačení tlačidla „Run test“ zariadenie automaticky vykoná optickú kalibráciu. Proces kalibrácie trvá približne 15 minút. Po vykonaní kalibrácie systému sa spustí samotné testovanie podľa vopred zvoleného režimu (jednorázové meranie, nepretržité meranie alebo podľa rozvrhu).

1. Systém sa spustí prostredníctvom pravidelných detekčných cyklov



Obrázok 35: Detekčná stanica – bezpečné prostredie

2. Ak sú zvolené vizuálne upozornenia systém zobrazí jednu z 2 obrazoviek



Obrázok 36: Detekčná stanica – upozornenie o nie bezpečnom prostredí

2.2 Jadro

2.2.1 Simulácia automatickej dezinfekcie

Počas prvotnej fázy projektu sme sa zamerali na to, aby sme vyhládali čo hľadali najlepší spôsob ako zabezpečiť rýchle a efektívne overenie 3D modelu našich zariadení. Po zvážení rôznych možností sme sa rozhodli pre Process Simulate.

Process Simulate predstavuje digitálne riešenie umožňujúce výrobcom a výrobným podnikom overiť a otestovať svoje výrobné procesy v 3D prostredí. Tento nástroj umožňuje praktickú validáciu konceptov výroby a optimalizáciu pomocou 3D dát o produktoch a výrobkoch. Vďaka tomu sa dosahuje vyššia kvalita výroby a rýchlejší nástup výrobných procesov.

Prostredníctvom nástroja Process Simulate je možné overiť a testovať rôzne segmenty výrobného procesu, ako napríklad montážne procesy, ľudské operácie, zváranie, nepretržité procesy vrátane laserového zvárania a lepenia. V rovnakom prostredí je možné simulovať aj robotické procesy, čo umožňuje virtuálnu simuláciu výrobných zón. Simulácia vytvára realistické modely ľudí s ich správaním, robotické ovládače a logiku PLC.

Výhody virtuálnej validácie procesov zahŕňajú možnosť znížiť náklady na zmenu produktov včasným odhalením a komunikáciou problémov s návrhom, minimalizovať riziko výroby pomocou simulácie rôznych výrobných scenárov a zabezpečiť bezpečné a pohodlné pracovné postupy. Ďalšie výhody sú znižovanie nákladov na fyzické prototypy prostredníctvom virtuálnej validácie, optimalizácia časových cyklov prostredníctvom simulácie, včasná validácia mechanických a elektrických integrovaných výrobných procesov (PLC a robotika), včasné overenie uvedenia do prevádzky výroby vo virtuálnom prostredí a zlepšenie kvality procesu emuláciou realistických procesov. Tieto výhody platia počas celého životného cyklu procesu.

Benefity Processu Simulate:

- zníženie nákladov na zmenu produktu vďaka časnému odhaleniu a komunikácii problémov
- zníženie počtu fyzických prototypov vďaka predchádzajúcej virtuálnej validácii
- optimalizácia časov procesu prostredníctvom simulácie
- zabezpečenie ergonomicky bezpečných procesov
- zníženie nákladov pomocou opakovaného využitia štandardných nástrojov a zariadení
- minimalizácia rizika výroby prostredníctvom simulácie niekoľkých výrobných scenárov
- včasné overenie mechanických a elektrických integrovaných výrobných procesov (PLC a robotika)
- včasné overenie spustenia výroby v virtuálnom prostredí
- zvýšenie kvality procesu emuláciou realistických procesov

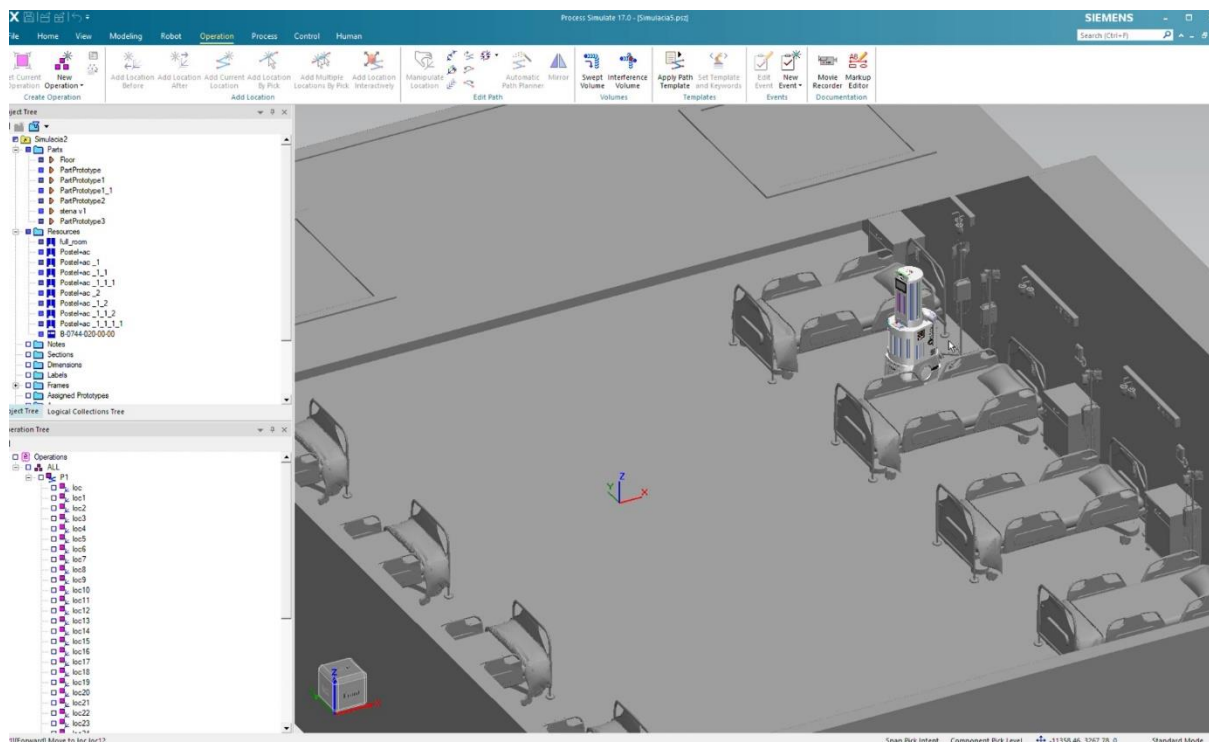
Z dôvodu vyššie uvedených výhod, ktoré Process Simulate ponúka sme sa rozhodli pre tento spôsob validácie 3D modelou. Tieto aspekty programu sú kritické pre overenie konceptu a následné zavedenie do výroby. S Process Simulate sme schopní využiť 3D údaje o produktoch a virtuálne validovať a optimalizovať náš dizajn pred fyzickým vytvorením prototypov. Týmto spôsobom sa znižuje nákladnosť a zvyšuje sa efektivita nášho vývojového cyklu.

Vďaka simulácii virtuálnych výrobných zón sme schopní validovať a minimalizovať riziká výroby týchto zariadení. Proces Simulate nám umožňuje simulovať rôzne segmenty výrobného procesu, vrátane montážneho procesu, ľudských operácií, zvárania a nepretržitých procesov, ako je laserové zváranie a lepenie. Simulácia vytvára realistického človeka s jeho správaním, ako aj robotické

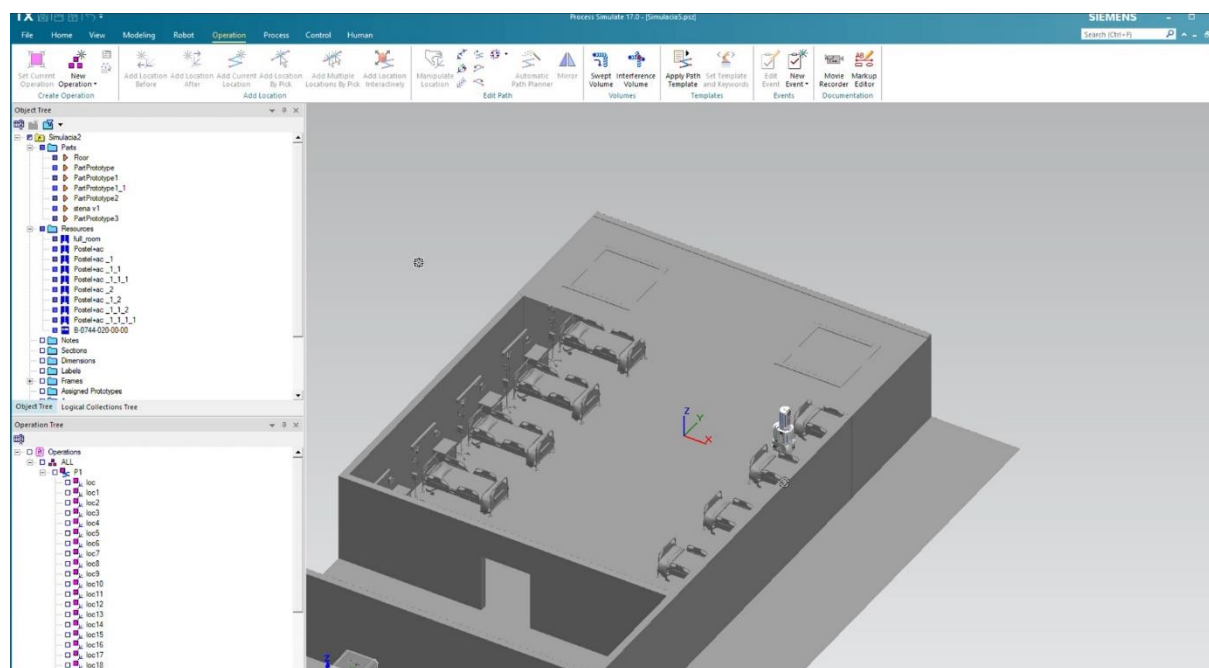
ovládače a logiku PLC. Týmto spôsobom môžeme zabezpečiť ergonomicky bezpečné procesy, ktoré sú kritické pre naše zariadenia.

Vďaka procesu emulácie reálneho procesu môžeme zvýšiť kvalitu a minimalizovať riziko výroby. To je kriticky dôležité pre zabezpečenie, aby naše zariadenia na dezinfekciu a testovanie pacientov boli spoľahlivé a účinné.

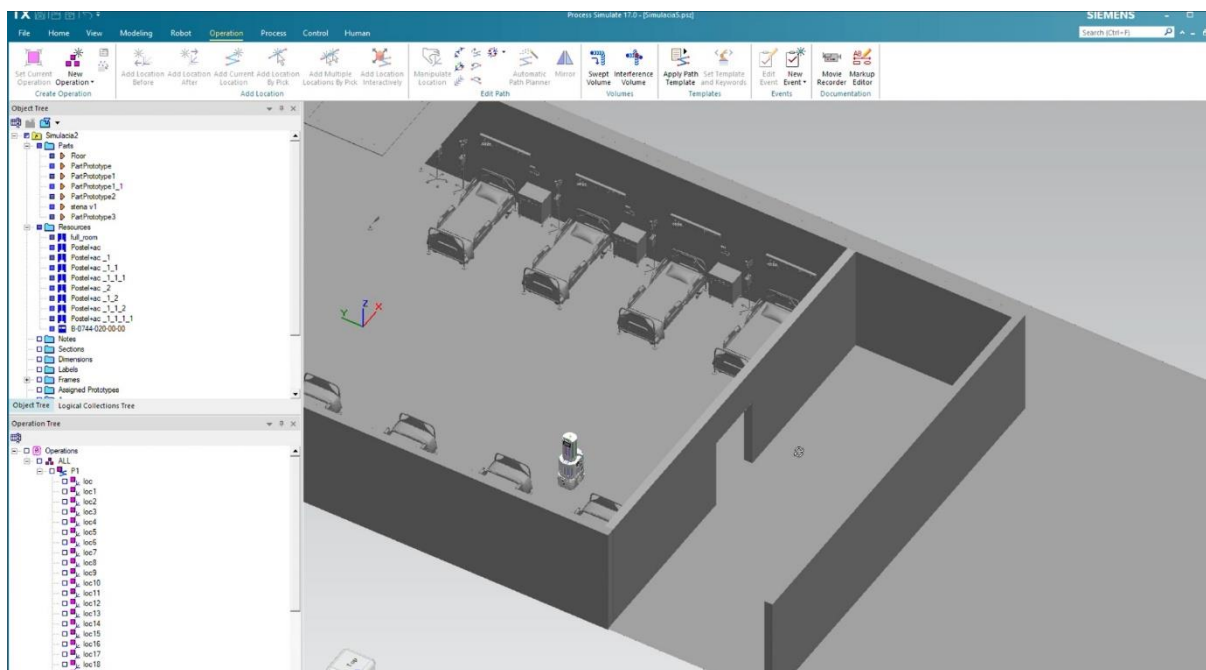
Vzhľadom na všetky tieto výhody sme si vybrali Process Simulate na validovanie 3D modelu automatickej dezinfekcie a robotickej testovacej stanice na testovanie pacientov na Covid



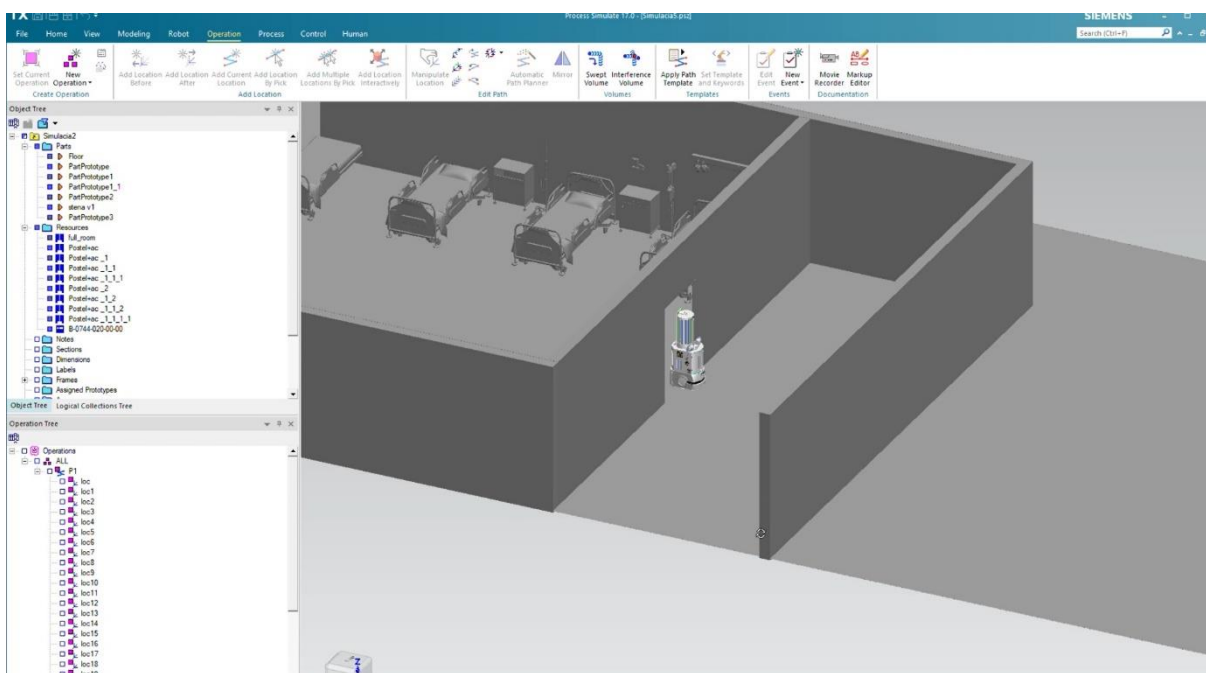
Obrázok 37: Automatická dezinfekcia – simulácia procesu dezinfekcie



Obrázok 38: Automatická dezinfekcia – simulácia procesu dezinfekcie



Obrázok 39: Automatická dezinfekcia – simulácia procesu dezinfekcie



Obrázok 40: Automatická dezinfekcia – simulácia procesu dezinfekcie

2.2.2 3D vizualizácia AR/VR automatickej dezinfekcie

2.2.2.1 Umiestnenie dezinfekcie v rozšírenej realite (AR) v určených priestoroch

Vývoj 3D modelu automatického dezinfekčného robota vybaveného UV dezinfekciou aj ozónovou dezinfekciou je významným krokom vpred v boji proti COVID-19. Robot, postavený na robotickom podvozku Omron, bol navrhnutý tak, aby fungoval automaticky a je kompaktný a flexibilný na použitie v rôznych prostrediach. Integrácia robota do softvéru rozšírenej reality umožňuje virtuálne testovanie a optimalizáciu, čím sa ďalej zvyšujú jeho schopnosti a užitočnosť.

Kompaktný dizajn a flexibilná prevádzka robota ho navyše predurčujú na použitie v širokej škále prostredí vrátane kancelárií, škôl, nemocníc, verejnej dopravy a iných preplnených vnútorných priestorov. Táto všestrannosť v kombinácii s jeho automatizovanou prevádzkou znamená, že robot môže byť nasadený rýchlo a jednoducho a môže poskytnúť ďalšiu vrstvu ochrany proti šíreniu vírusu.

Schopnosť automaticky dezinfikovať povrchy a vzduch pomocou UV žiarenia a ozónu má potenciál výrazne znížiť šírenie vírusu v rôznych prostrediach. Toto je obzvlášť dôležité v preplnených vnútorných priestoroch, kde sa vírus môže ľahko šíriť z človeka na človeka. Vďaka kompaktným rozmerom a schopnosti pracovať automaticky je robot ideálny na použitie v týchto typoch prostredia, pretože sa môže voľne pohybovať a rýchlo a efektívne dezinfikovať veľké plochy.

Okrem toho integrácia robota do rozšírenej reality umožňuje virtuálne testovanie a optimalizáciu. To dovoľuje používateľom vidieť, ako bude robot fungovať v rôznych prostrediach a vykonať potrebné úpravy pred jeho nasadením v reálnom prostredí. Táto schopnosť tiež umožňuje testovanie v kontrolovanom, simulovanom prostredí, čím sa znižuje riziko personálu, ktorý testovanie vykonáva vystaveniu sa vírusu počas testovacieho procesu.

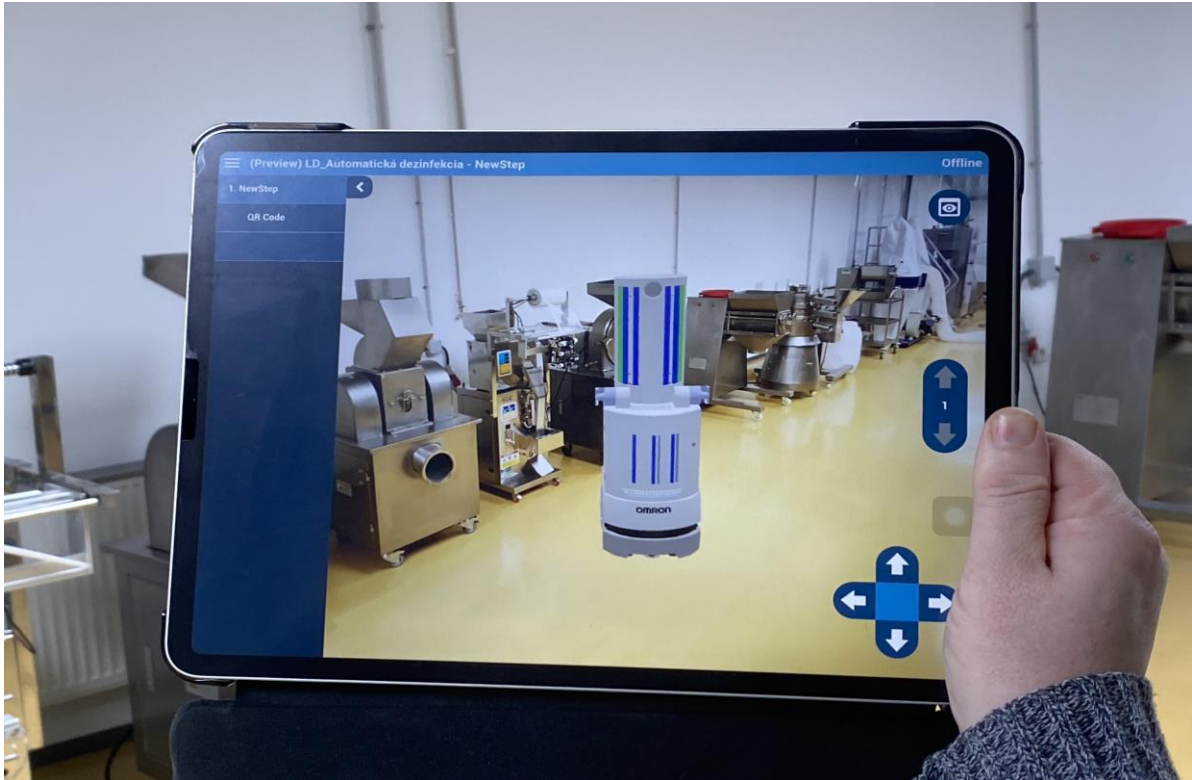
Úspešné testovanie 3D modelu v rozšírenej a virtuálnej realite je dôkazom potenciálu tejto technológie pomôcť kontrolovať šírenie COVID-19. Schopnosť automaticky dezinfikovať povrchy a vzduch pomocou UV žiarenia a ozónu má potenciál výrazne znížiť šírenie vírusu a pomôcť chrániť verejné zdravie. Automatický dezinfekčný robot ako taký má potenciál byť cenným nástrojom v prebiehajúcom boji proti COVID-19.

Na záver, vývoj 3D modelu automatického dezinfekčného robota vybaveného UV dezinfekciou aj ozónovou dezinfekciou je významným krokom vpred v boji proti COVID-19. Úspešné testovanie modelu v rozšírenej a virtuálnej realite poskytuje dôveru a potvrdzuje jeho schopnosť efektívne kontrolovať šírenie vírusu a chrániť verejné zdravie.

Automatická dezinfekcia bola testovaná v rozšírenej realite v rôznych situáciách a priestoroch, aby sa zabezpečila čo najširšia využiteľnosť tohoto zariadenia. Nižšie môžeme vidieť zábery z testovania.



Obrázok 41: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v farmaceutickom a potravinárskom priemysle (dezinfekcia blistrovacieho zariadenia)



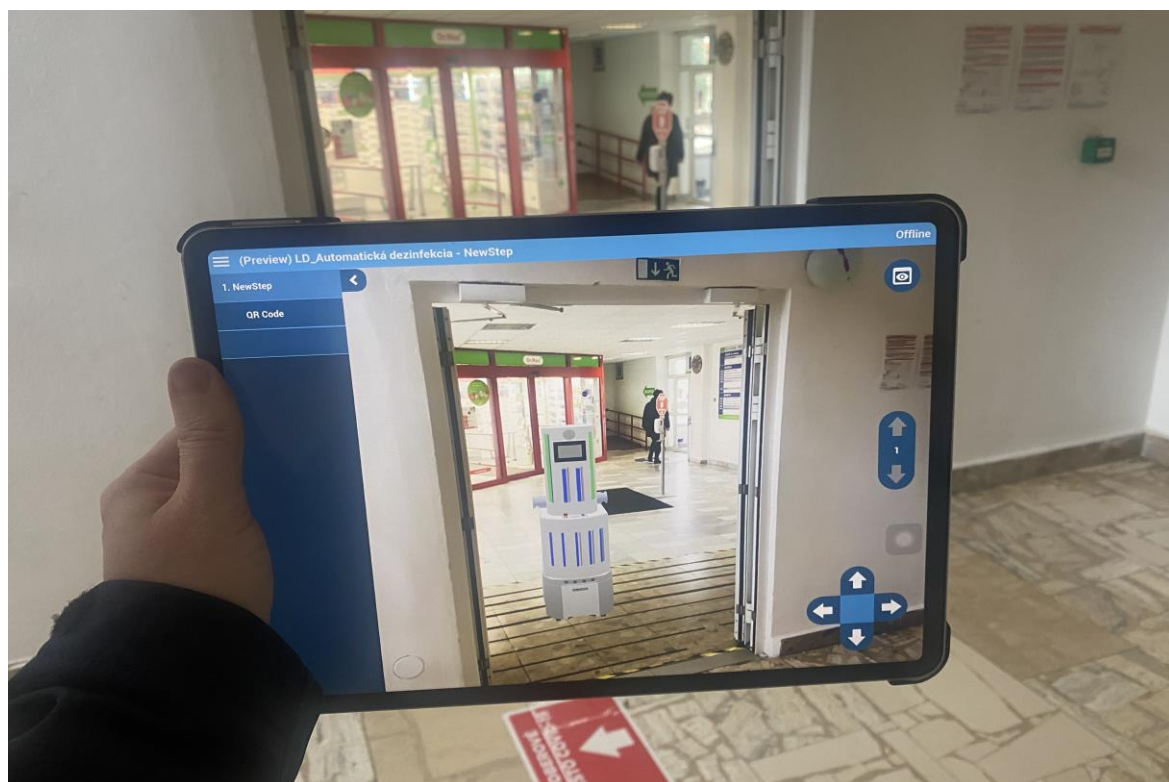
Obrázok 42: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v farmaceutickom a potravinárskom priemysle (dezinfekcia výrobných priestorov)



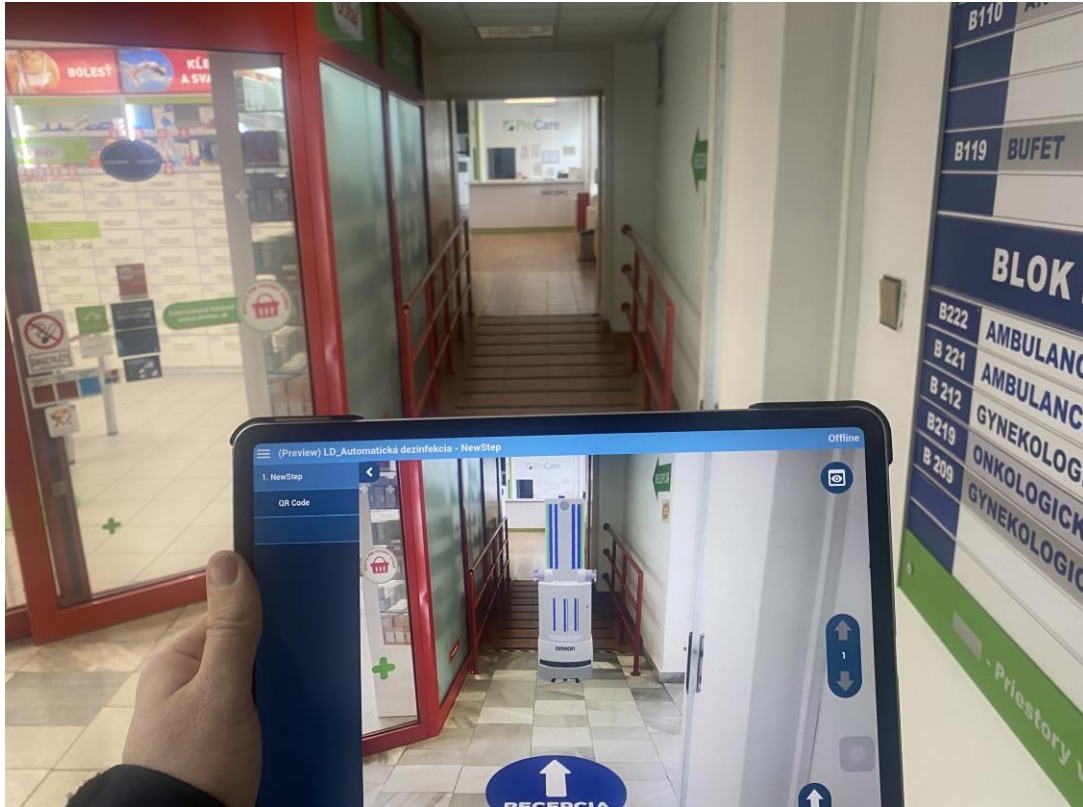
Obrázok 43: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v farmaceutickom a potravinárskom priemysle (dezinfekcia blistrovacieho zariadenia)



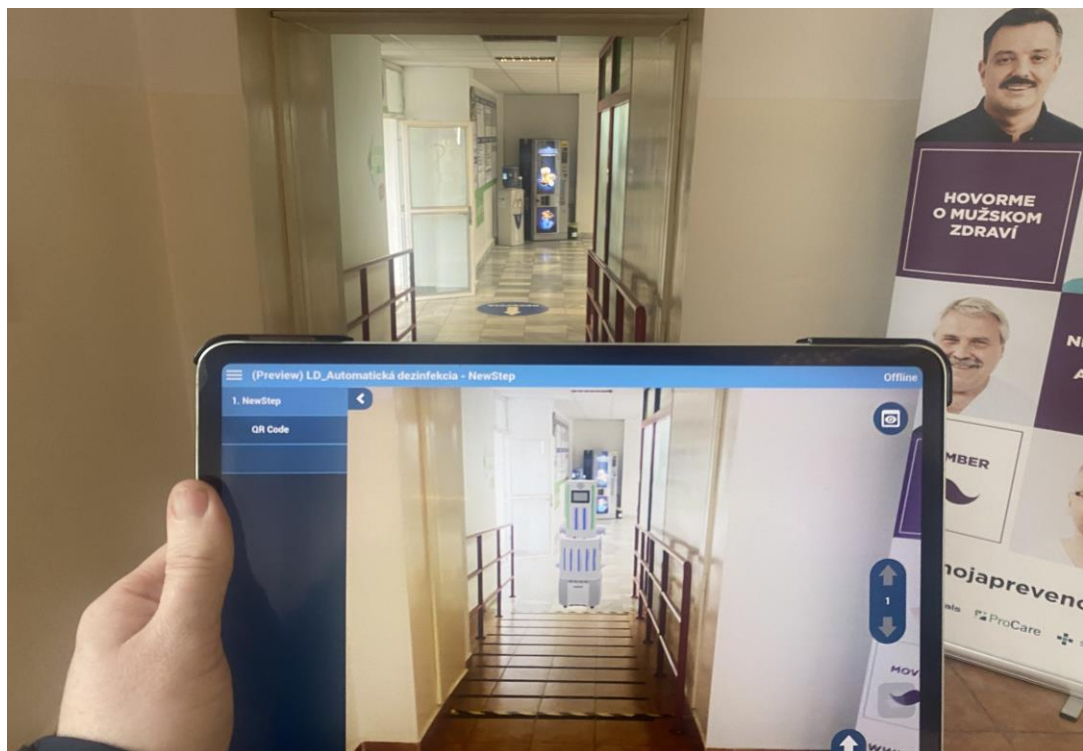
Obrázok 44: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (dezinfekcia vstupnej haly)



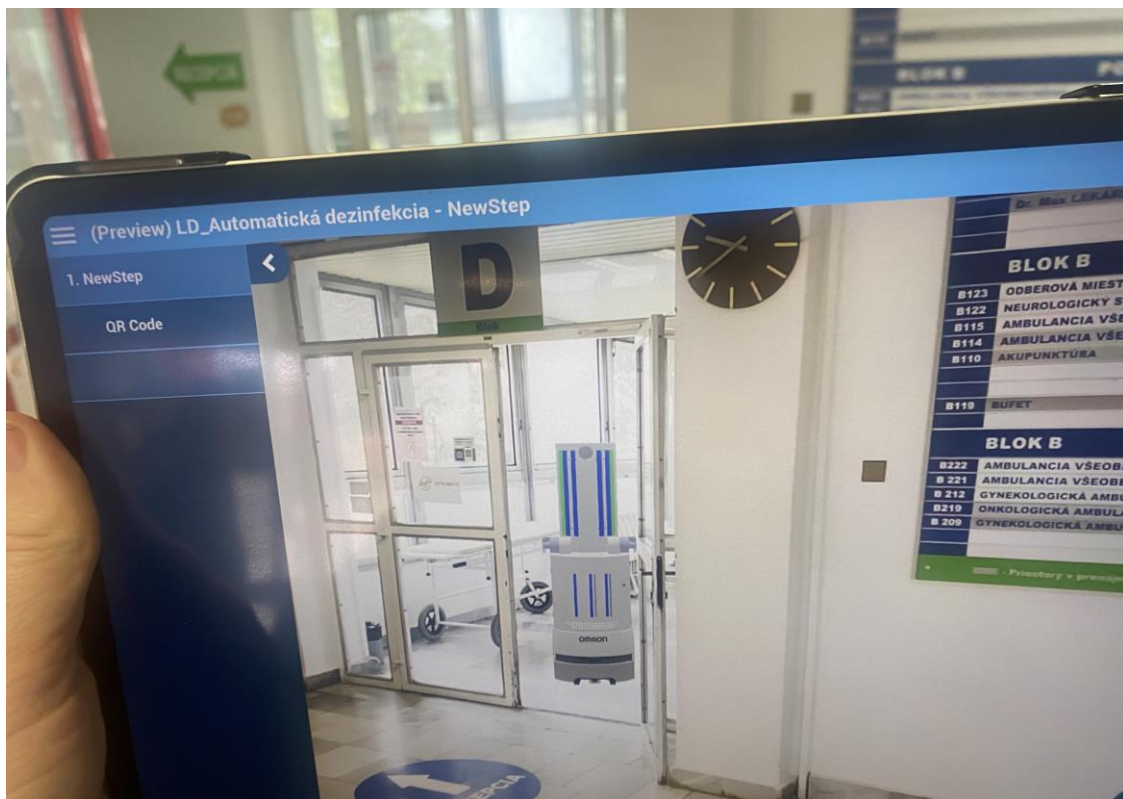
Obrázok 45: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia prechodu cez bezbariérové dvere)



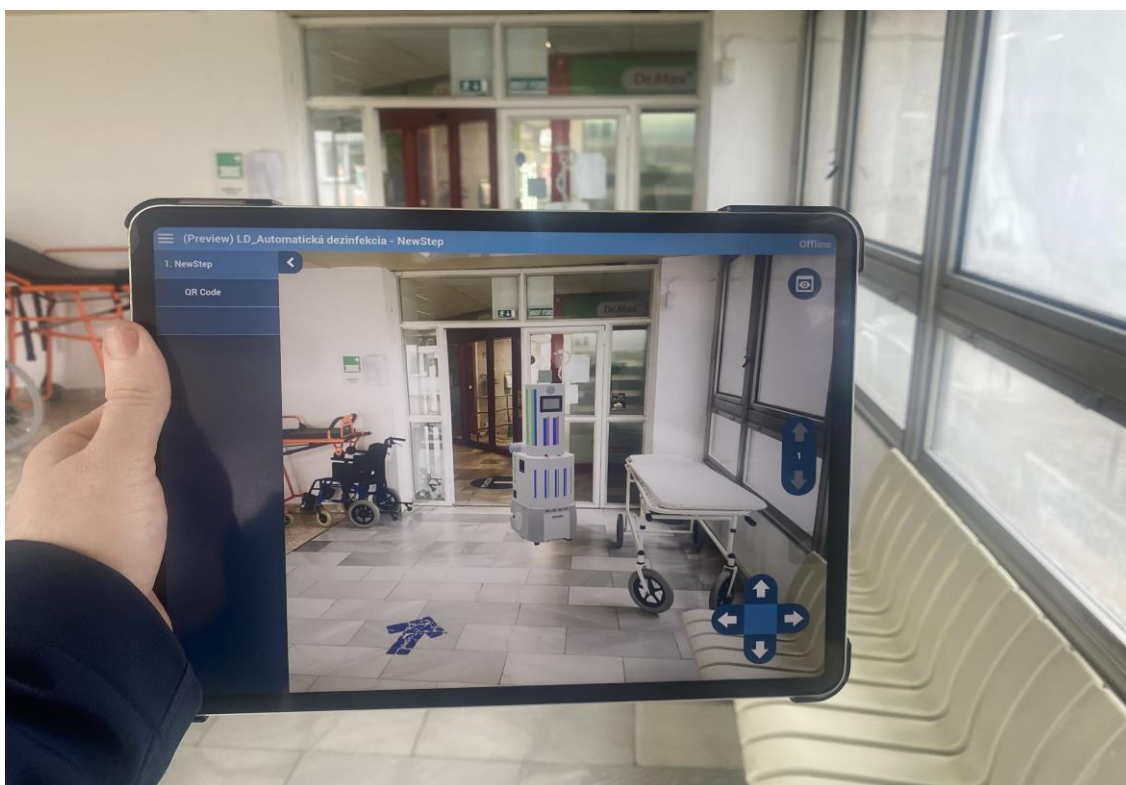
Obrázok 46: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia prechodu cez bezbariérové dvere)



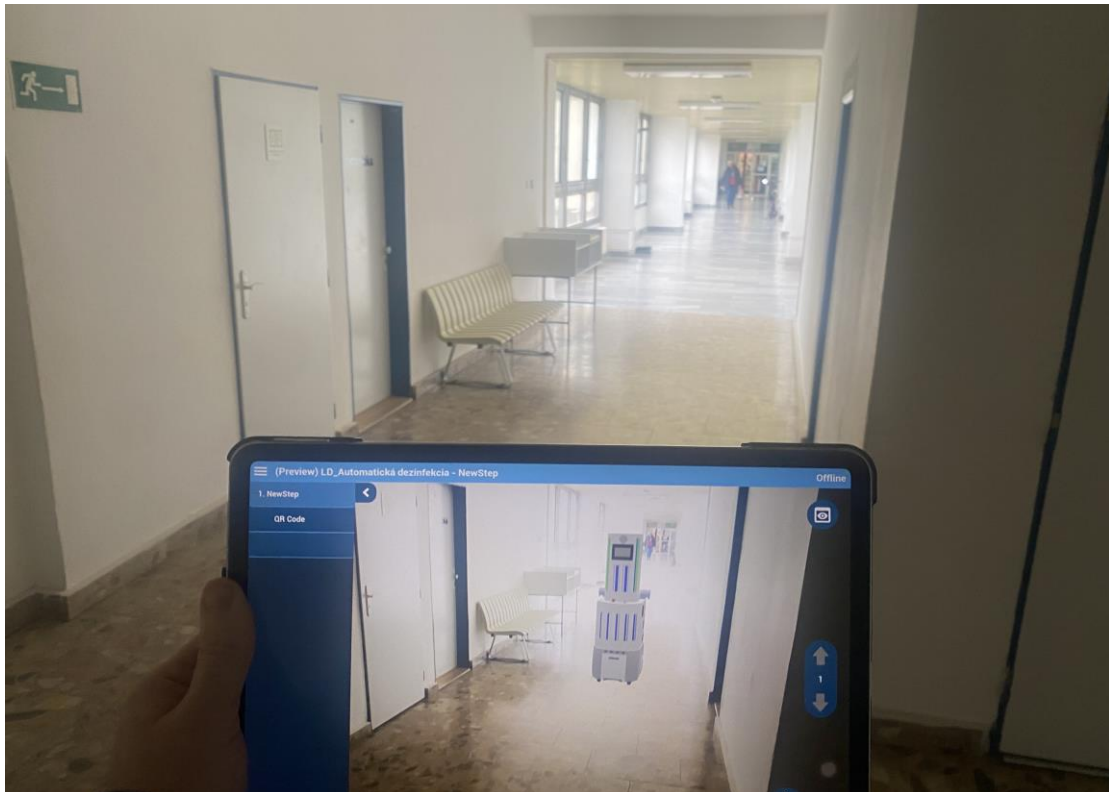
Obrázok 47: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia prechodu cez bezbariérové dvere)



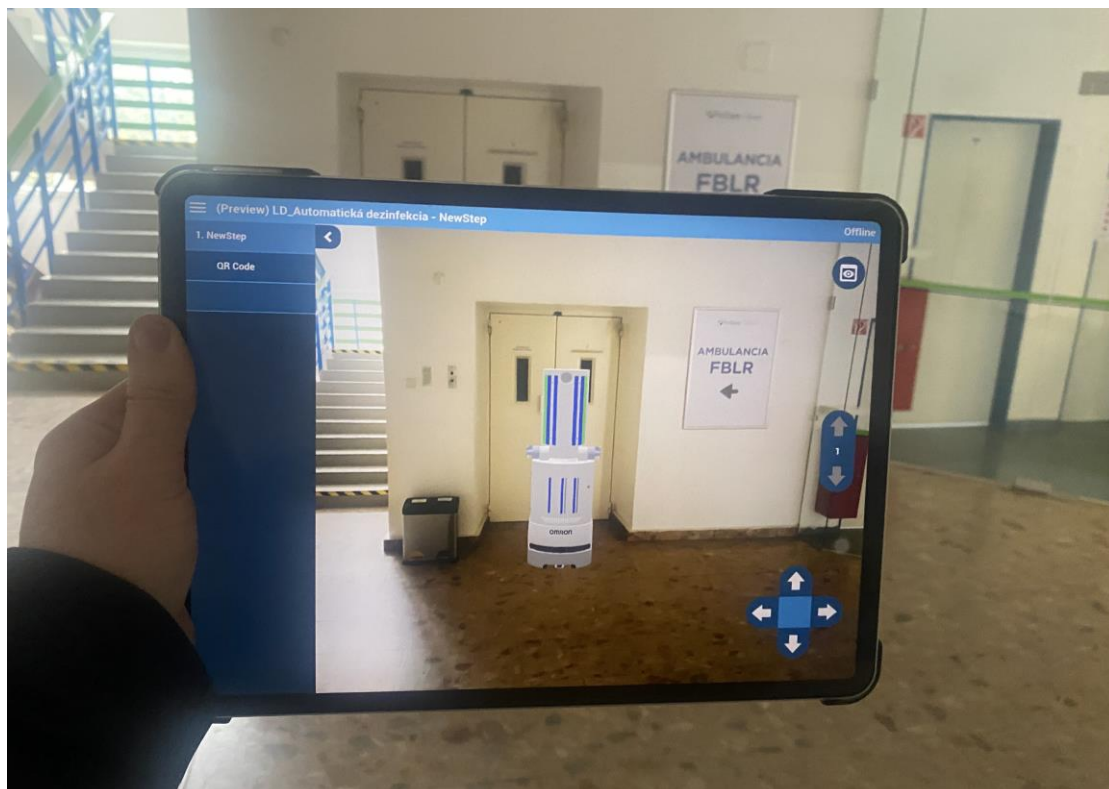
Obrázok 48: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia prechodu zúženým priestorom)



Obrázok 49: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia prechodu cez bezbariérové dvere)



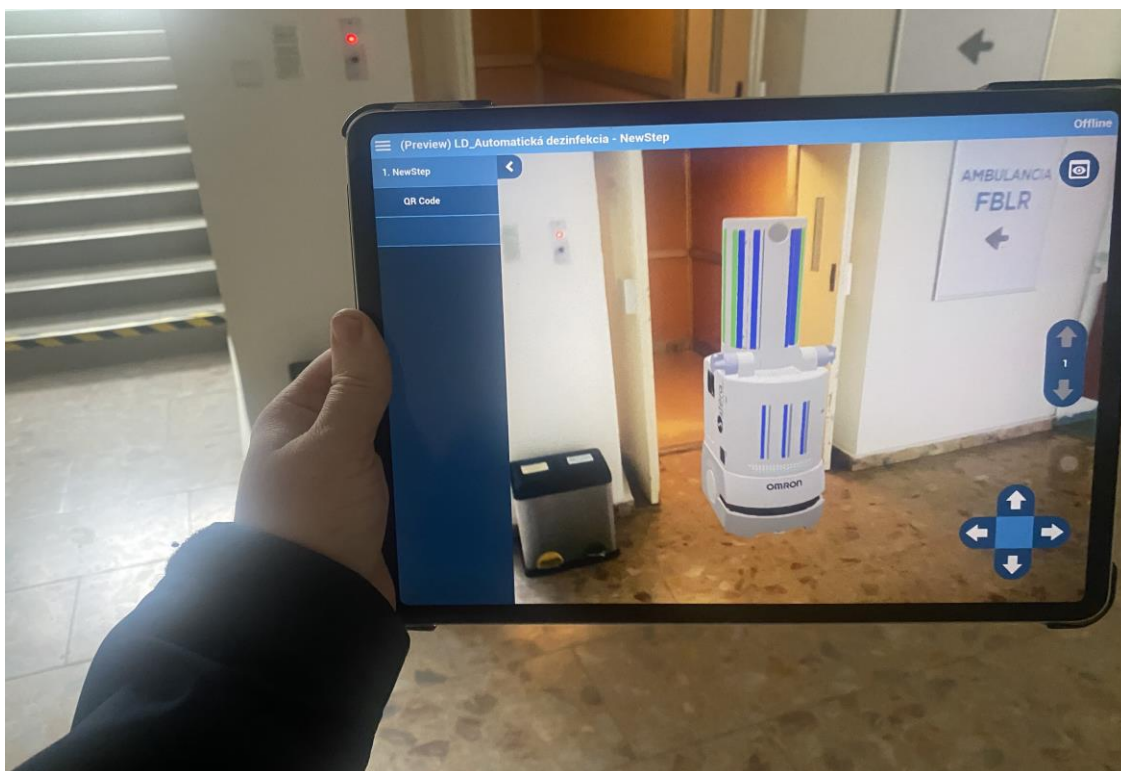
Obrázok 50: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia dezinfekcie chodieb)



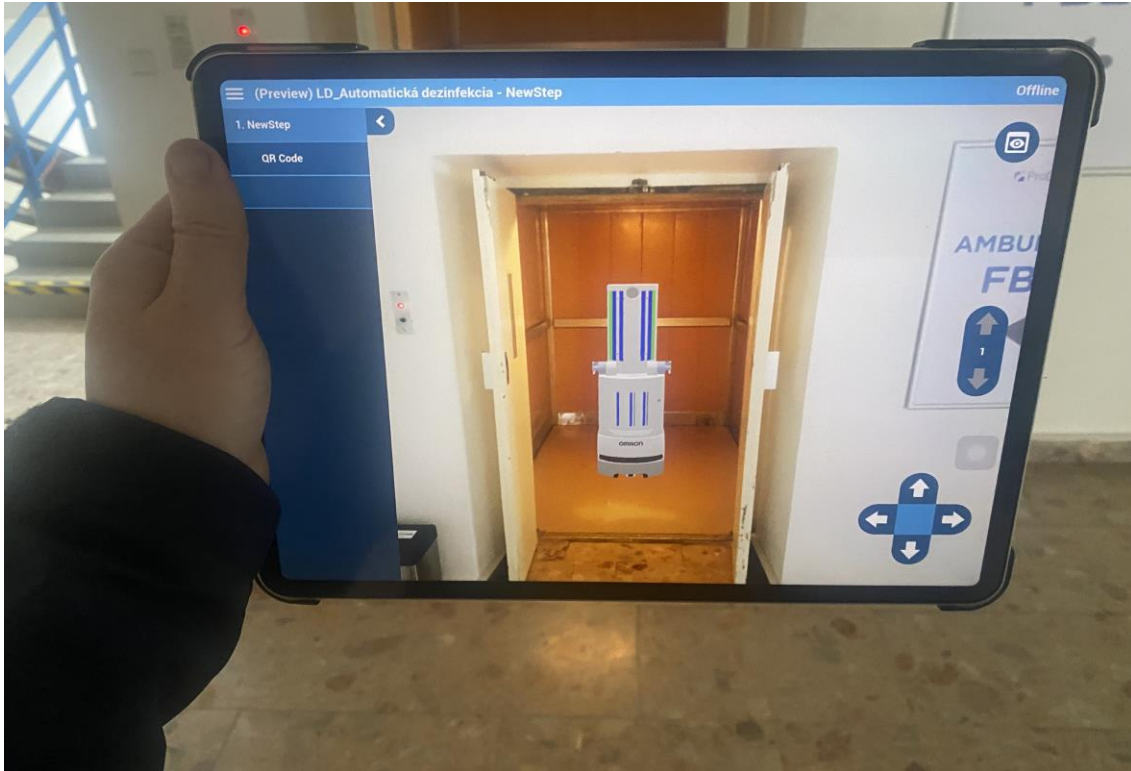
Obrázok 51: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia vstupu automatickej dezinfekcie do výťahu)



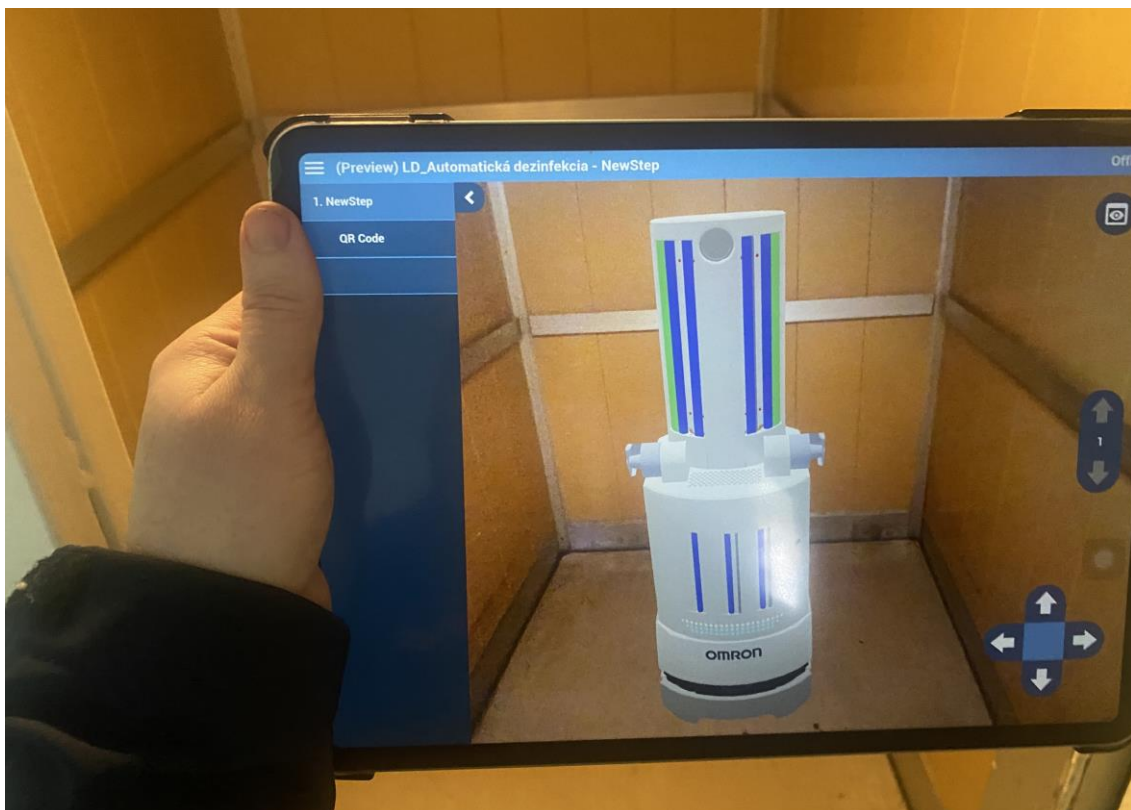
Obrázok 52: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadení v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia vstupu automatickej dezinfekcie do výťahu)



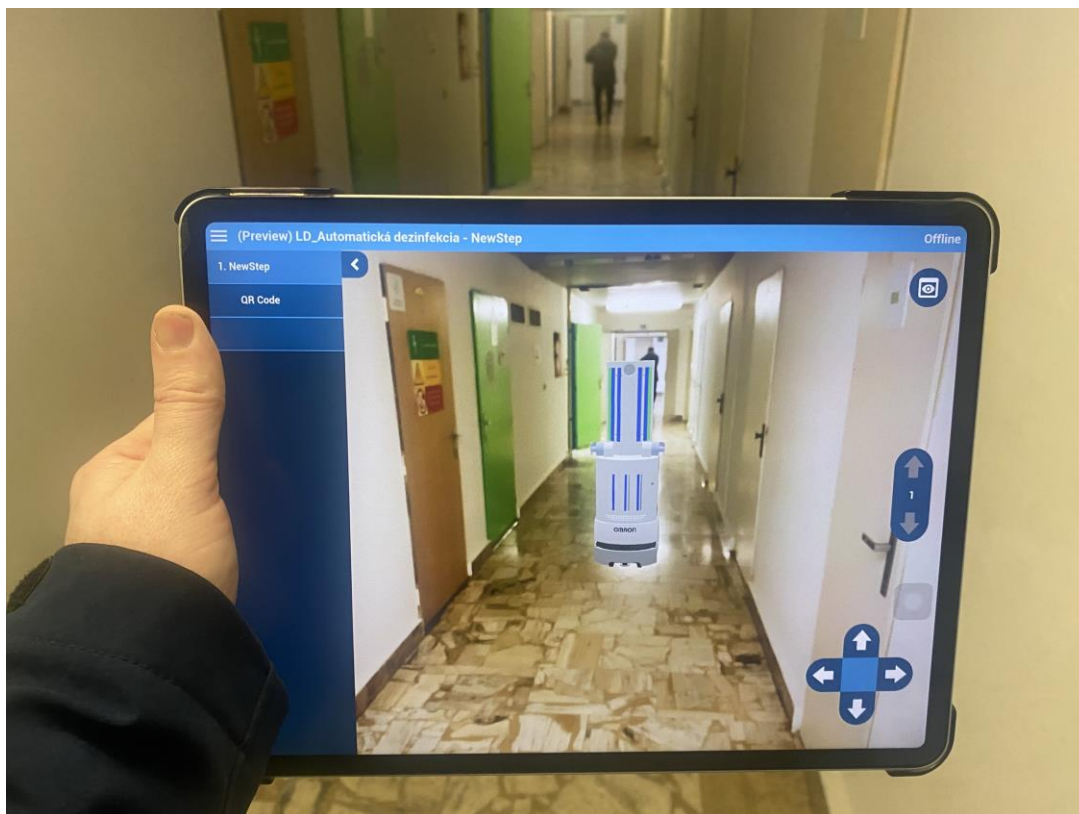
Obrázok 53: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadení v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia vstupu automatickej dezinfekcie do výťahu)



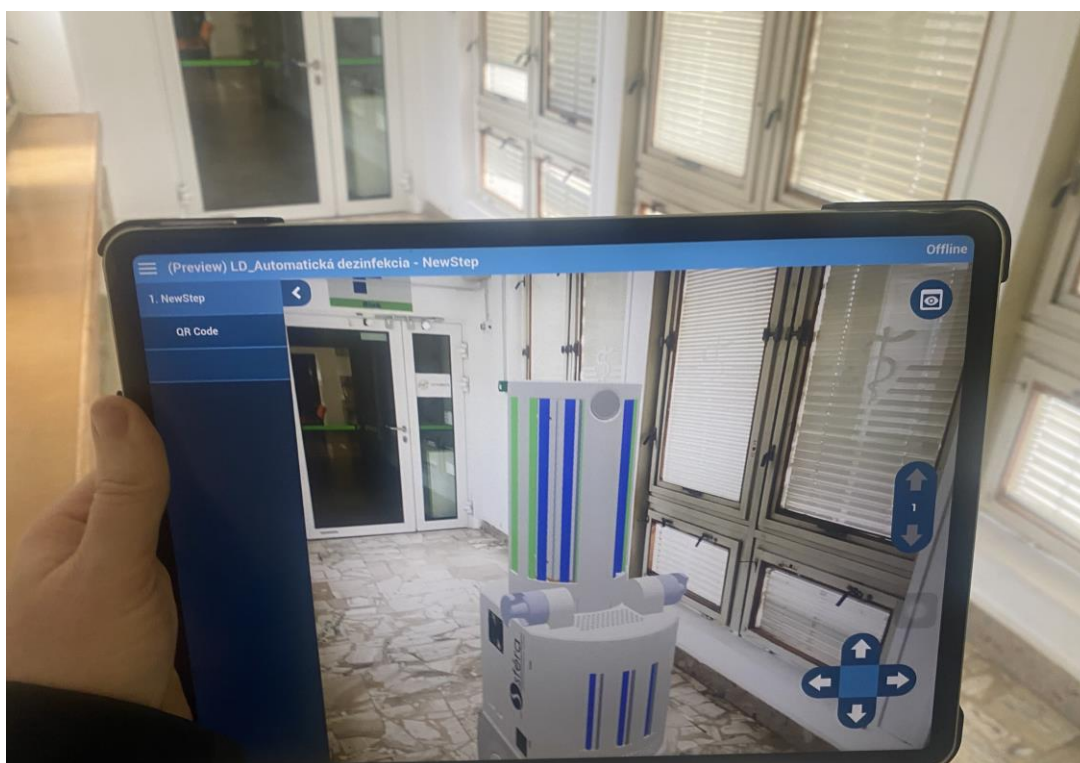
Obrázok 54: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia vstupu automatickej dezinfekcie do výťahu)



Obrázok 55: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia vstupu automatickej dezinfekcie do výťahu)



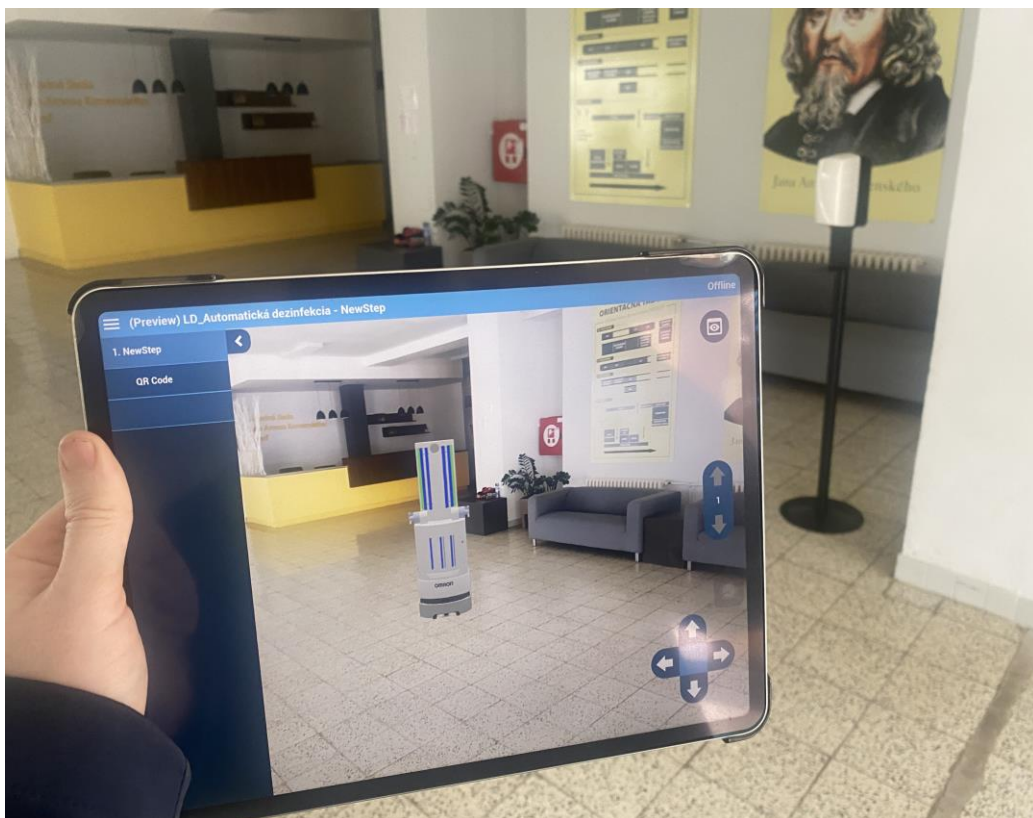
Obrázok 56: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia dezinfekcie chodieb)



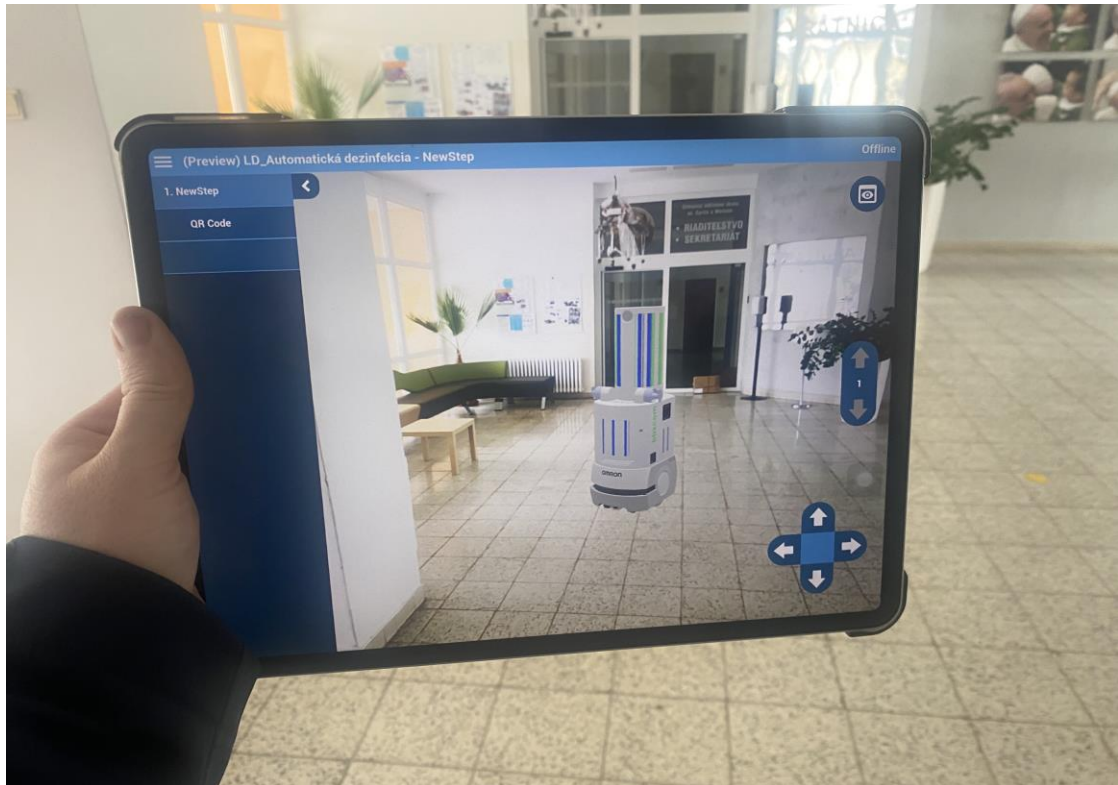
Obrázok 57: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia dezinfekcie chodieb)



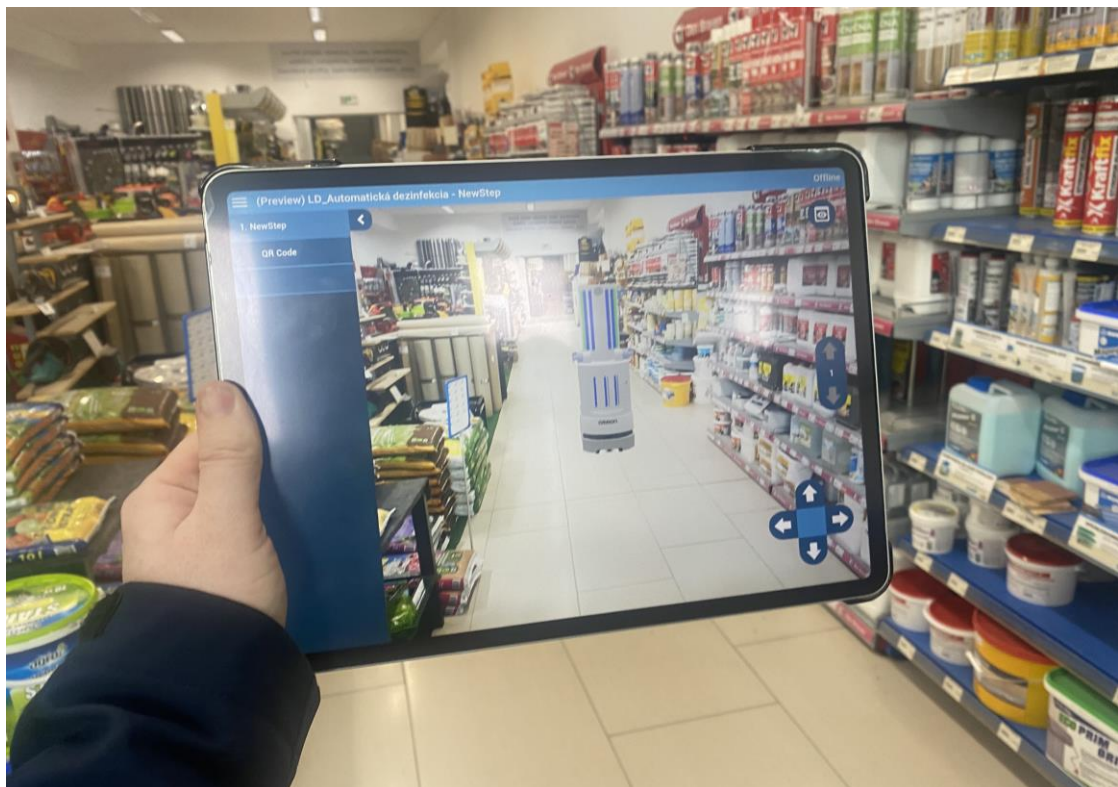
Obrázok 58: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch vlakovej stanice



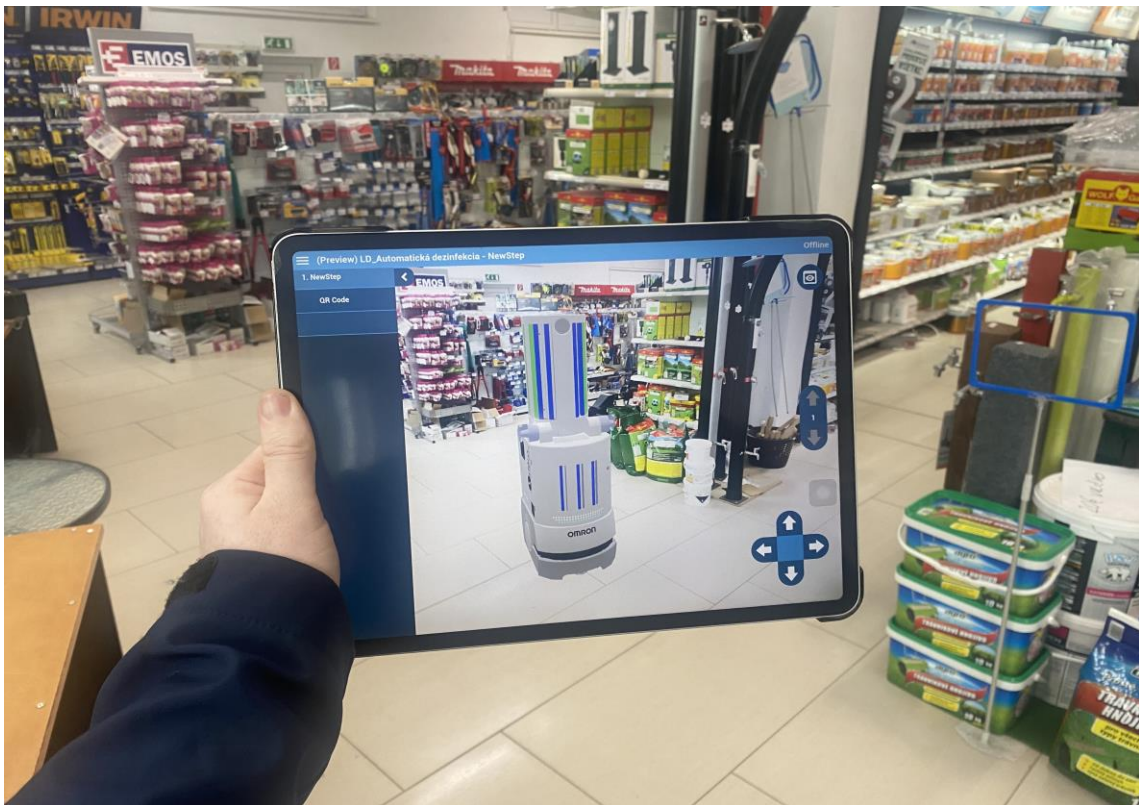
Obrázok 59: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia na školách



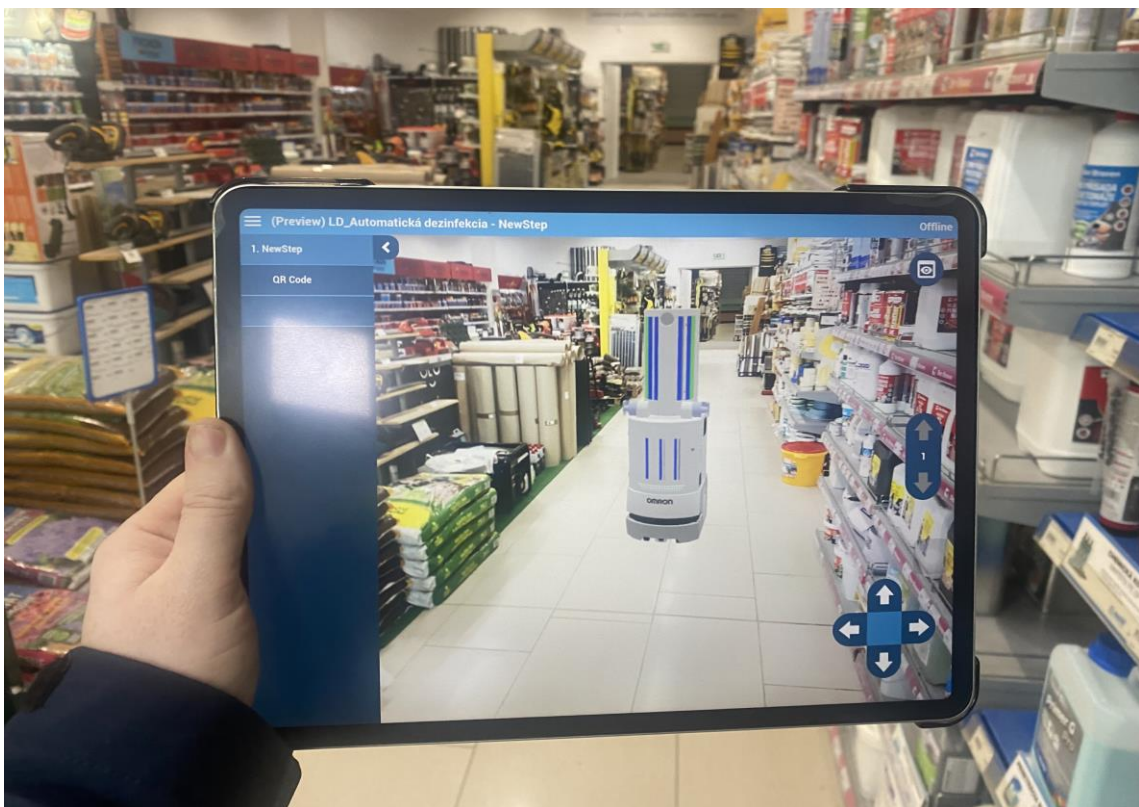
Obrázok 60: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia na školách



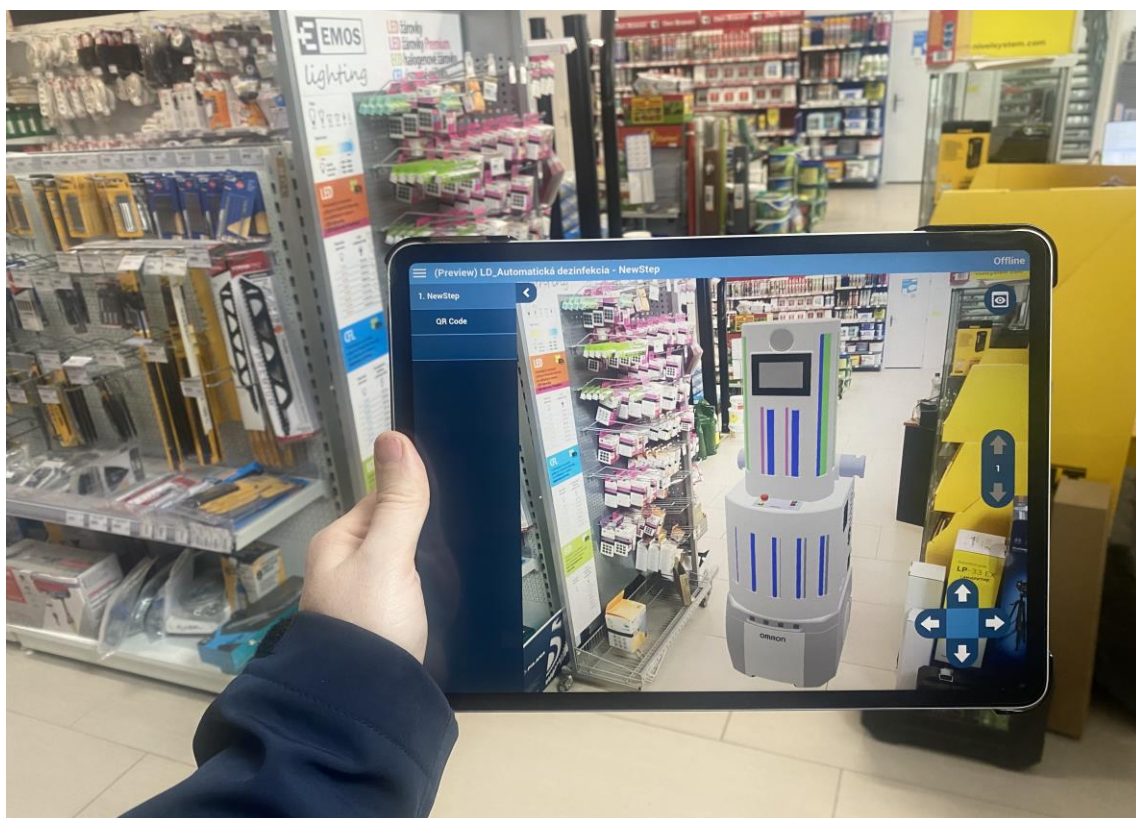
Obrázok 61: Automatická dezinfekcia – testovanie zariadenia v obchodných priestoroch



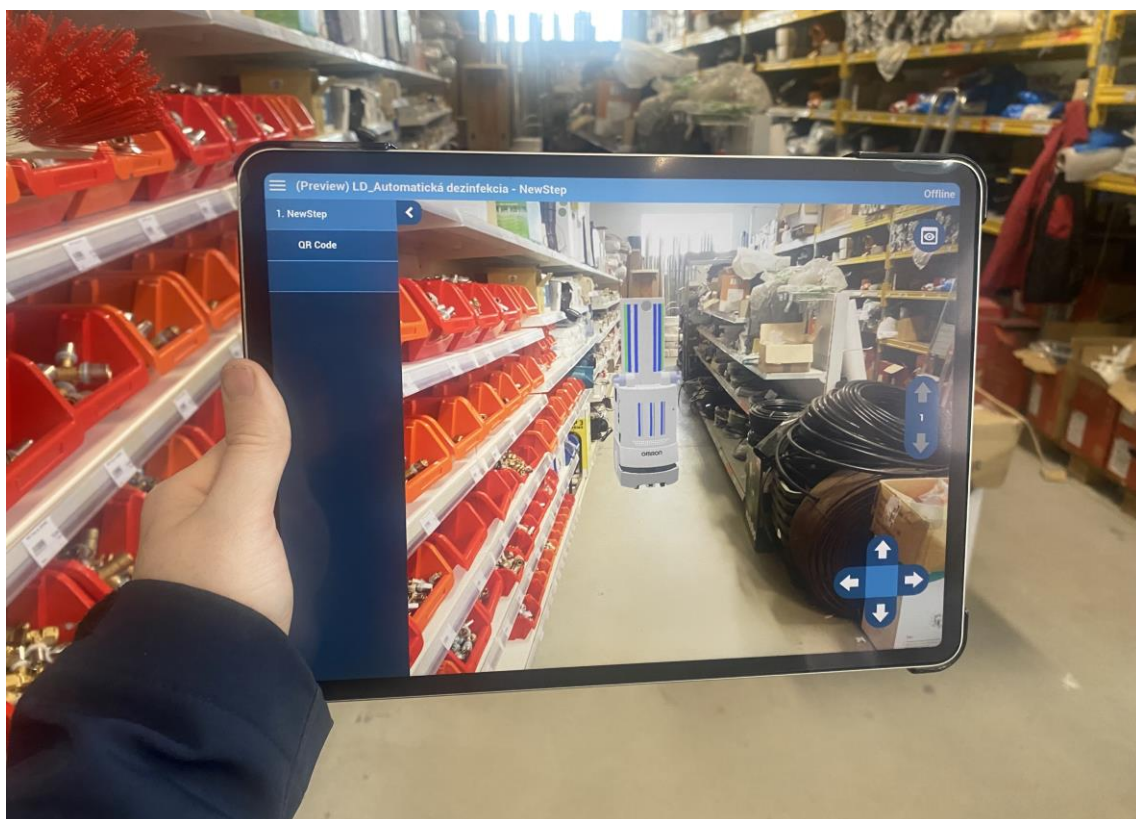
Obrázok 62: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v obchodných priestoroch



Obrázok 63: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v obchodných priestoroch



Obrázok 64: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v obchodných priestoroch



Obrázok 65: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v obchodných priestoroch

Testovanie prebehlo úspešné a potvrdilo, že automatická dezinfekcia bola navrhnutá a vytvorená tak, aby mala čo najširšie využitie pri reálnom použití. Kompaktné rozmery zabezpečili maximálnu možnú využiteľnosť pri zachovaní efektivity dezinfekcie.

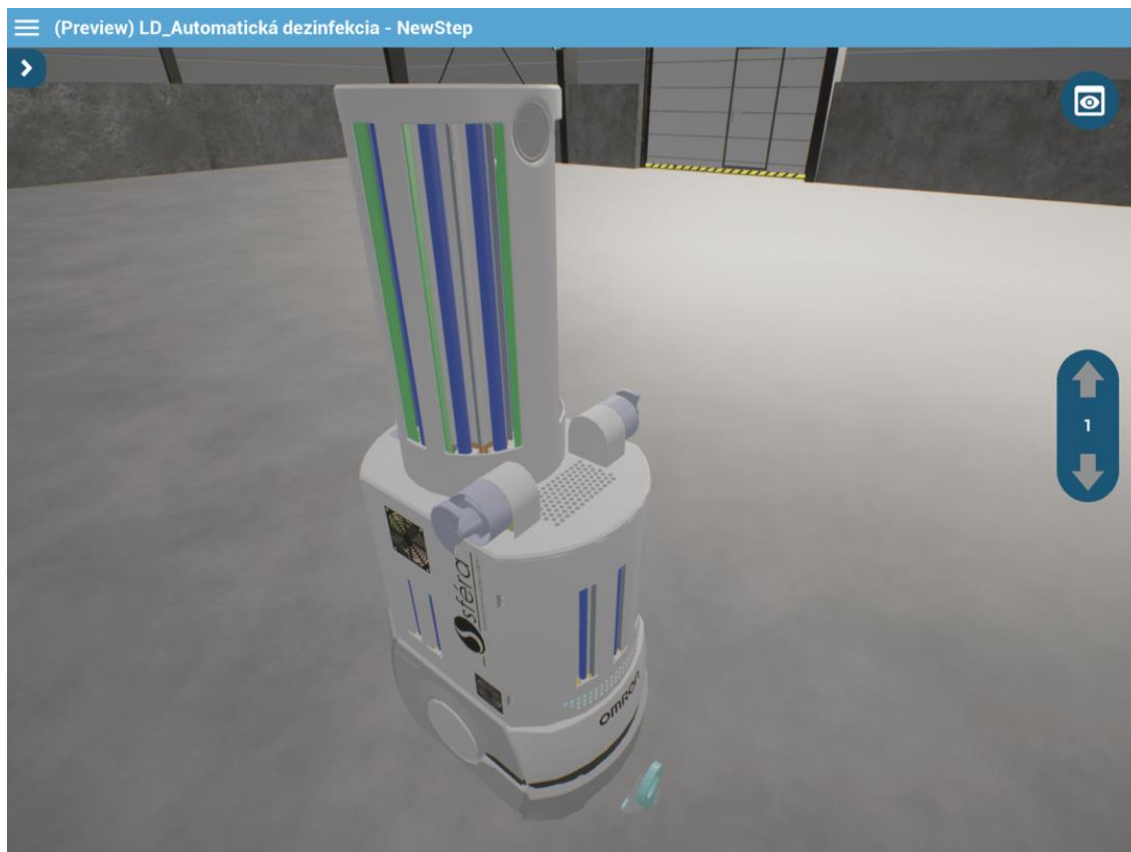
2.2.2.2 Detailné validovanie automatickej dezinfekcie vo virtuálnej realite (VR)

Testovanie automatického dezinfekčného robota vybaveného UV dezinfekciou a ozónovou dezinfekciou bolo mimoriadne úspešné. Tím zodpovedný za vývoj robota ho vyskúšal v rôznych prostrediach a priestoroch, vrátane kancelárií, verejných priestorov, nemocníc a iných preplnených vnútorných priestorov. Výsledky boli veľmi pozitívne, pričom robot fungoval výnimočne dobre vo všetkých testovacích scenároch.

Integrácia 3D modelu do softvéru rozšírenej reality bola kritickým faktorom jeho úspechu. Schopnosť otestovať robota vo virtuálnom prostredí umožnila tímu vylepšiť jeho dizajn a zabezpečiť, aby fungoval čo najefektívnejšie v reálnom svete. Virtuálny testovací proces tiež umožnil tímu minimalizovať riziko vystavenia sa vírusu počas testovacej fázy, čo je kritické hľadisko vzhľadom na prebiehajúcu pandémiu COVID-19.

Vďaka kompaktným rozmerom a flexibilnej prevádzke je robot ideálny na použitie v širokej škále prostredí. Jeho schopnosť voľne sa pohybovať a rýchlo a efektívne dezinfikovať veľké plochy je hlavnou výhodou, pretože to znamená, že robot sa dá rýchlo a jednoducho nasadiť a poskytnúť vyšší level ochrany.

Úspešné testovanie automatického dezinfekčného robota predstavuje významný míľník v jeho vývoji a pripravuje pôdu pre ďalšiu fázu. V ďalšej fáze sa zameriame na výskum ako pokračovať vo vylepšovaní a zlepšovaní robota so zameraním na to, aby bol ešte univerzálnejší, flexibilnejší a efektívnejší. Budeme tiež skúmať nové aplikácie tejto technológie a hľadať spôsoby, ako rozšíriť jej dosah a urobiť ju ešte hodnotnejšou v boji proti COVID-19.



Obrázok 66: Automatická dezinfekcia vo VR

2.3 Zhrnutie

Testovanie Automatickej dezinfekcie prebehlo v rôznych prostrediach úspešne. Počas testovania sme boli schopný verifikovať možnosť pohybu zariadenia vo vymedzených priestoroch, ktorá je jednou z kritických požiadaviek na to, aby mohlo byť zariadenie úspešne uvedené do ďalšej záverečnej fázy projektu. Ďalšou kritickou požiadavkou pri testovaní bola bezpečnosť zariadenia pri strete a kontakte s človekom. V tomto procese testovania bola potvrdená funkcionálnosť bezpečnostných snímačov, ktoré boli schopné rozoznať človeka ako prekážku a nie len zastaviť a tým zabrániť kolízii, ale zároveň SW zariadenia boli schopné nájsť alternatívu ku trase po ktorej sa malo zariadenie presúvať. Prebehla tiež simulácia dezinfekcie priestorov s 3D modelom v rozšírenej realite. Táto simulácia nám potvrdila výskum z predchádzajúceho obdobia a úpravy, ktoré boli vykonané na zariadení sa ukázali ako vysoko efektívne. Na záver je možné skonštatovať, že počas tohoto obdobia sme boli schopný splniť vopred zadefinované požiadavky pre daný prototyp a testovanie zariadenia prebehlo v poriadku bez akýchkoľvek komplikácií.

3 DOMÁCA KARANTÉNA

3.1 Úvod

Domáca karanténa je dôležitým opatrením, ktoré sa prijíma počas pandémie na spomalenie šírenia vírusu a ochranu verejného zdravia. Keď je jednotlivcovi diagnostikovaný COVID-19 alebo sa dostal do blízkeho kontaktu s niekým, kto mal pozitívny test, je nevyhnutné, aby sa izoloval vo svojom domove, aby sa zabránilo ďalšiemu šíreniu vírusu.

Vírus COVID-19 je vysoko nákazlivý a môže sa ľahko šíriť z človeka na človeka kvapôčkami z dýchacích ciest. Izoláciou infikovaných alebo exponovaných jedincov pomáha domáca karanténa znížiť počet nových prípadov a spomaliť šírenie vírusu. To zase znižuje zaťaženie systémov zdravotnej starostlivosti, čo im umožňuje lepšie zvládať epidémiu a poskytovať starostlivosť a podporu, ktorú pacienti potrebujú.

Domáca karanténa je tiež dôležitá, pretože umožňuje jednotlivcom, ktorí boli infikovaní alebo vystavení vírusu, odpočívať a zotavovať sa v bezpečnom a kontrolovanom prostredí. To znižuje riziko ďalšieho šírenia vírusu a pomáha zabezpečiť, aby pacienti dostali starostlivosť, ktorú potrebujú, aby sa uzdravili.

Napokon, domáca karanténa je dôležitým opatrením, ktoré pomáha chrániť najzraniteľnejších členov spoločnosti vrátane starších ľudí so slabším zdravotným stavom a ľudí s oslabeným imunitným systémom. Znížením šírenia vírusu pomáha domáca karanténa udržať týchto jedincov v bezpečí a znížiť ich riziko vystavenia sa vírusu.

Počas pandémie je domáca karanténa nevyhnutným opatrením na spomalenie šírenia vírusu a ochranu verejného zdravia. Môže však mať aj neúmyselné následky a riziká, vrátane:

Duševné zdravie - domáca karanténa môže viesť k pocitom izolácie, úzkosti a depresie.

Fyzické zdravie - dlhodobé sedavé správanie a zmeny v stravovaní môžu mať negatívny vplyv na fyzické zdravie.

Domáce násilie - karanténa môže zhoršiť napätie v domácnostiach, čo vedie k zvýšenému počtu prípadov domáceho násillia.

Finančný stres - domáca karanténa môže spôsobiť finančnú záťaž, najmä pre tých, ktorí nemôžu pracovať z domu, alebo prišli o prácu.

Vyhorenie opatrovateľa - osoby, ktoré sa starajú o deti alebo zraniteľné osoby počas karantény, môžu zažiť fyzické a emocionálne vyčerpanie.

Zneužívanie návykových látok - stres a nuda z karantény môžu viesť k zvýšenému zneužívaniu návykových látok a závislosti.

Ťažkosti s prístupom k základným službám - karanténa môže jednotlivcom sťažiť prístup k základným službám, ako je zdravotná starostlivosť a nákup potravín.

Všetky tieto nežiadúce javy sprevádzané domácou karanténou je do značnej miery možné limitovať, alebo úplne odstrániť skrátením doby trvania karantény a tým doby odlúčenia jednotlivca od spoločnosti. Z tohoto dôvodu je dôležitá telemedicína.

Telemedicínska technológia spôsobila revolúciu v spôsobe poskytovania zdravotnej starostlivosti, najmä počas pandémie, keď tradičné osobné návštevy nemusia byť možné alebo bezpečné. Telemedicínske zariadenia, ako sú nositeľné monitory a virtuálne konzultácie, môžu poskytnúť jednotlivcom v domácej karanténe prístup k lekárskej starostlivosti a podpore, čím sa zmiernia riziká spojené s dlhotrvajúcou izoláciou.

Nositeľné monitory môžu napríklad sledovať a monitorovať vitálne funkcie, ako je srdcová frekvencia a teplota, a odosielať údaje poskytovateľom zdravotnej starostlivosti v reálnom čase. To

umožňuje včasné odhalenie akýchkoľvek potenciálnych zdravotných problémov a umožňuje včasný zásah. Virtuálne konzultácie s poskytovateľmi zdravotnej starostlivosti tiež poskytujú pacientom v karanténe prístup k lekárskemu poradenstvu a podpore, čím sa znižujú pocity izolácie a úzkosti.

Okrem toho môže technológia telemedicíny zlepšiť celkovú efektivitu systému zdravotnej starostlivosti znížením počtu osobných návštev a znížením šírenia chorôb. To môže tiež uvoľniť zdroje a personál pre tých, ktorí potrebujú kritickejšiu starostlivosť.

Na záver možno povedať, že telemedicínske zariadenia môžu zohrávať kľúčovú úlohu pri riešení rizík spojených s domácou karanténou počas pandémie. Poskytujú jednotlivcom v karanténe prístup k včasnej a účinnej lekárskej starostlivosti a podpore a zlepšujú efektivitu systému zdravotnej starostlivosti ako celku.

3.1.1 Opis domácej karantény

Hardvérové zariadenie bolo špeciálne navrhnuté a vybrané na zhromažďovanie údajov pacienta a uľahčenie komunikácie medzi nadradeným systémom a pacientom. Toto zariadenie pozostáva z hlavnej jednotky, ktorá môže nezávisle monitorovať základné životné funkcie, ako je telesná teplota, elektrokardiogram (EKG) a pulzná oxymetria. Zariadenie dokáže poskytnúť aj informácie o glykémii a krvnom tlaku s pokročilými hardvérovými funkciami.

Toto zariadenie je dôležitým nástrojom pri zabezpečovaní zdravia a pohody pacientov, pretože poskytuje informácie o ich vitálnych funkciách v reálnom čase. Poskytovatelia zdravotnej starostlivosti môžu tieto informácie použiť na monitorovanie a hodnotenie zdravotného stavu pacienta a v prípade potreby poskytnúť včasnú intervenciu. Zariadenie tiež umožňuje nepretržitú komunikáciu medzi pacientom a poskytovateľom zdravotnej starostlivosti, čím zabezpečuje, že pacient dostáva potrebnú lekársku podporu a starostlivosť.

S pokročilými hardvérovými možnosťami môže zariadenie zbierať širokú škálu údajov o pacientoch, čím poskytuje komplexný prehľad o ich zdravotnom stave. Tieto údaje môžu poskytovatelia zdravotnej starostlivosti použiť na prijímanie informovaných rozhodnutí o starostlivosti a liečbe pacienta a na sledovanie ich pokroku v priebehu času.

Záverom možno povedať, že hardvérové zariadenie určené na zber údajov o pacientovi a uľahčenie komunikácie medzi nadradeným systémom a pacientom je kľúčovým nástrojom pri zabezpečovaní zdravia a pohody pacientov. Vďaka svojim pokročilým hardvérovým schopnostiam poskytuje informácie o životne dôležitých funkciách v reálnom čase, čo umožňuje priebežné monitorovanie a hodnotenie zdravotného stavu pacienta.

Hardvérové zariadenie a sprievodný softvér prešli prísny testovaním, aby sa zaistila ich účinnosť a spoľahlivosť. Toto testovanie sa uskutočnilo v reálnom živote na vzorke pacientov. Cieľom testovania bolo posúdiť schopnosť zariadenia presne zbierať a prenášať údaje o pacientoch a vyhodnotiť schopnosť softvéru tieto údaje spracovať a analyzovať.

Počas testovacej fázy boli pacienti vybavení zariadením a ich vitálne funkcie boli monitorované počas dlhšieho časového obdobia. Údaje zozbierané zariadením boli prenesené do nadradeného systému na analýzu a výsledky boli porovnané s tradičnými metódami monitorovania zdravia pacienta.

Výsledky testovania boli mimoriadne pozitívne a preukázali presnosť a efektivitu hardvérového zariadenia a softvéru. Zariadenie dokázalo presne zbierať a prenášať údaje o pacientoch a softvér dokázal tieto údaje spracovať a analyzovať v reálnom čase, čím poskytoval poskytovateľom zdravotnej starostlivosti komplexný prehľad o zdravotnom stave pacienta.

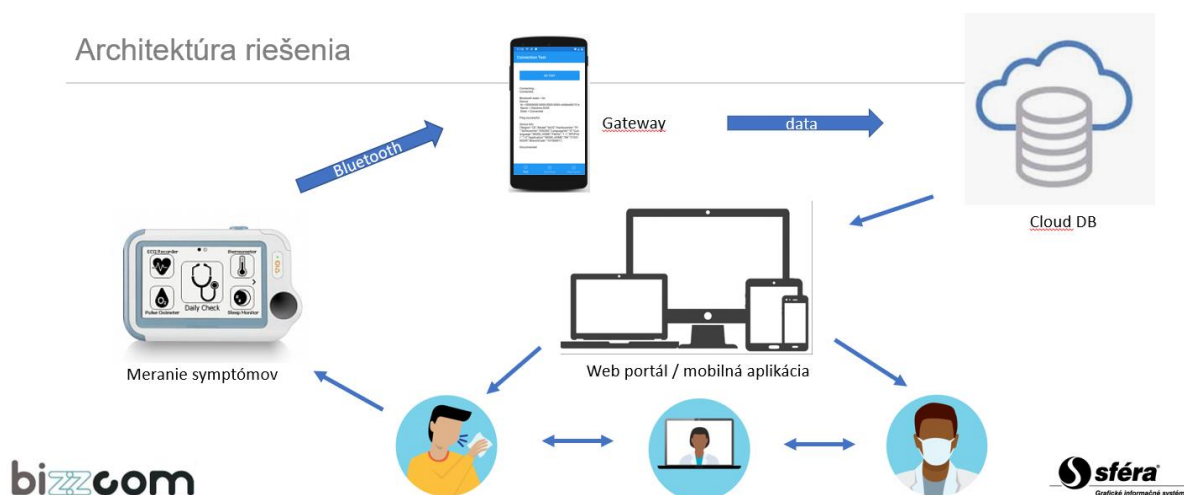
Okrem presnosti získalo zariadenie vysoké hodnotenie za jednoduchosť použitia a užívateľskú prívetivosť. Pacienti považovali zariadenie za pohodlné a nerušivé a uviedli, že nezasahovalo do ich každodenných činností.

Testovacia fáza bola kritickým krokom vo vývoji tejto technológie, pretože poskytla cenné poznatky o jej účinnosti a realizovateľnosti v reálnych podmienkach. Na základe výsledkov testovania

veríme v schopnosť tohto hardvérového zariadenia a softvéru spôsobiť revolúciu v spôsobe zhromažďovania a analýzy údajov o pacientoch, zlepšiť poskytovanie zdravotnej starostlivosti a celkové zdravie a pohodu pacientov.



Obrázok 67: Domáca karanténa – zariadenie CHECKME



Obrázok 68: Domáca karanténa – architektúra riešenia

3.2 Jadro

Telemedicína a monitorovanie zdravia v domácnosti sú počas pandémie COVID-19 čoraz dôležitejšie. Na uspokojenie tejto potreby sme sa zamerali na čo najefektívnejšie využitie zariadenia ktoré bolo identifikované a vybrané v predchádzajúcom období. Toto zariadenie umožňuje sledovať životné funkcie a celkový zdravotný stav z pohodlia domova.

Proces vývoja sa začal s cieľom vytvoriť efektívne a dostupné zariadenia na monitorovanie zdravia a zdravotného stavu pacienta v domácej karanténe. Počas tohoto procesu sme identifikovali zariadenie ktoré najviac zodpovedalo našim požiadavkám a zažali sme pracovať na vytvorení nadradeného systému a prepojení HW a SW časti.

Toto zariadenia bolo prísne testované v laboratórnych prostrediach, aby sa zabezpečila ich presnosť a spoľahlivosť. Akonáhle prešli týmito testami, boli sprístupnené na použitie v reálnom prostredí.

Na záver možno konštatovať, že vývoj a testovanie zariadenia bolo úspešné. Počas testovania sa vyskytli niektoré chyby počas prenose dát. Tieto chyby boli následne úpravou SW odstránené. Dáta, ktoré boli poškodené sa nepodarilo obnoviť, zároveň však po odstránení chyby sme eliminovali budúce možné komplikácie. V procese zbierania dát sme pokračovali a úspešne sme dokončili ďalšiu fázu projektu.

3.2.1 Testovanie domácej karantény

Pri procese testovania domácej karantény bolo využité zariadenie CHECKME, ktoré bolo pred prvotným použitím nabité. Po stlačení tlačidla na zapnutie zariadenia sa na zariadení zobrazí základné menu, základná obrazovka s jednotlivými možnosťami merania telesných hodnôt človeka. V menu sa pohybuje prostredníctvom šípiek doprava a doľava kde sa prsúvame medzi dvoma základnými obrazovkami.



Obrázok 69: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – základná obrazovka 1

Na druhej obrazovke sa nachádzajú ďalšie možnosti monitorovania telesných hodnôt človeka ako aj detailné nastavenia zariadenia, pripojenie k transferu dát do počítača ako aj pripojenie zariadenia prostredníctvom Bluetooth a taktiež históriu vykonaných jednotlivých meraní.



Obrázok 70: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – základná obrazovka 2

Zariadenie ponúka možnosť registrácie užívateľa, ku ktorému budú napárované namerané telesné hodnoty človeka. V zariadení je funkcia zaregistrovať viacerých užívateľov, ktorí môžu používať jedno zariadenie naraz. Ak je užívateľ už zaregistrovaný, vyberie si svoje konto pod, ktorým si nameria svoje telesné hodnoty.



Obrázok 71: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – výber užívateľa



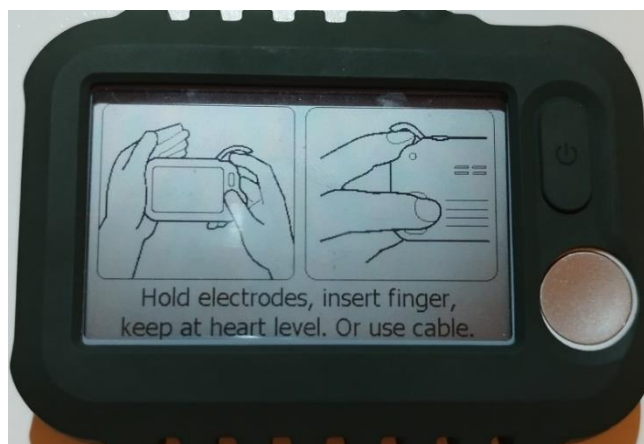
Obrázok 72: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – voľba vytvorenie si nového užívateľa

Vytvorenie nového užívateľa je v zariadení CHECKME veľmi jednoduché a obsahuje základné informácie o danom registrovanom. Ak potrebujeme vymazať údaje stlačíme tlačidlo Delete.



Obrázok 73: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – vytvorenie nového užívateľa

Ak si v menu vyberieme meranie hodnôt dennej kontroly, zobrazia sa nám pokyny (správneho uchopenia zariadenia na senzoch) na obrazovke zariadenia. Pre správnosť nameraných hodnôt je nevyhnutné dodržiavať stanovené pokyny merania. Zariadenie nás pri procese merania doprevádza či už grafickými pokynmi ako aj textovým či zvukovým.



Obrázok 74: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – voľba merania hodnôt dennej kontroly

Po správnom uchopení zariadenia na senzoch zariadenie začne merať telesné hodnoty človeka. Proces merania netrvá dlho, preto v priebehu pár sekúnd sa zobrazia namerané výsledné hodnoty.



Obrázok 75: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – meranie hodnôt dennej kontroly

Počas procesu merania je možnosť na obrazovke vidieť aktuálny priebeh telesných hodnôt človeka. Pri meraní je nevyhnutnosť dodržiavať pokyny zariadenia pre relevantnosť nameraných dát.



Obrázok 76: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – meranie hodnôt dennej kontroly

Po skončení procesu merania sa na obrazovke zobrazia telesné hondoty řloveka kde nám grafický smajlík zobrazuje ři daná hodnota je alebo nie je v norme. Ak by bolo potrebné dané meranie zopakovať, tak postaří na spodnej liřte obrazovky stlaří šípku pre obnovenie procesu merania



Obrázok 77: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – namerané hodnoty dennej kontroly

Ak je potrebné vidieť históriu jednotlivých meraní staří v menu prejsť na druhú obrazovku do řasti Data Review kde po stlačení tejto ikony sa zobrazí jednoduchý zoznam meraní s daným dátumom a řasom.



Obrázok 78: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – Data Review



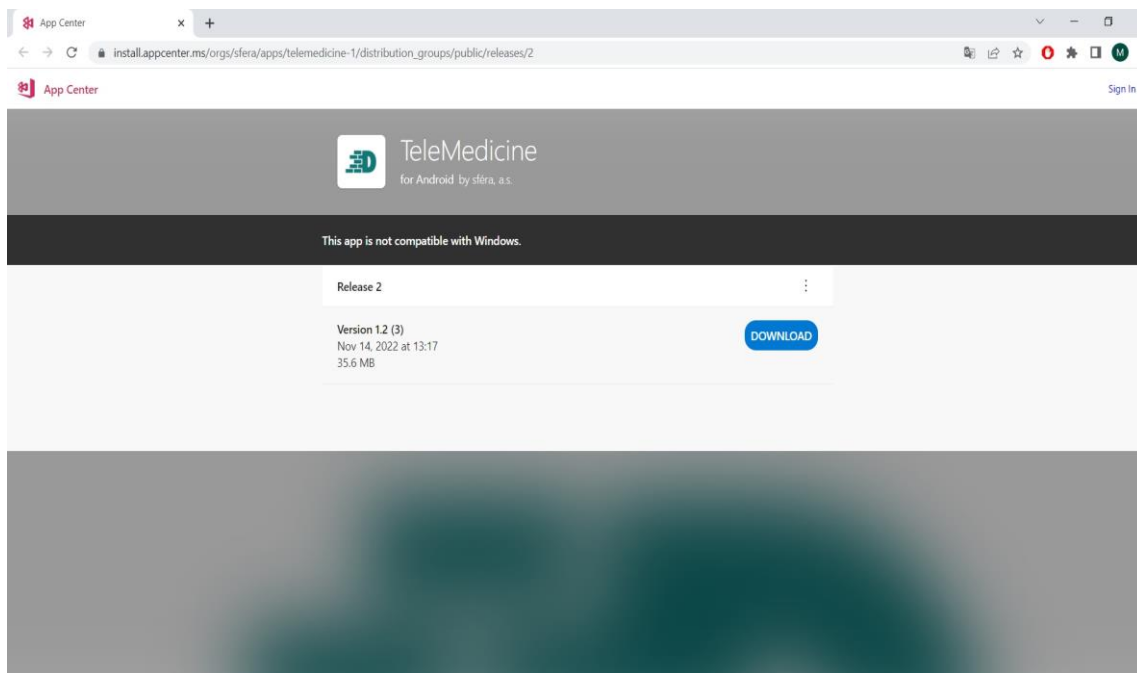
Obrázok 79: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – história nameraných hodnôt

Pre transfe objemu nameraných dát za určitý čas zo zariadenia CHECKME do webového portálu je potrebné na zariadení zapnúť funkciu Bluetooth, ktorú možno nájsť na druhej obrazovke v menu zariadenia. Po zapnutí tejto funkcie sa na zariadení zobrazí ID zariadenia (pod ktorým sa sparuje mobilné zariadenie a CHECKME) a PIN, ktorý je nevyhnutné zadať pre spoločnú komunikáciu, spárovanie zariadení.



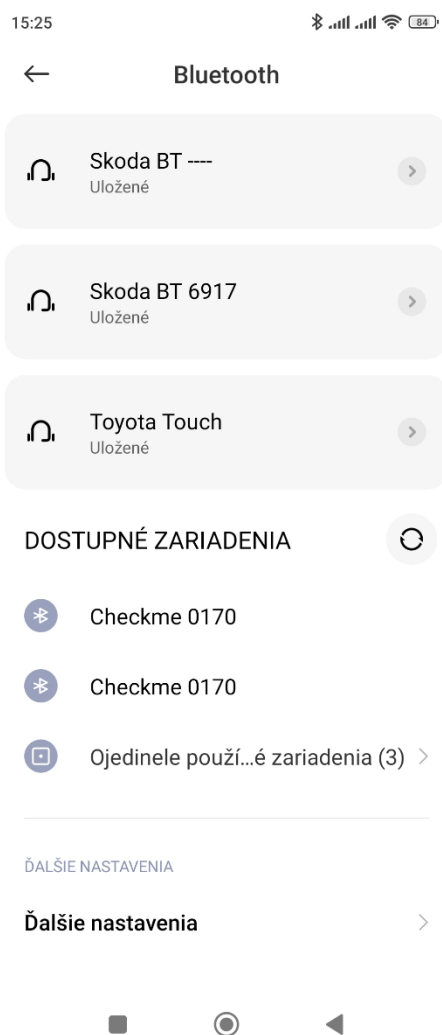
Obrázok 80: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – spustenie bluetooth

Nevyhnutnou súčasťou pri transfere dát na webový portál je potrebné si stiahnuť mobilnú aplikáciu z portálu do mobilného zariadenia či už pod operačným systémom Android alebo IOS. Po stiahnutí aplikácie sa následne spustí inštalácia aplikácie do Vaše ho zariadenia.



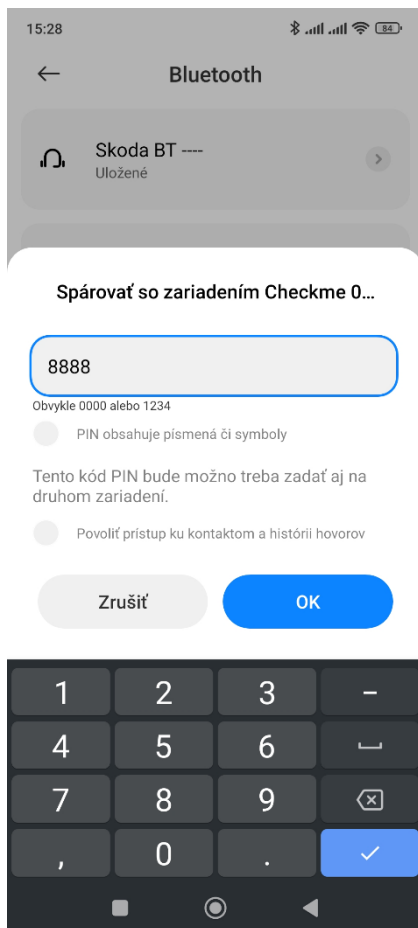
Obrázok 81: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – stiahnutie, inštalácia mobilnej aplikácie

Po samotnej inštalácii mobilnej aplikácie je možnosť prísť k samotnému spárovaniu jednotlivých zariadení (CHECKME a mobilnej aplikácie). V Bluetooth zozname dostupných zariadení je potrebné vybrať aktívne zariadenie Checkme 0170. Po kliknutí na toto zariadenie nás mobil vyzve na zadanie verifikačného komunikačného kódu na spárovanie zariadení.



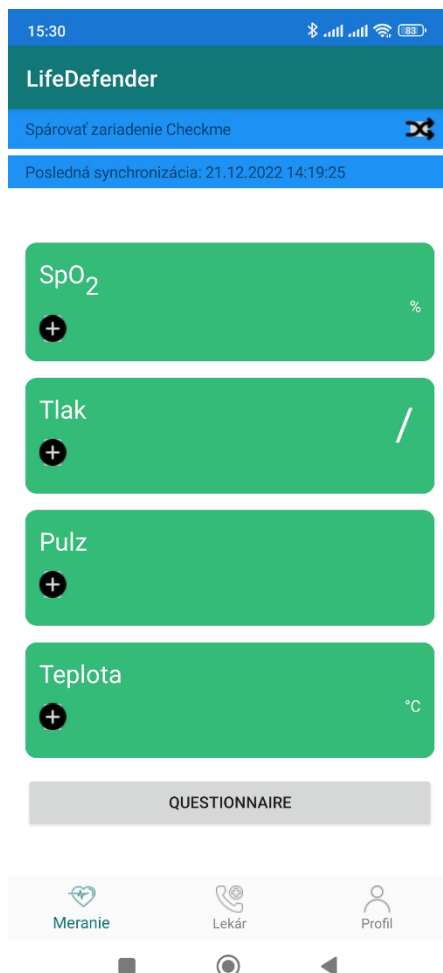
Obrázok 82: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – dostupné zariadenia

Po správnom zadaní relevantného kódu na spárovanie zariadení CHECKME a mobilného zariadenia sa otvára komunikačný kanál skrze ktorý budú prenášané data.



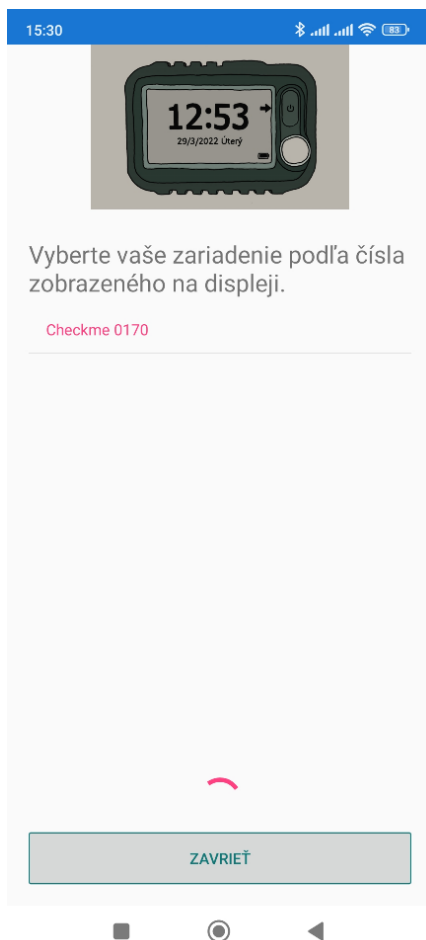
Obrázok 83: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – spárovanie so zariadením Checkme 0170

Pre úspešnú synchronizáciu mobilnej aplikácie a zariadenia Checkme 0170 je potrebné v mobilnej aplikácii vybrať zo zoznamu s akým zariadením sa chceme prepojiť. Stlačením tlačidla Spárovať zariadenie Checkme je potrebné vybrať potrebné nami zvolené zariadenie ku komunikácii.



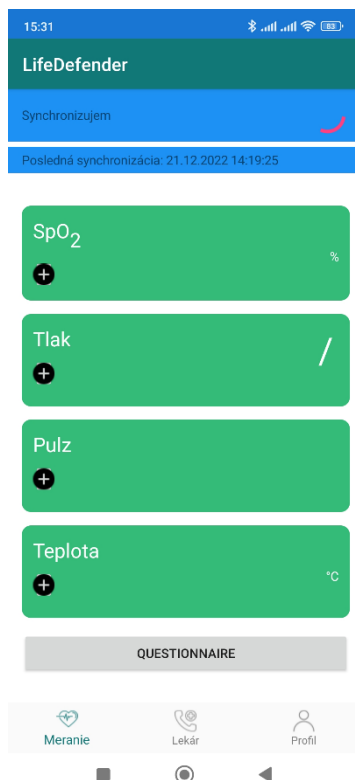
Obrázok 84: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – spárovať zariadenie Checkme v mobilnej aplikácii

Pokyny zobrazujúce v mobilnej aplikácii usmerňujú v daných krokoch ako postupovať a preto „Vyberte vaše zariadenie podľa čísla zobrazeného na displeji“. Po následnom zvolení zariadenia Checkme 0170 dochádza ku kompletnej synchronizácii a automatického spustenia procesu overenia posledného pripojenia a transferu dát.



Obrázok 85: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – potvrdenie o spárovaní mobilnej aplikácie so zariadením Checkme

Úspešnou synchronizáciou sa všetky namerané hodnoty prostredníctvom zariadenia CHECKME preniesli cez mobilnú aplikáciu priamo do webového portálu. Proces prenosu dát bol časovo závislý od objemu nameraných dát.



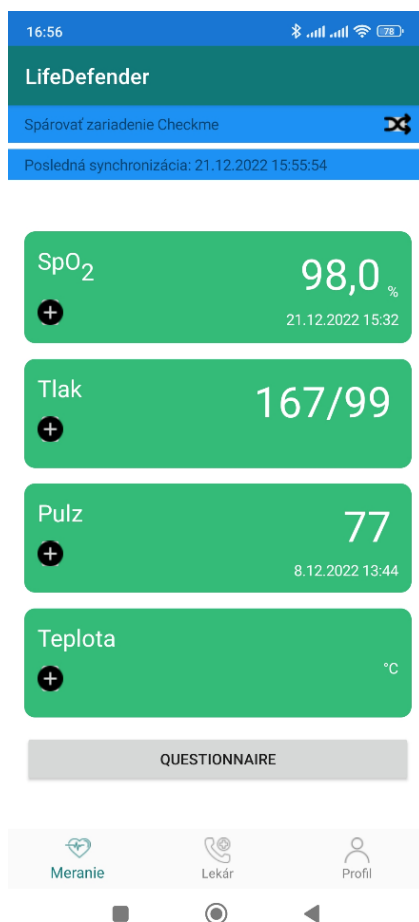
Obrázok 86: Domácia karanténa – testovanie CHECKME – synchronizácia dát zo zariadenia Checkme do mobilnej aplikácie

Pri transfere dát sa jednotlivé dáta zobrazia aj v mobilnej aplikácii. Výhodou mobilnej aplikácie je, že pod daným profilom užívateľa je možné dané hodnoty aj manuálne vložiť ak by dané hodnoty boli namerané iným zariadením.



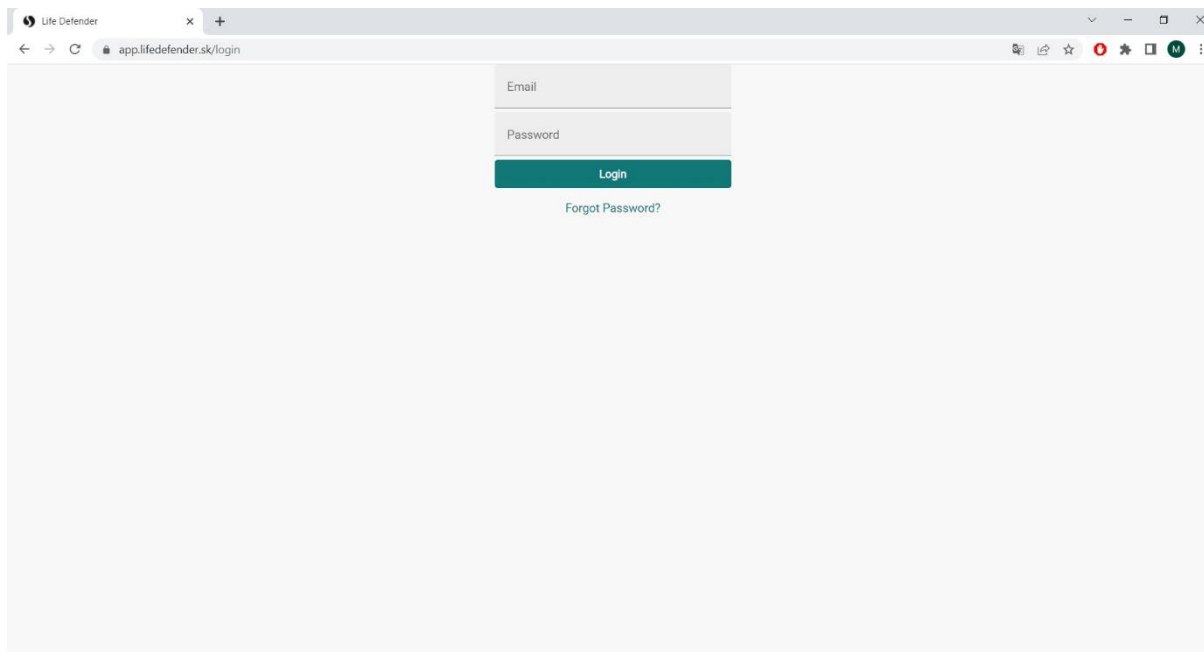
Obrázok 87 Domácia karanténa – testovanie CHECKME – zosynchronizované data v aplikácii

Synchronizácia dát zo zariadenia Checkme do mobilnej aplikácie sa vykonalo úspešne bez prerušenia transferu dát. Aplikácia zobrazí posledné namerané hodnoty na základnej obrazovke. V danej mobilnej aplikácii je možnosť si prezrieť históriu meraní ako aj informácie o zodpovednom lekárovi daného pacienta a v neposlednom rade profil daného zaregistrovaného užívateľa.



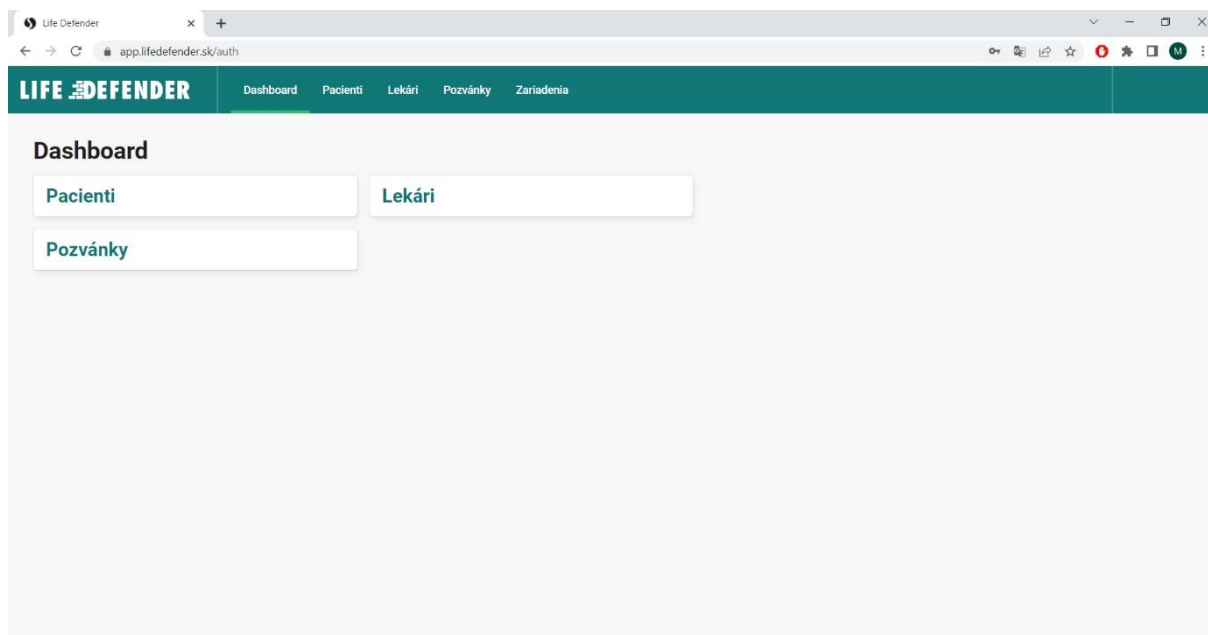
Obrázok 88: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – zosynchronizované data v aplikácii

Pre komplexné zobrazenie dát či už pre pacienta, ale aj pre zodpovedných lekárov pre stanovenie, upravenie diagnózy je nevyhnutné sa prihlásiť do webového portálu. Pre prihlásenie je potrebné obdržať od správcu portálu potrebné prihlasovacie údaje ako email a heslo, ktoré po registrácii obdrží užívateľ na mail.



Obrázok 89: Domáca karanténa – testovanie webového portálu – prihlásenie

Po úspešnom prihlásení do webového portálu je užívateľ automaticky presmerovaný na domovskú obrazovku Dashboard, kde je možnosť presmerovania na informácie o pacientovi, lekárovi a o pozvánkach.



Obrázok 90: Domáca karanténa – testovanie webového portálu – Dashboard

Po kliknutí na záložku Pacienti nastáva automatické presmerovanie na celkový zoznam prenesených pacientov do webového portálu. V zozname pacientov sú zobrazené základné informácie o pacientoch. Pre potrebu detailnejších informácií o pacientovi je potrebné kliknúť na daný riadok.

Meno	Posledné meranie	Saturácia	Tep	Tlak	Teplota
michal g.	14. 12. 2022	99	76	/	
jakub i.	14. 12. 2022	99	84	/	
martin b.	14. 12. 2022	100	59	/	
Michal Galia	8. 12. 2022	94	77	167 / 99	

Obrázok 91: Domáca karanténa – testovanie webového portálu – zoznam pacientov

Ak bolo kliknuté na konkrétneho pacienta, automaticky budú zobrazené detailné informácie o nameraných telesných hodnotách v čase. Detail pacienta je rozdelený do troch častí a to základných informácií o pacientovi(ktoré je možné editovať), namerané hodnoty(posledné namerané hodnoty), zoznam nameraných hodnôt v čase.

Dátum	Zariadenie	Teplota	Tlak	Tep	Saturácia	Glykémia	Hmotnosť	Výška
8. 12. 2022, 14:44:59	–	0	0/0	77	94,0	0,0000	0	0
8. 12. 2022, 14:43:49	–	0	0/0	0	99,0	0,0000	0	0
8. 12. 2022, 14:43:03	–	0	0/0	75	0,0	0,0000	0	0
8. 12. 2022, 14:42:17	–	0	0/0	0	98,0	0,0000	0	0
8. 12. 2022, 14:41:27	–	0	0/0	0	98,0	0,0000	0	0
6. 12. 2022, 16:29:47	–	0	0/0	83	97,0	0,0000	0	0
29. 9. 2021, 10:22:57	–	0	99/167	70	0,0	0,0000	0	0
10. 8. 2021, 17:51:33	–	0	95/130	75	0,0	0,0000	0	0

Obrázok 92: Domáca karanténa – testovanie webového portálu – detailné hodnoty pacienta

The screenshot shows the 'Life Defender' web portal interface. At the top, there is a navigation bar with 'Dashboard', 'Pacienti', 'Lekári', 'Pozvánky', and 'Zariadenia'. Below this, the patient's name 'jakub i.' is displayed with an 'upraviť' (edit) link. A form contains personal details: Meno (jakub i.), Príezvisko (—), Dátum narodenia (1997-09-17T00:00:—), Telefón (—), Email (eK...3@virtual), Ulica (—), Poštové číslo (—), Mesto (—), PSČ (—), and Krajina (—). Below the form, a section titled 'Namerané hodnoty' (Measured values) displays several metrics in a grid: Teplota (0,0 °C), Tlak (0/0), Tep (84), Saturácia (99,0%), Glykémia (0,0000), Hmotnosť (0 Kg), and Výška (0 cm). At the bottom, a table lists measurement history with columns for Dátum, Zariadenie, Teplota, Tlak, Tep, Saturácia, Glykémia, Hmotnosť, and Výška.

Dátum	Zariadenie	Teplota	Tlak	Tep	Saturácia	Glykémia	Hmotnosť	Výška
14. 12. 2022, 8:10:49	—	0	0/0	84	99,0	0,0000	0	0
13. 12. 2022, 8:48:24	—	0	0/0	98	99,0	0,0000	0	0
12. 12. 2022, 15:35:03	—	0	0/0	84	96,0	0,0000	0	0
12. 12. 2022, 8:16:15	—	0	0/0	96	99,0	0,0000	0	0
8. 12. 2022, 14:40:02	—	0	0/0	100	83,0	0,0000	0	0
8. 12. 2022, 9:50:20	—	0	0/0	117	73,0	0,0000	0	0
7. 12. 2022, 10:01:49	—	0	0/0	98	99,0	0,0000	0	0
6. 12. 2022, 16:52:00	—	0	0/0	96	94,0	0,0000	0	0

Obrázok 93: Domáca karanténa – testovanie webového portálu – detailné hodnoty pacienta

3.3 Zhrnutie

V priebehu obdobia trvania tohoto míľníka projektu sme sa zamerali na reálne testovanie hardvérového zariadenia, jeho softvérového prepojenia s mobilnou aplikáciou a komunikáciou s nadradeným systémom. Mobilná aplikácia bola úspešne dokončená a pripravená na fázu testovania zariadenia. Zároveň bolo spustené prepojenie s nadradeným systémom ktorý zbiera a uchováva zozbierané dáta. Tento systém zároveň v user-friendly rozhraní poskytuje prehľadný zoznam dát a umožňuje tiež ich grafické zobrazenie. Počas testovania sa vyskytli niektoré chyby pri prenose dát ktoré spôsobili stratu zozbieraných údajov. Táto softvérová chyba bola následne odstránená a SW bol upravený tak, aby sa tento problém pri prenose viac neopakoval. Zvyšné dáta, ktoré sa zozbierali počas nasledovného testovania bol prenesené cez spárované zariadenie do mobilnej aplikácie a nadradeného systému následne bez ďalších komplikácií. V závere je možné skonštatovať, že fáza testovania zariadenia a jeho SW prepojenia spolu s aplikáciou a nadradeným systémom prebehla v súlade s očakávaniami, problémy ktoré sa vyskytli počas testovania sme boli schopný odstrániť a upraviť SW tak, aby sa neopakovali. Zariadenie a SW rozhranie je pripravené na ďalšiu fázu projektu.

4 AUTOMATICKÁ TESTOVACIA BUNKA

4.1 Úvod

V reakcii na pandémiu COVID-19 sa potreba účinných a dostupných testovacích metód stáva čoraz dôležitejšou. Uvedomujúc si túto potrebu, sme sa v tomto projekte zamerali na vyvinutie jedinečného riešenia : automatickej testovacej bunky na COVID-19.

Táto revolučná bunka využíva pokročilú robotickú technológiu na vykonávanie všetkých potrebných manipulácií s testovacími vzorkami, vďaka čomu je celý proces úplne automatický. Jediné, čo je vyžadované od pacienta, je aby urobil niekoľko jednoduchých úkonov. Je potrebné vyplniť údaje a jednoducho umiestniť svoju vzorku do automatickej testovacej bunky.

4.1.1 Opis automatickej testovacej bunky

Automatická testovacia bunka ponúka niekoľko kľúčových výhod oproti tradičným testovacím metódam. Eliminuje potrebu ručnej manipulácie so vzorkami, čím sa znižuje riziko ľudskej chyby a kontaminácie. Proces automatizácie navyše zvyšuje rýchlosť a presnosť výsledkov, čo umožňuje rýchlu a spoľahlivú diagnostiku.

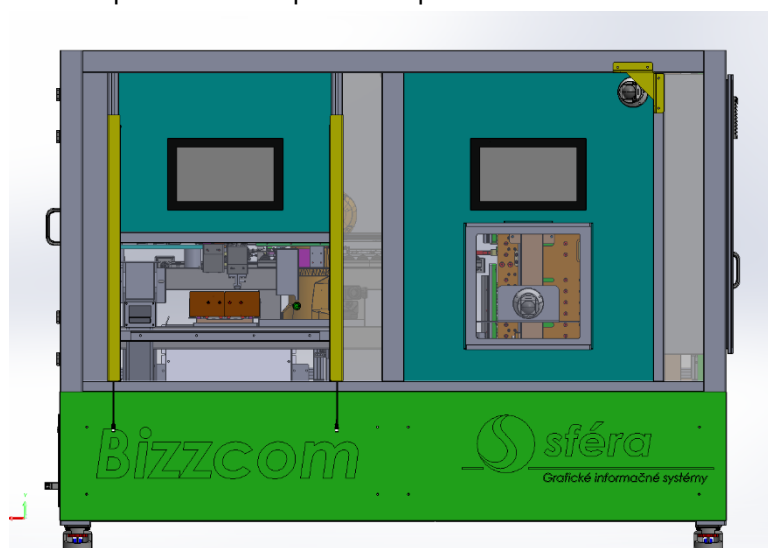
Vývoj tejto automatickej testovacej bunky predstavuje významný míľník v boji proti COVID-19. Tým, že jednotlivcom poskytuje účinnú a spoľahlivú metódu testovania, má potenciál výrazne ovplyvniť verejné zdravie a pomôcť dostať pandémiu pod kontrolu.

V snahe zlepšiť testovanie bol vyvinutý 3D model a model vo AR-VR, tento 3D model a virtuálny model bol spracovaný a vytvorený na testovanie praktické umiestnenie modelu do priestoru.

Tento inovatívny model bol navrhnutý tak, aby poskytoval vysoko presné a efektívne testovanie s využitím najnovších pokrokov v 3D modelovaní a technológii virtuálnej reality. 3D model a virtuálny model boli prísne testované na rôznych miestach, aby sa zabezpečila ich účinnosť a spoľahlivosť.

Výsledky týchto testov boli veľmi sľubné a preukázali presnosť a efektívnosť zariadenia. Virtuálny model poskytuje jednotlivcom bezproblémový a interaktívny proces testovania zariadenia

Vývoj tohto 3D modelu a virtuálneho modelu znamená veľký krok vpred v boji proti COVID-19. Tým, že jednotlivcom poskytuje vysoko presnú a efektívnu metódu testovania, má potenciál výrazne ovplyvniť verejné zdravie a pomôcť dostať pandémiu pod kontrolu.



Obrázok 94: Automatická testovacia bunka – pohľad spredu

4.1.2 Testovanie automatickej testovacej bunky

4.1.2.1 Testovanie, odladenie vyhodnocovania testovacích kaziet

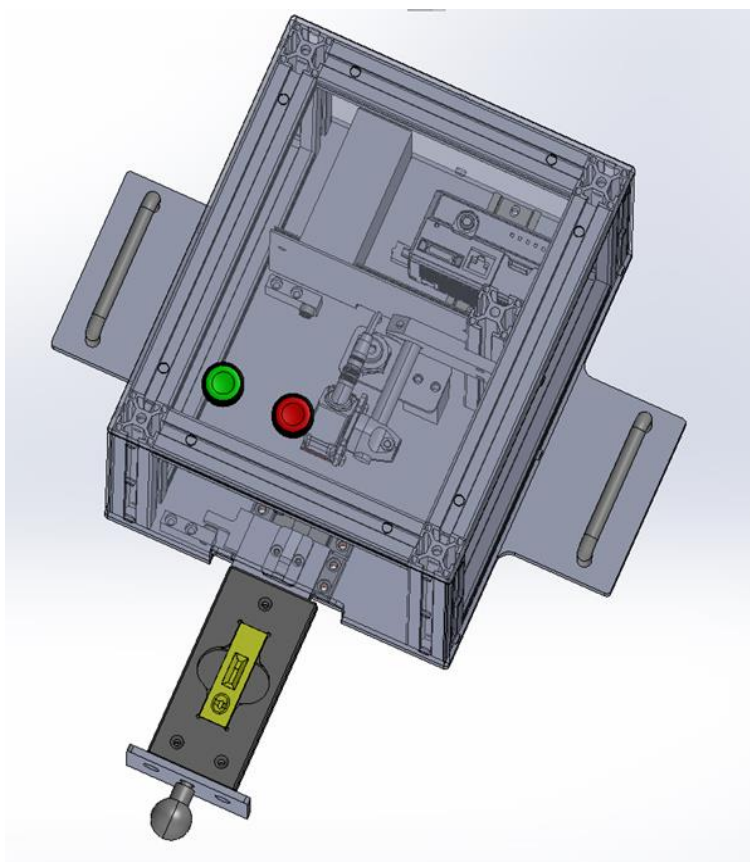
Počas priebehu predchádzajúceho mílnika sme identifikovali potrebu zhotoviť fyzický prototyp jadra automatickej testovacej stanice. Z tohoto dôvodu sme sa zamerali na vytvorenie fyzického prototypu vyhodnocovacej jednotky testu. Táto mobilná Mom-ka bola zhotovená podľa požiadaviek projektu a bola umiestnená na testovanie do odbeného miesta v Hlohovci. Tento aspekt testovania sa ukázal ako kritický pretože sme identifikovali problém vybranej kamery, ktorá má za úlohu zosnímať oblasť kde sa zobrazuje výsledok testu. Táto kamera má zvýšenú citlivosť na svetlo a časť zosnímaných testov kôli meniacim sa svetelným podmienka nebola čitateľná.

Táto chyba bola následne odstránená zakrytovaním Momky nepriesvitným materiálom a dodatočnou inštaláciou umelého osvetlenia, ktoré stabilne osvetlovalo oblasť testu, ktorú snímala kamera. Po odstránení tejto chyby kamera a snímanie testov prebiehalo bez vážnejších komplikácií.

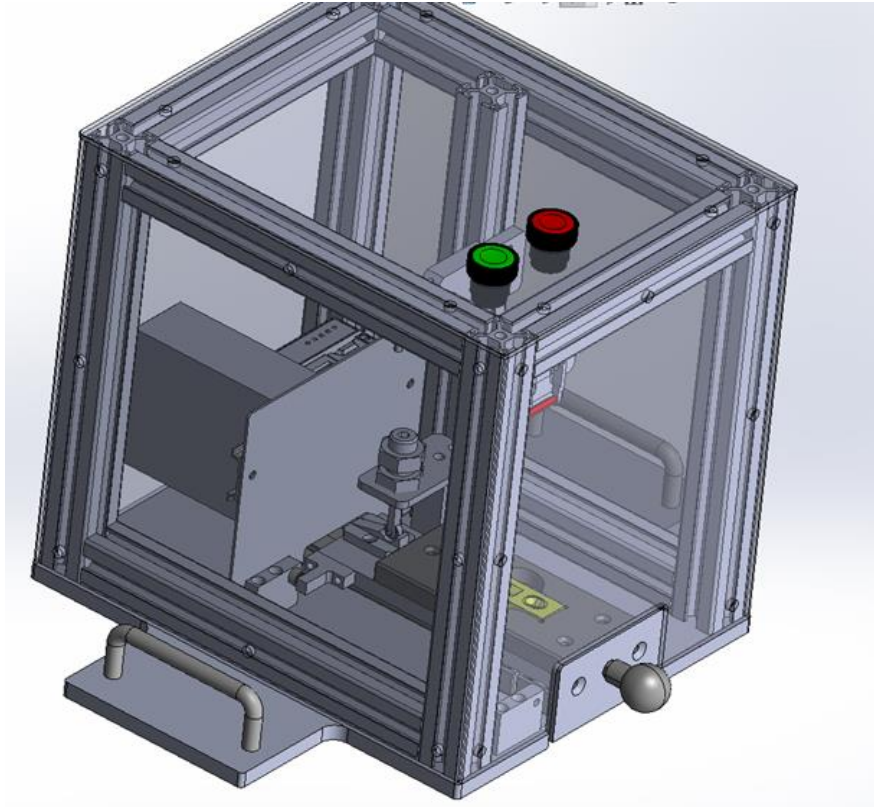
Pri nastavovaní citlivosti kamery, sme zistili, že priestor, ktorý kamera sníma nie je dostatočne široký a na niektorých testoch nebola schopná zaznamenať čiary, ktoré indikujú pozitívny výsledok testu.

Tento problém bol následne odstránený úpravou softvéru a snímaný priestor bol rozšírený, aby sa predchádzalo chybnému vyhodnocovaniu testov.

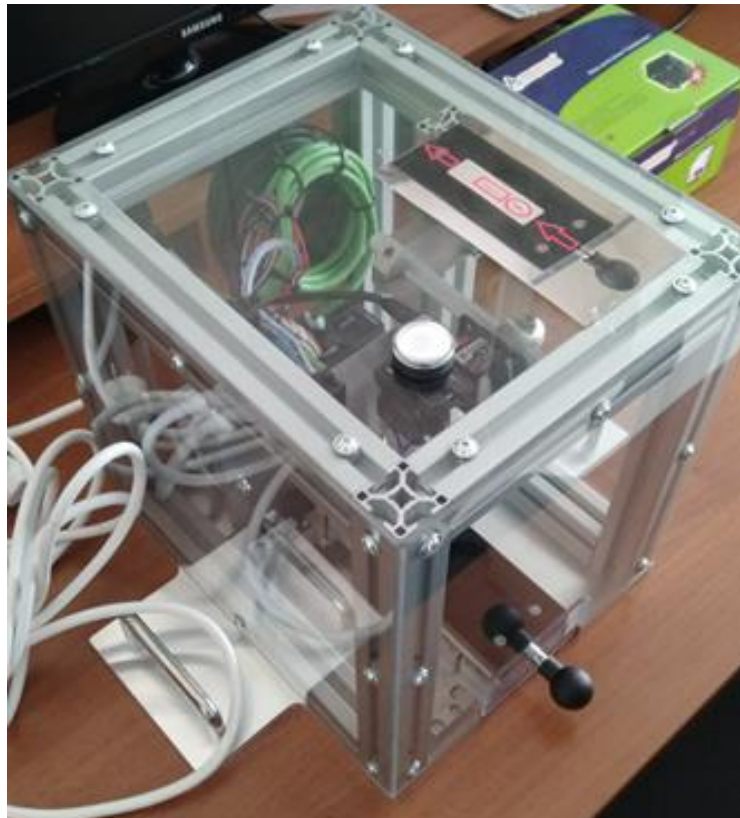
Mobilná Mom bola zhotovená s požiadavkou na kompaktné rozmery. Zároveň musela byť konštrukcia dostatočne pevná, aby sa pri prenášaní nepoškodila a neprišlo k posunutiu sa snímacieho zariadenia.



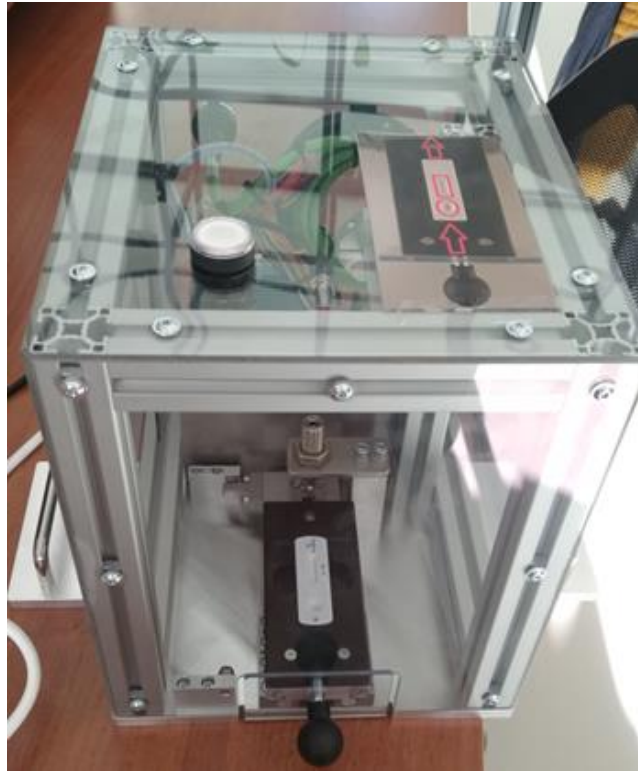
Obrázok 95: Konštrukčný náčrt vyhotovenia mobilného zariadenia(Momka) na manuálne snímanie testov - (pohľad zhora)



Obrázok 96: Konštrukčný náčres vyhotovenia mobilného zariadenia(Momka) na manuálne snímanie testov - (pohľad z boku)



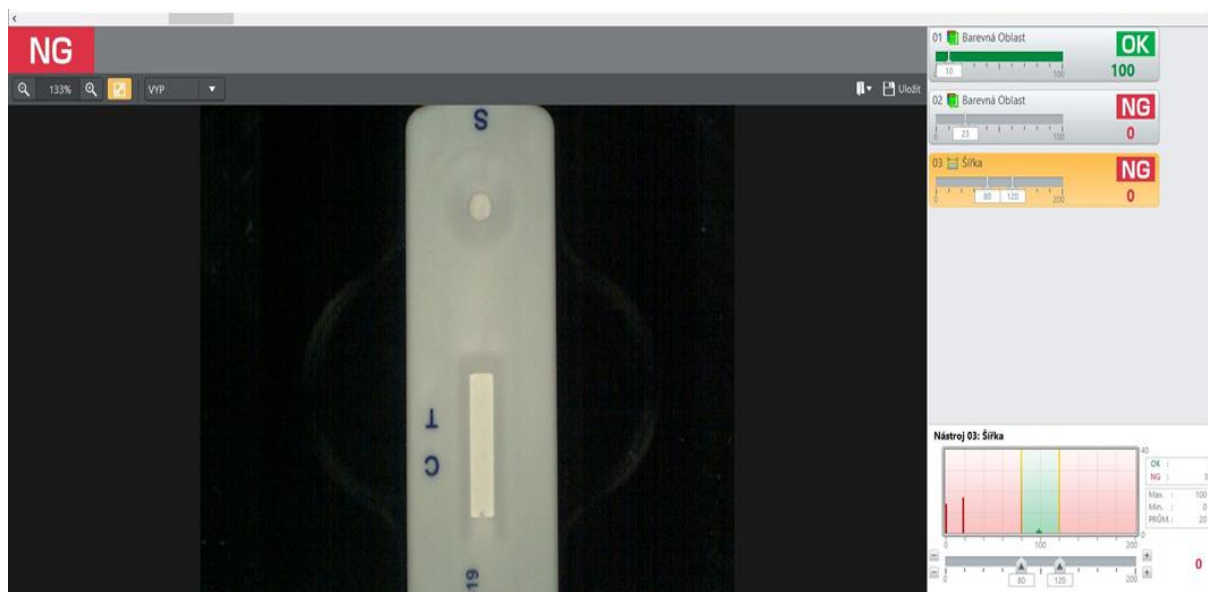
Obrázok 97: Reálne vyhotovenie mobilného zariadenia(Momka) na manuálne snímanie testov - (pohľad zhora)



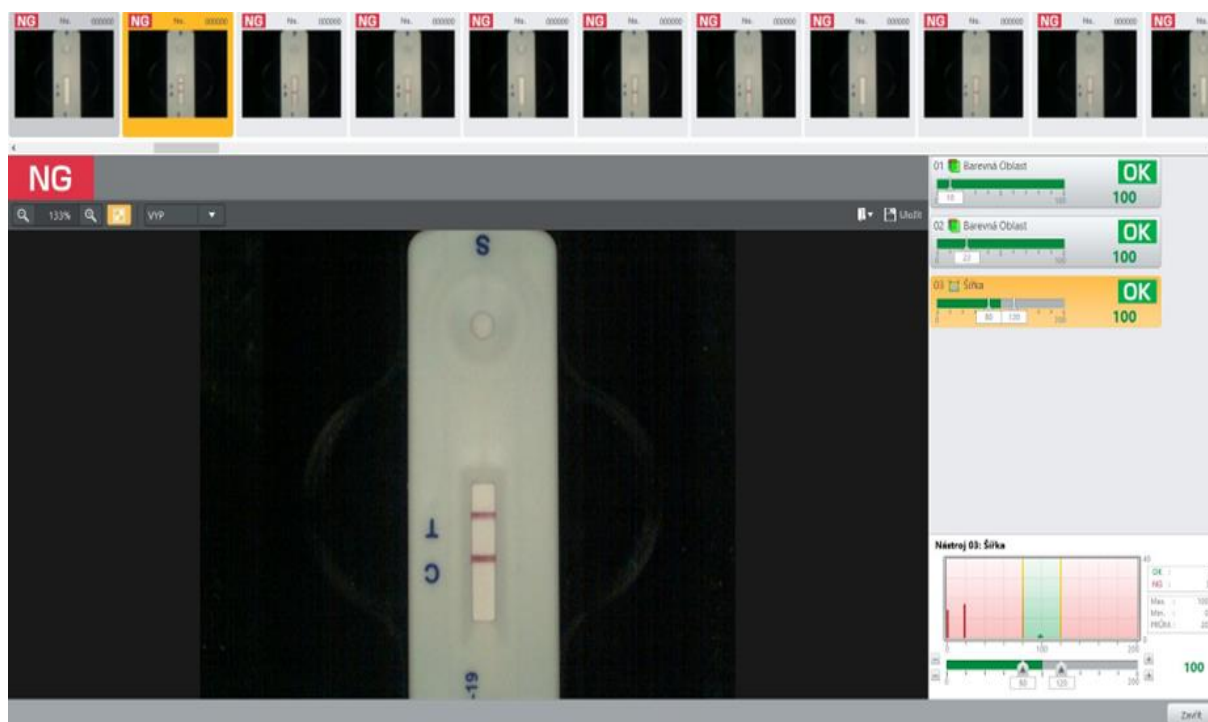
Obrázok 98: Reálne vyhotovenie mobilného zariadenia(Momka) na manuálne snímanie testov - (pohľad spredu)



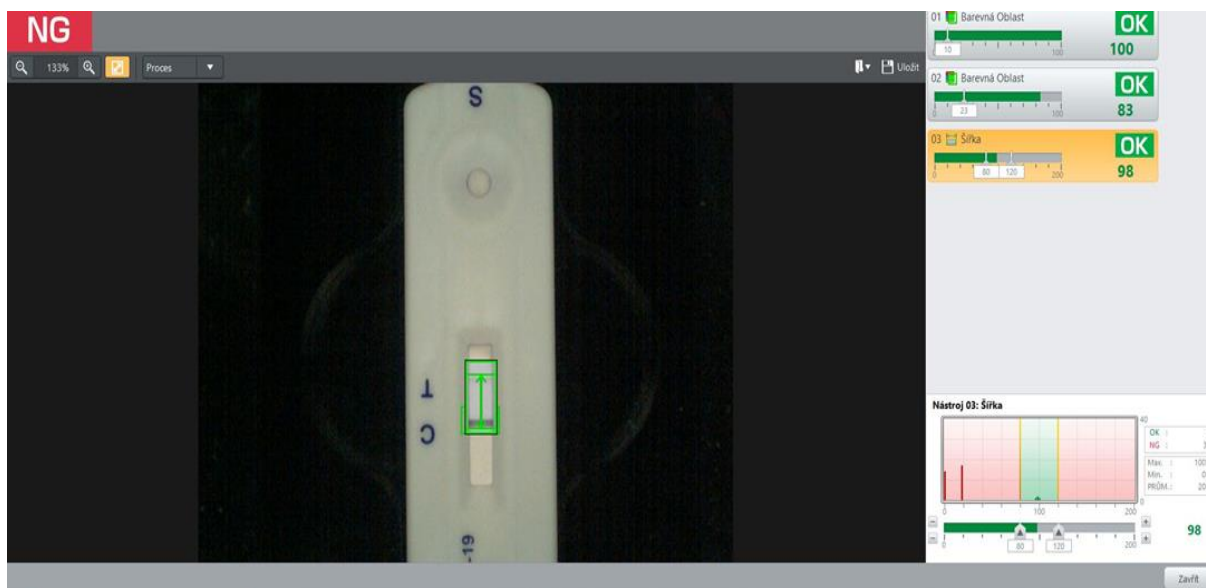
Obrázok 99: Reálne vyhotovenie mobilného zariadenia(Momka) na manuálne snímanie testov - (pohľad spredu, po pridaní nepriesvitného krytovania z dôvodu ochrany kamery pred svetlom)



Obrázok 100: Reálny snímok spravený kamerou v mobilnom zariadení(Momka) na manuálne snímanie testov(test na covid bol neplatný)



Obrázok 101: Reálny snímok spravený kamerou v mobilnom zariadení(Momka) na manuálne snímanie testov (test na covid bol negatívny kamera vyhľadáva zmenu farby na špecifickom mieste)



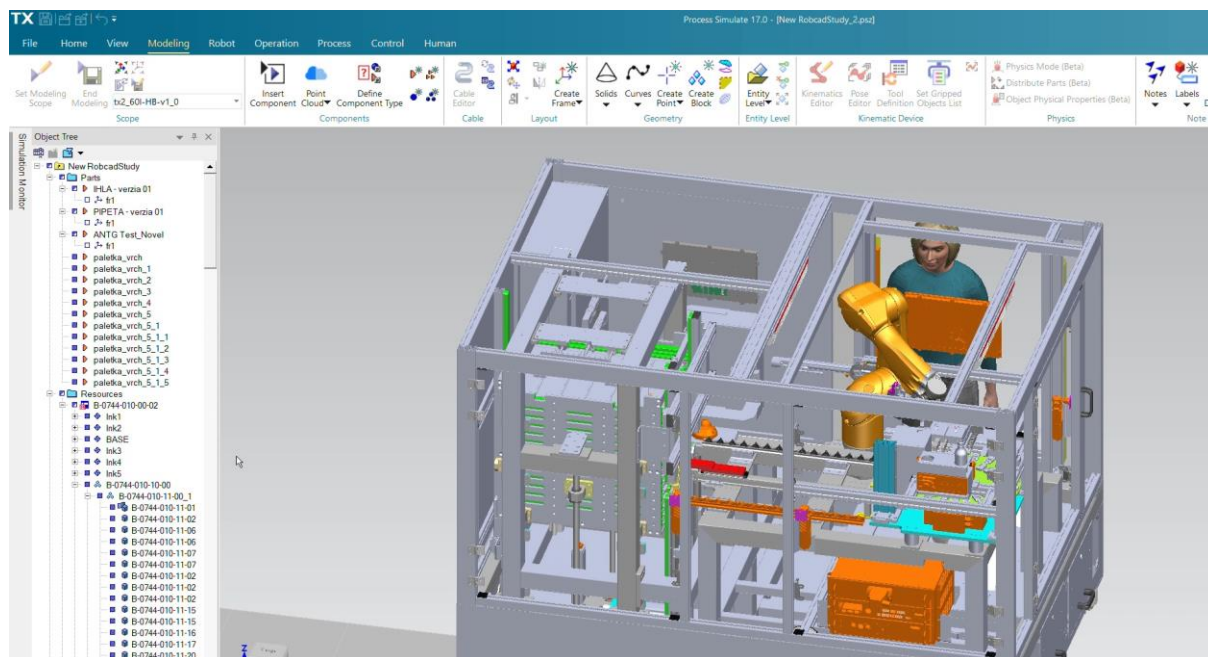
Obrázok 102: Reálny snímok spravený kamerou v mobilnom zariadení(Momka) na manuálne snímanie testov (softvérovo bolo rozširované miesto správneho vyhodnotenia testu)

Na záver môžeme skonštatovať, že testovanie prebehlo úspešne. Toto zariadenie bolo umiestnené do odberného miesta v Hlohovci, kde sa vykonalo zosnímanie a vyhodnotenie niekoľkých stoviek testov. Vybraná kamera spolu so softvérovým riešením plne pokrýva potrebu špecifikovanú pre automatickú testovaciu stanicu.

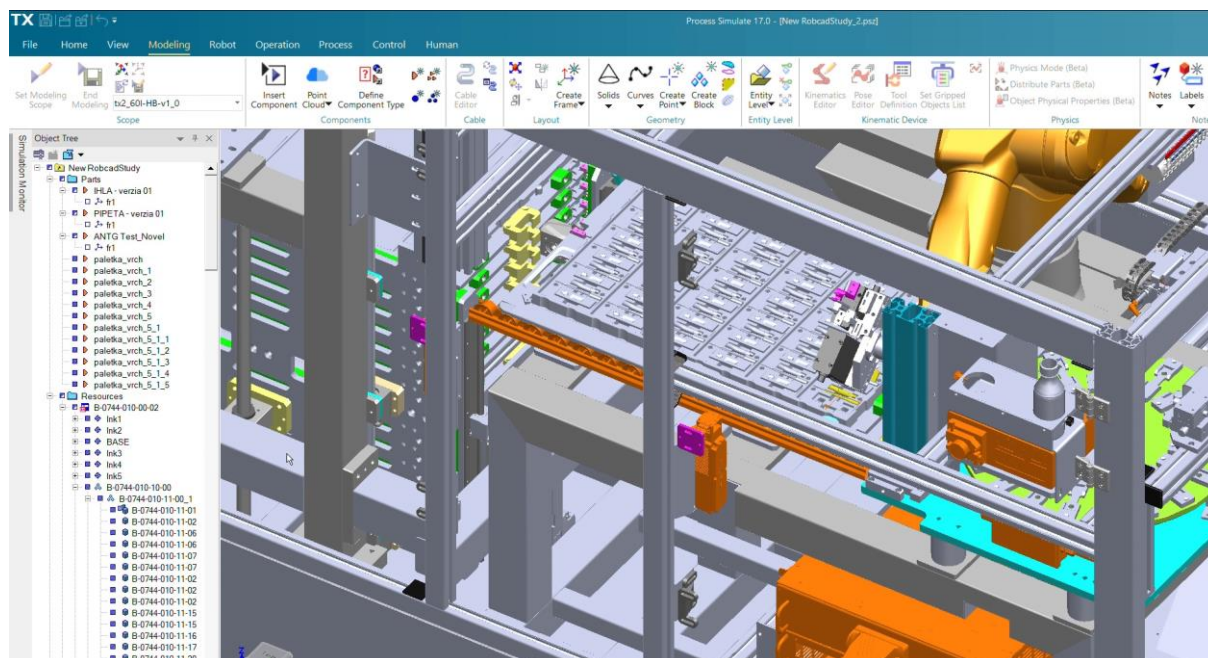
4.2 Jadro

4.2.1 Simulácia automatickej testovacej bunky

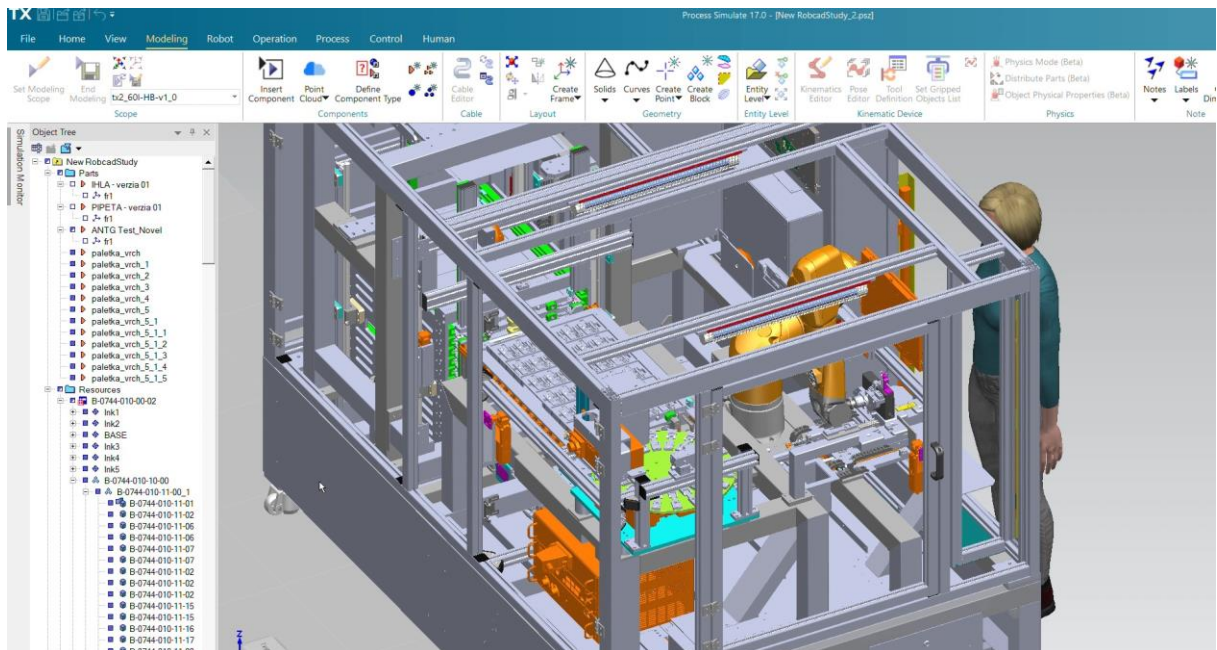
Počas testovanie sme boli schopný vytvoriť reálne simulácie priebehu testovania. Tieto simulácie nám pomohli overiť funkcionality samotného zariadenia. Špeciálne sme sa zamerali na možnosť kolízie robota v priestore s inými časťami bunky. Taktiež boli verifikované a testované ďalšie pohyblivé časti bunky, ktoré mohli byť kritickým miestom, kde mohlo prísť ku kolízií, alebo zastaveniu procesu testovania. Zábery z týchto simulácií sú zachytené v nasledujúcej časti dokumentu.



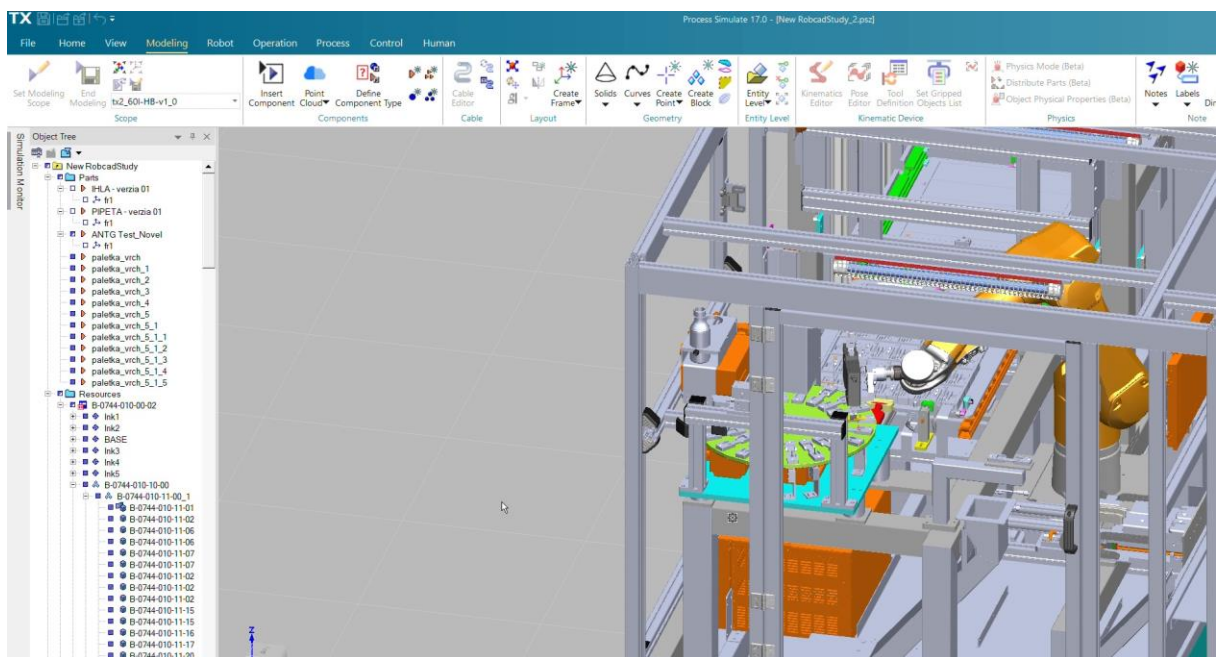
Obrázok 103: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania



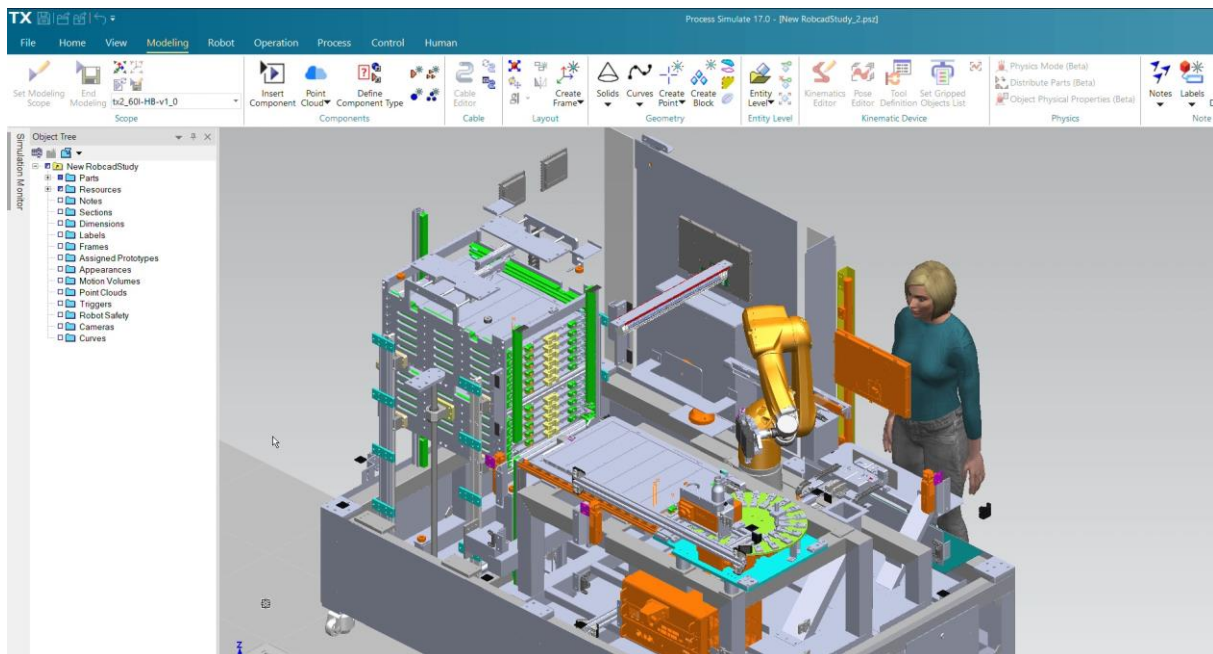
Obrázok 104: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania. Robot vyberá test z blistra



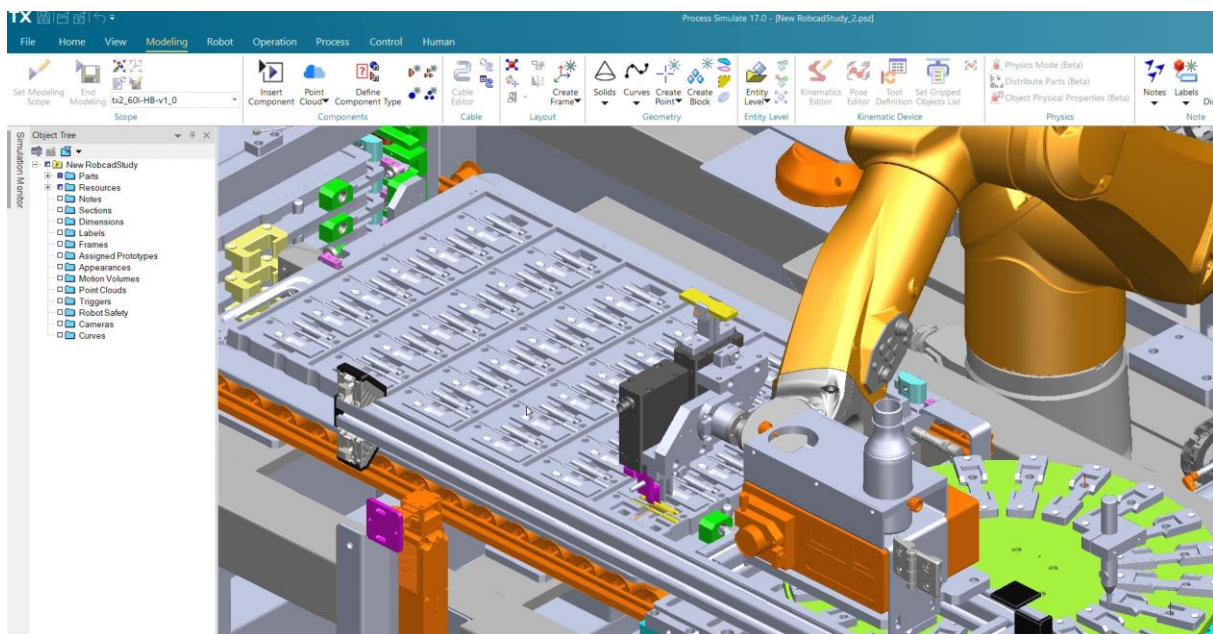
Obrázok 105: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania. Robot vkladá test do zásuvky



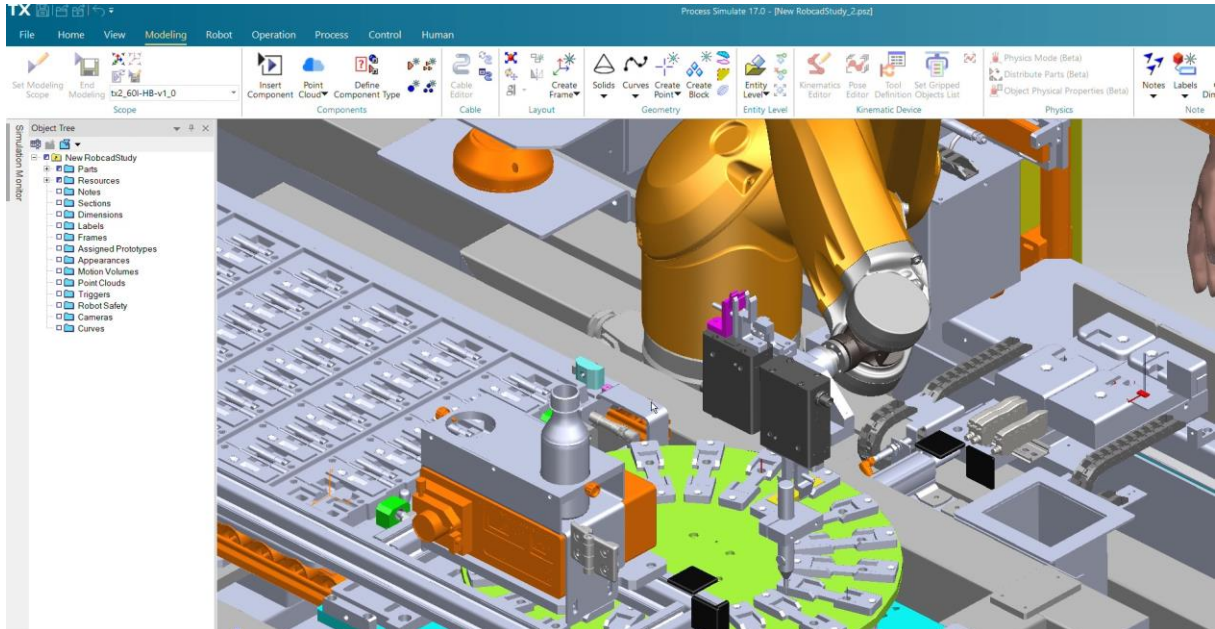
Obrázok 106: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania. Robot vkladá test do lôžka na otočnom stole



Obrázok 107: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania. Proces zakrytovania, odkrytovanie blistra



Obrázok 108: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania. Robot vyberá potrebné súčasti na testovanie z blistra pomocou gripperu

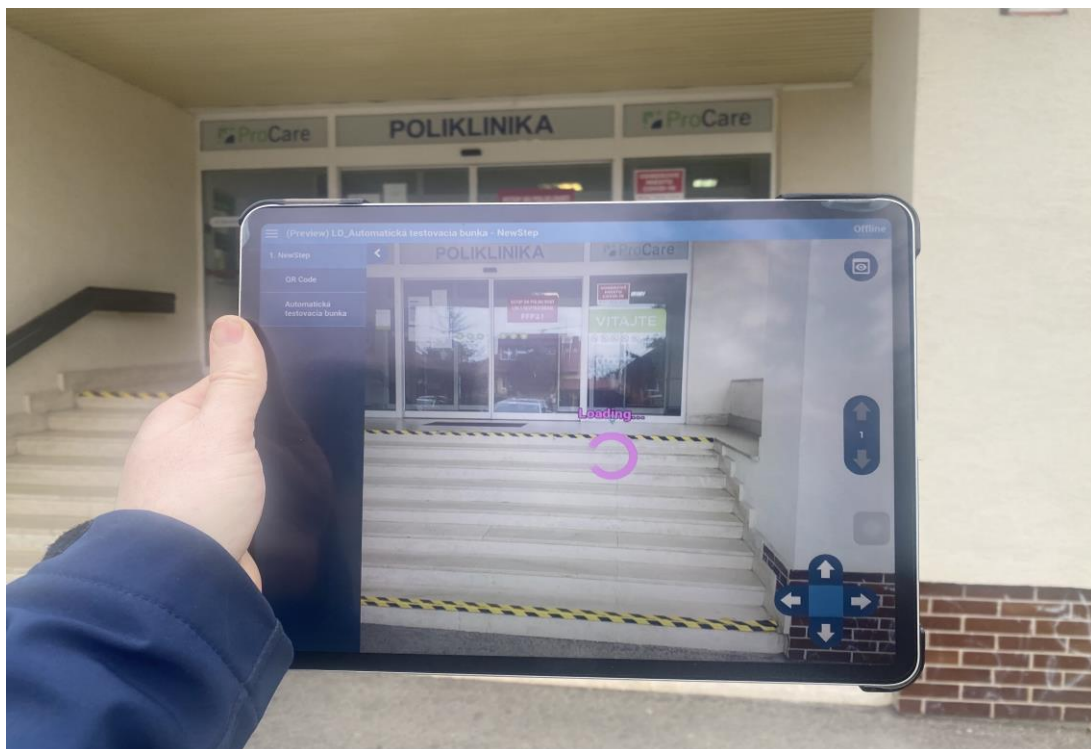


Obrázok 109: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania. Robot vkladá test do lôžka na otočnom stole (detailný záber na gripper pri vkladaní testu)

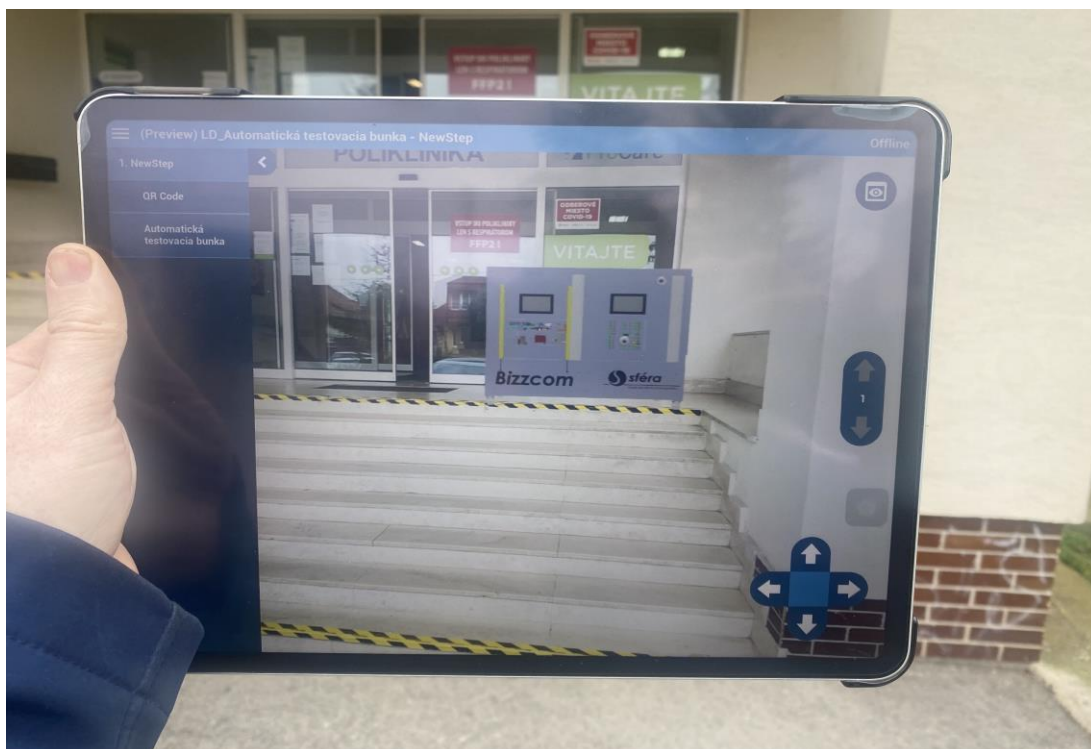
4.2.2 3D vizualizácia AR/VR automatickej testovacej bunky

4.2.2.1 Umiestnenie dezinfekcie v rozšírenej realite (AR) v určených priestoroch

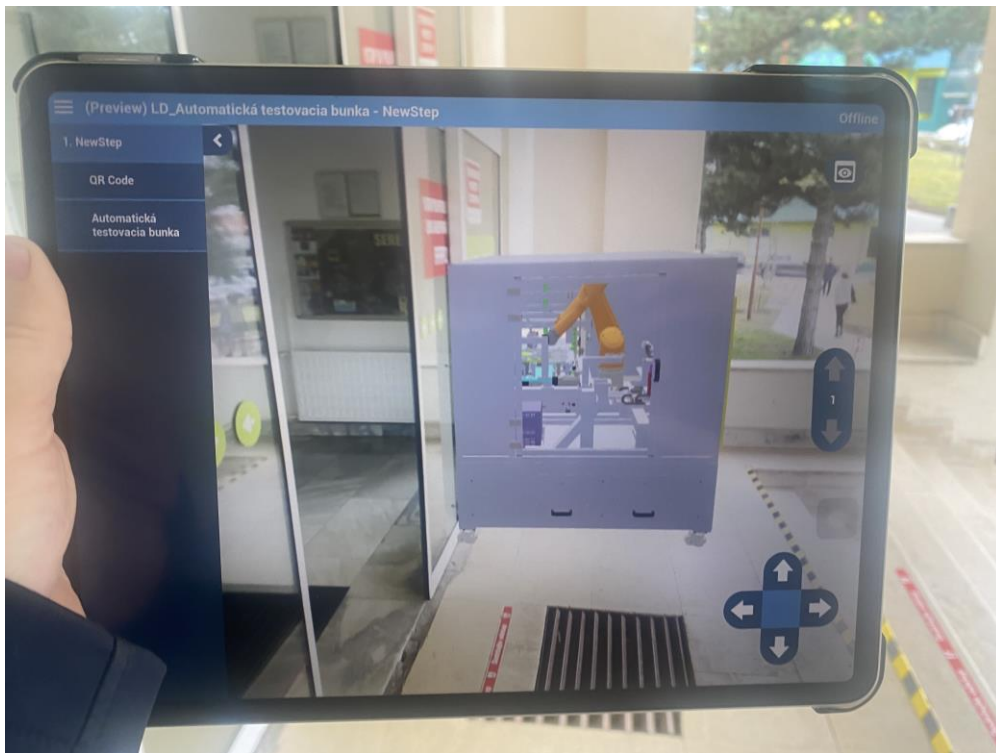
Testovanie a priebeh simulácie prebehol v súlade s očakávaniami a podarilo sa verifikovať funkčnosť zariadenia. V nasledujúcej časti budú zobrazené zábery z testovania v rozšírenej realite. Toto testovanie prebiehalo vo viacerých vybraných lokalitách, ako sú výrobné farmaceutické a potravinárske priestory, nemocnice, polikliniky železničné stanice a školy.



Obrázok 110: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore polikliniky pomocou AR (prebieha načítavanie modelu)



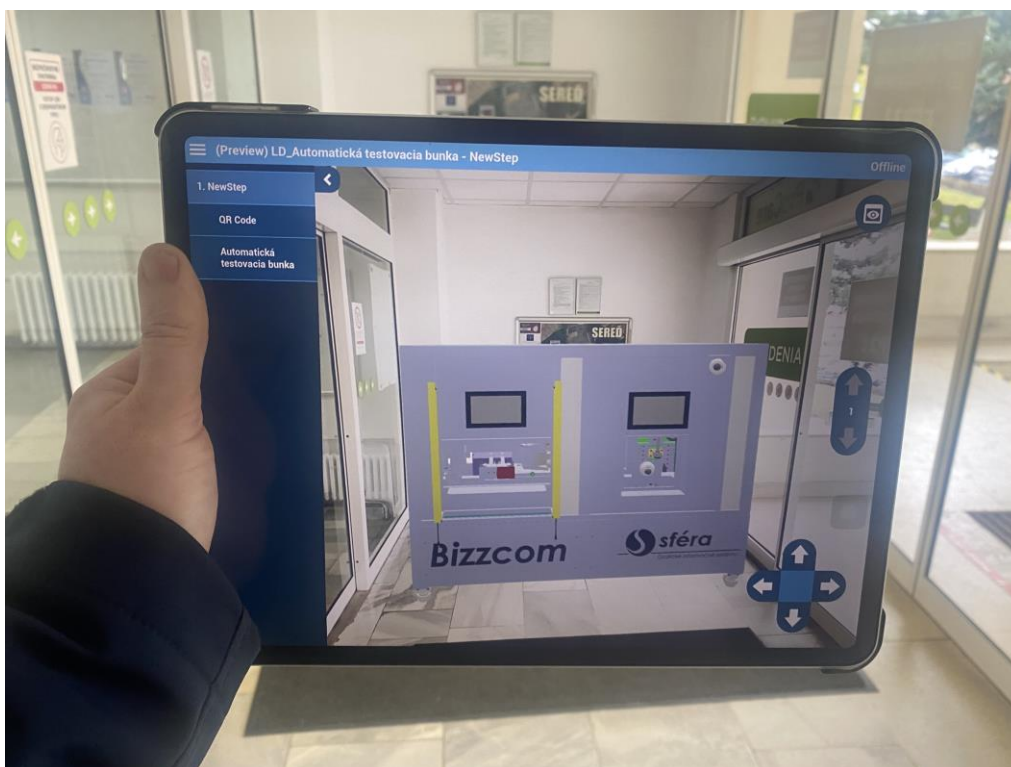
Obrázok 111: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore polikliniky pomocou AR (načítaný model)



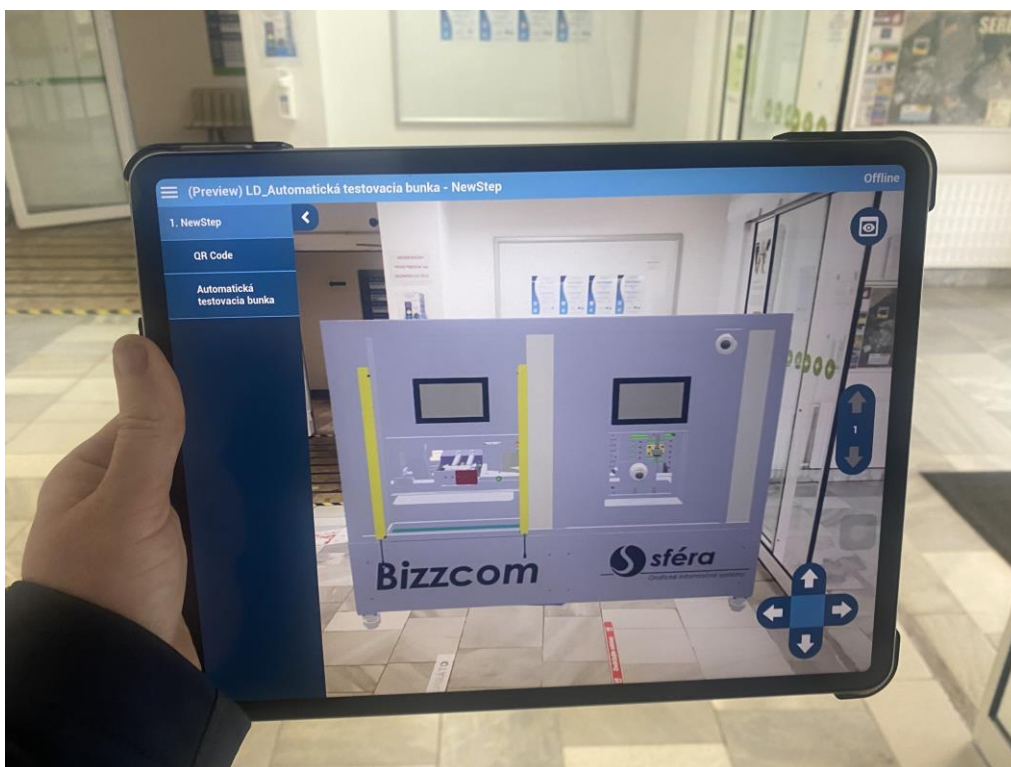
Obrázok 112: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky



Obrázok 113: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (pohľad z boku)



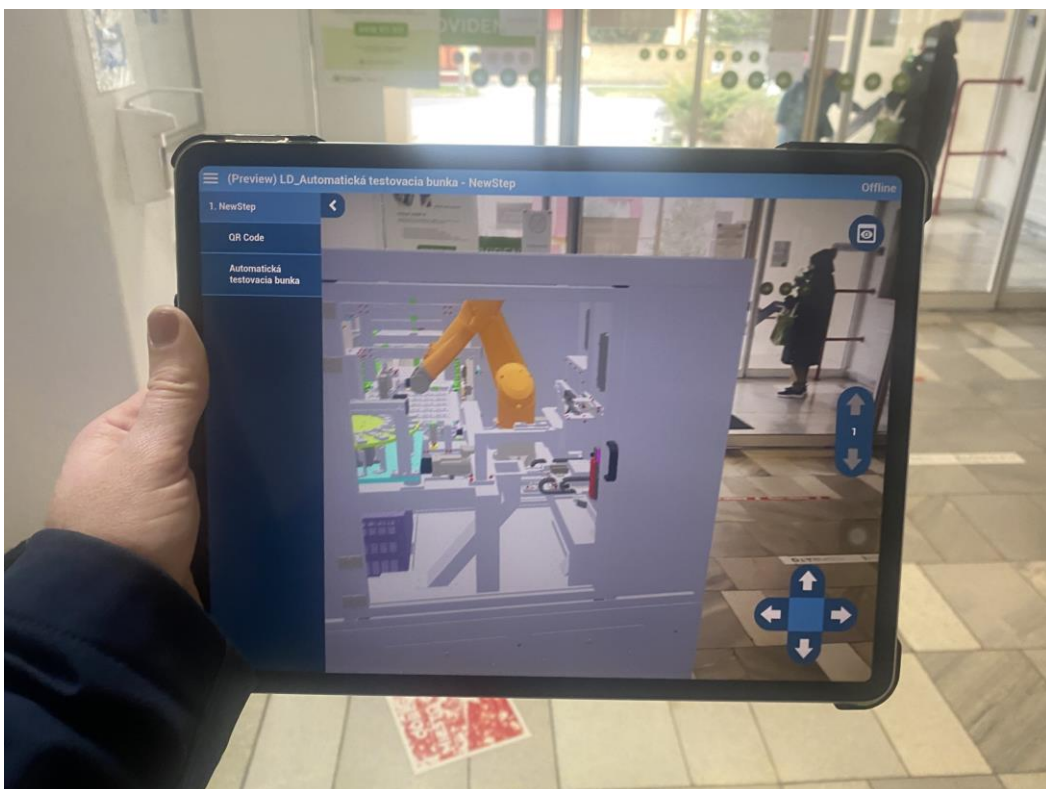
Obrázok 114: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (detailný záber)



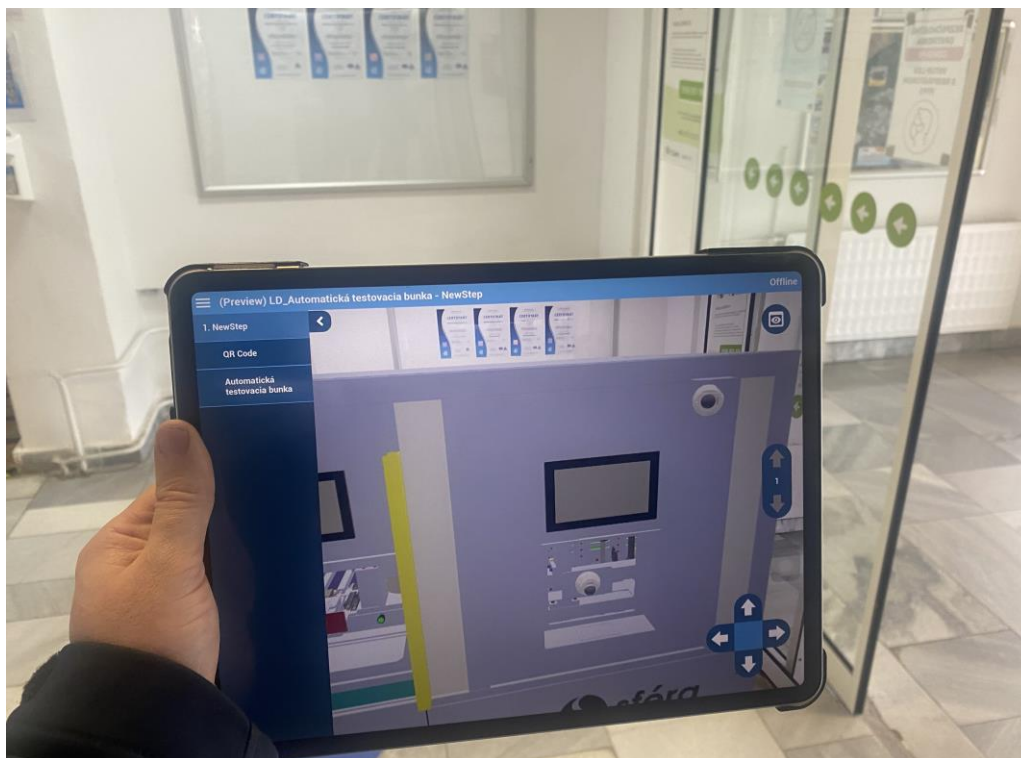
Obrázok 115: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (vnútorný priestor vstupná chodba)



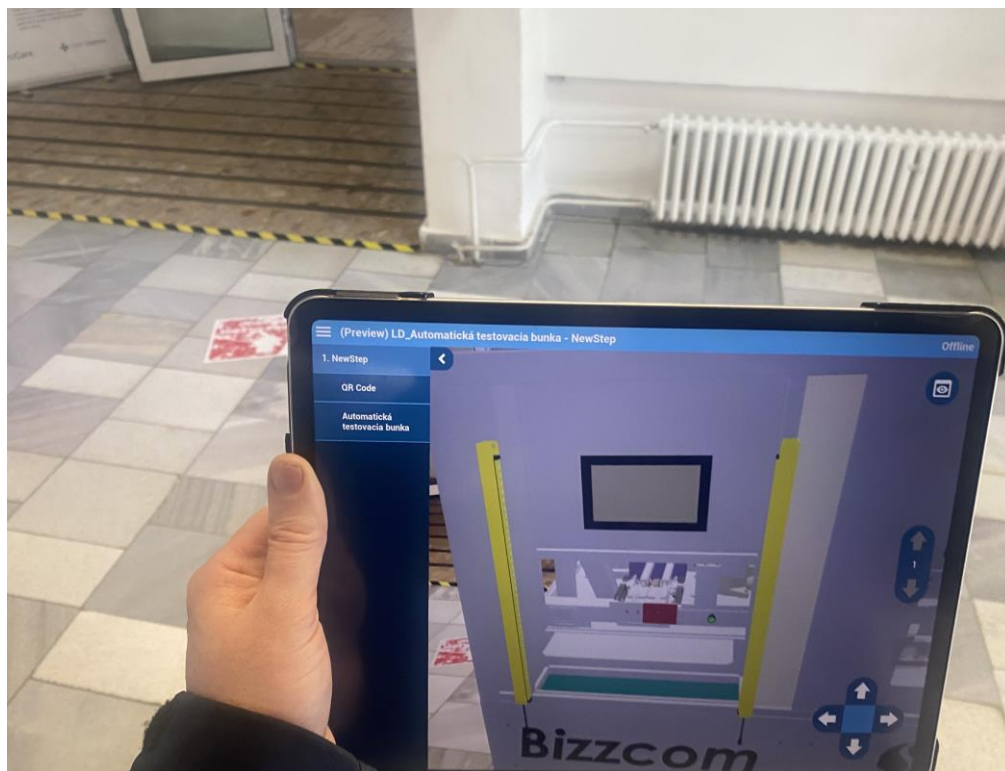
Obrázok 116: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (vnútorný priestor vstupná hala, pohľad spredu)



Obrázok 117: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (vnútorný priestor vstupná hala)



Obrázok 118: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (vnútorný priestor vstupná hala, detailný pohľad na prednú časť, vypĺňanie údajov)



Obrázok 119: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (vnútorný priestor vstupná hala, detailný pohľad na prednú časť, priestor na vykonanie testu)



Obrázok 120: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor)



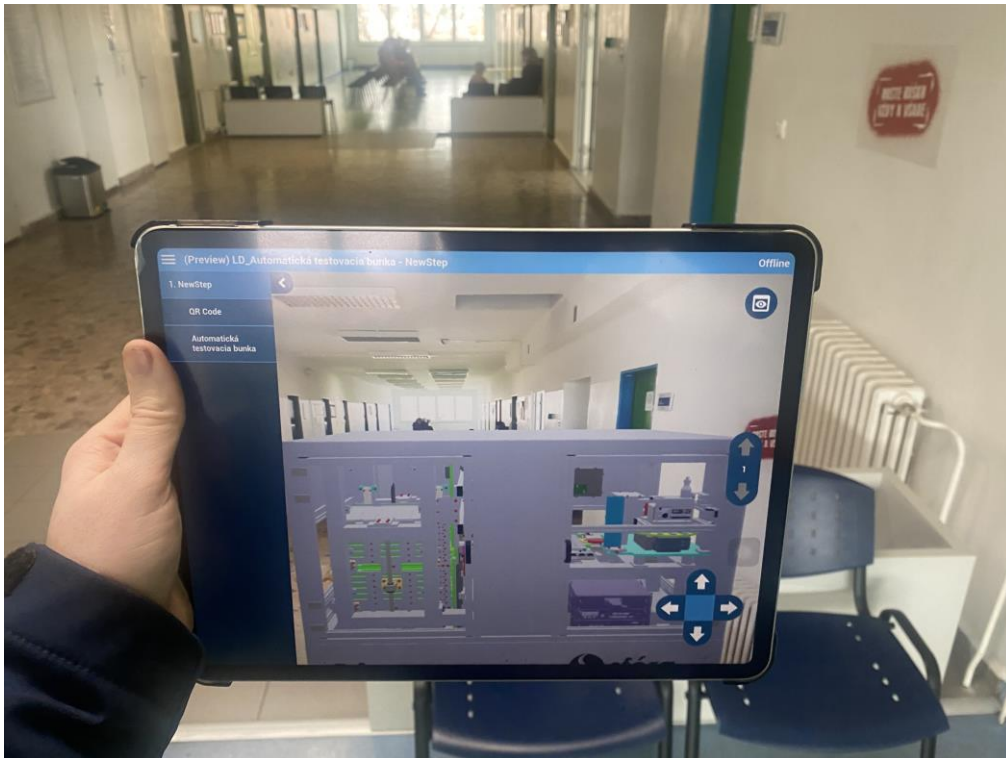
Obrázok 121: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, záber na miesto kde sa pacient identifikuje)



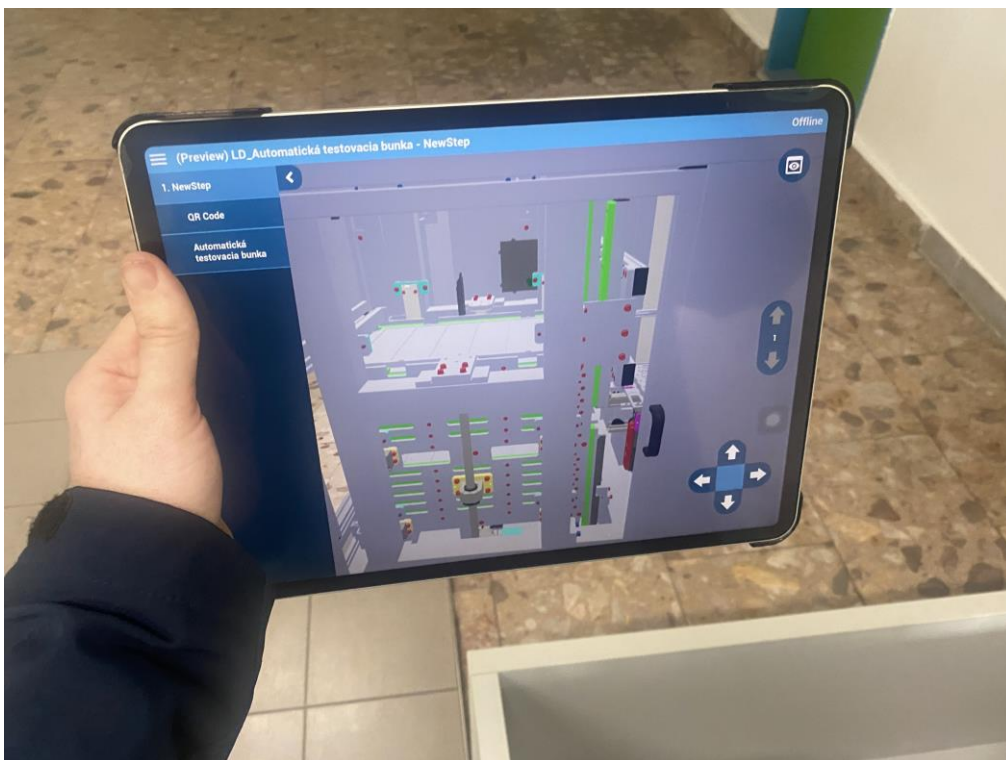
Obrázok 122: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, pohľad z boku)



Obrázok 123: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, pohľad spredu)



Obrázok 124: Automatická testovacia banka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, pohľad zozadu)



Obrázok 125: Automatická testovacia banka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, pohľad zozadu simulácia dopĺňania zásobníka blistrov)



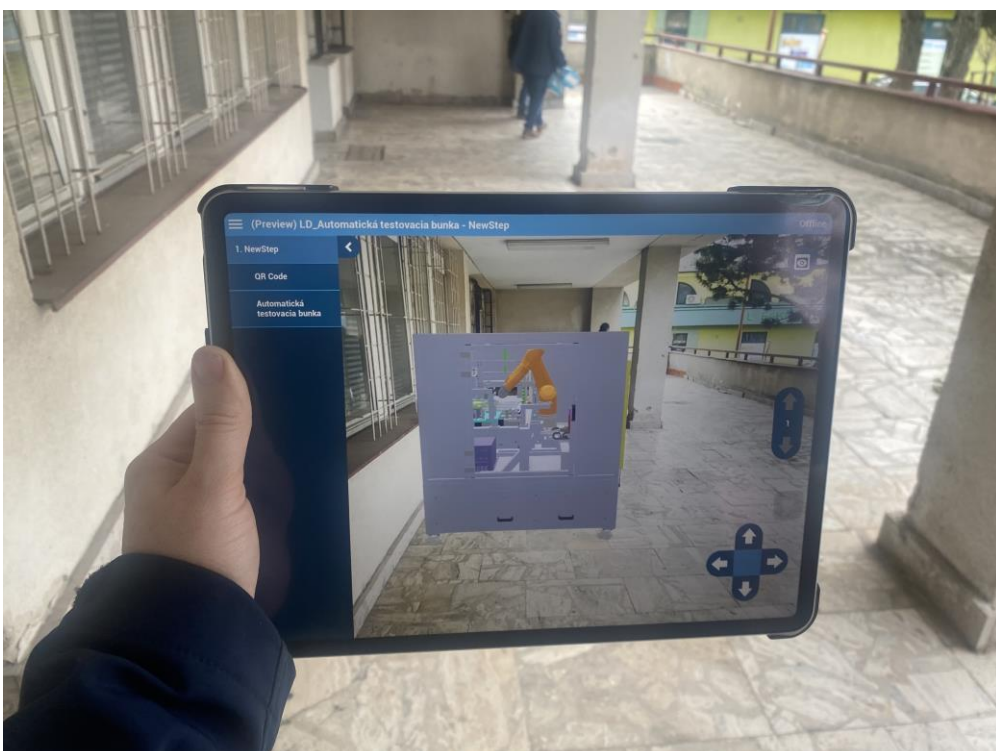
Obrázok 126: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, pohľad z boku)



Obrázok 127: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, pohľad z boku, simulácia dopĺňania zásobníka blisterov)



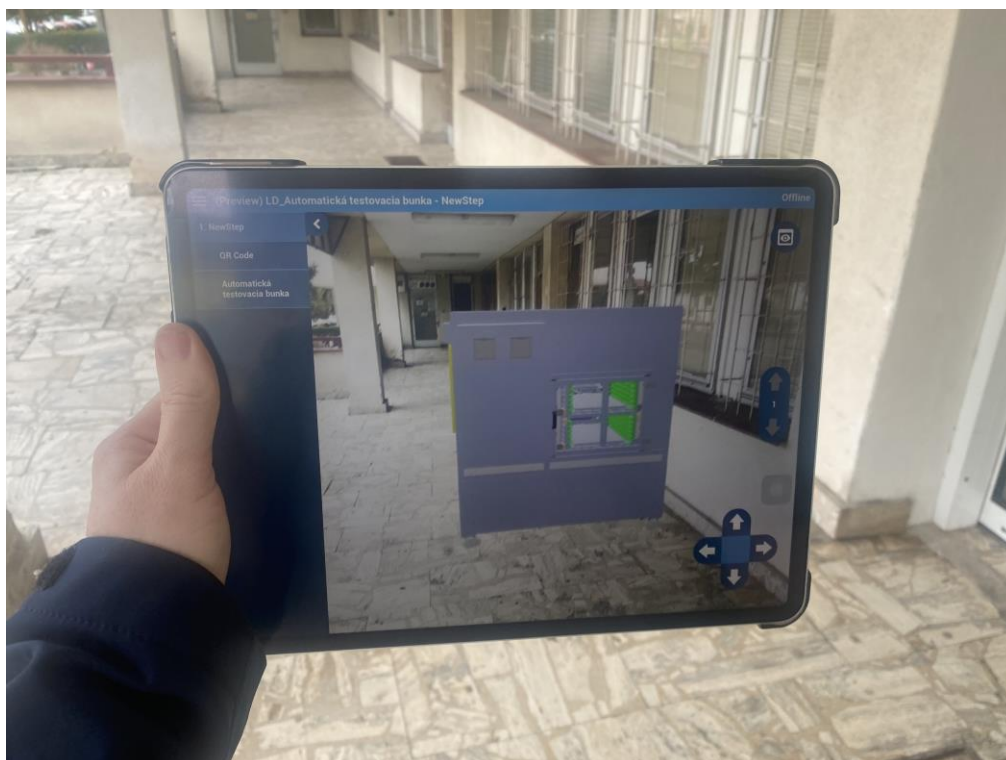
Obrázok 128: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vonkajší priestor, čiastočne prekrytý)



Obrázok 129: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vonkajší priestor, čiastočne prekrytý, pohľad z boku)



Obrázok 130: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vonkajší priestor, čiastočne prekrytý, pohľad z boku na robota)



Obrázok 131: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vonkajší priestor, čiastočne prekrytý, pohľad z boku na dopĺňanie testov)



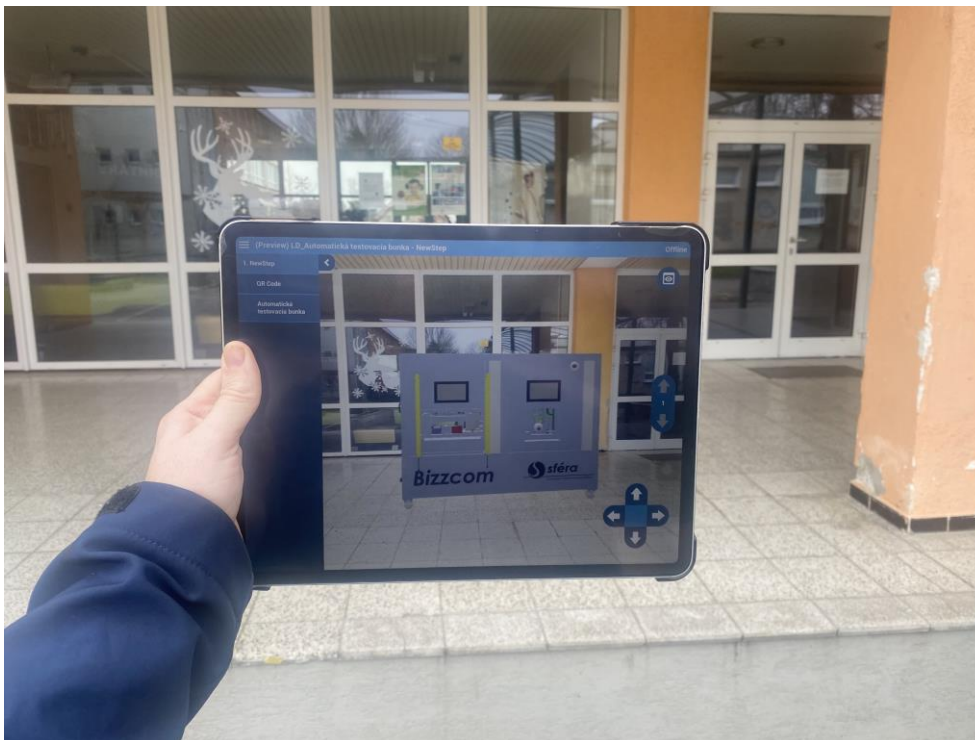
Obrázok 132: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený na vlakovej stanici (vonkajší priestor, čiastočne prekrytý, pohľad spredu)



Obrázok 133: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený na vlakovej stanici (vnútorný priestor, pohľad spredu)



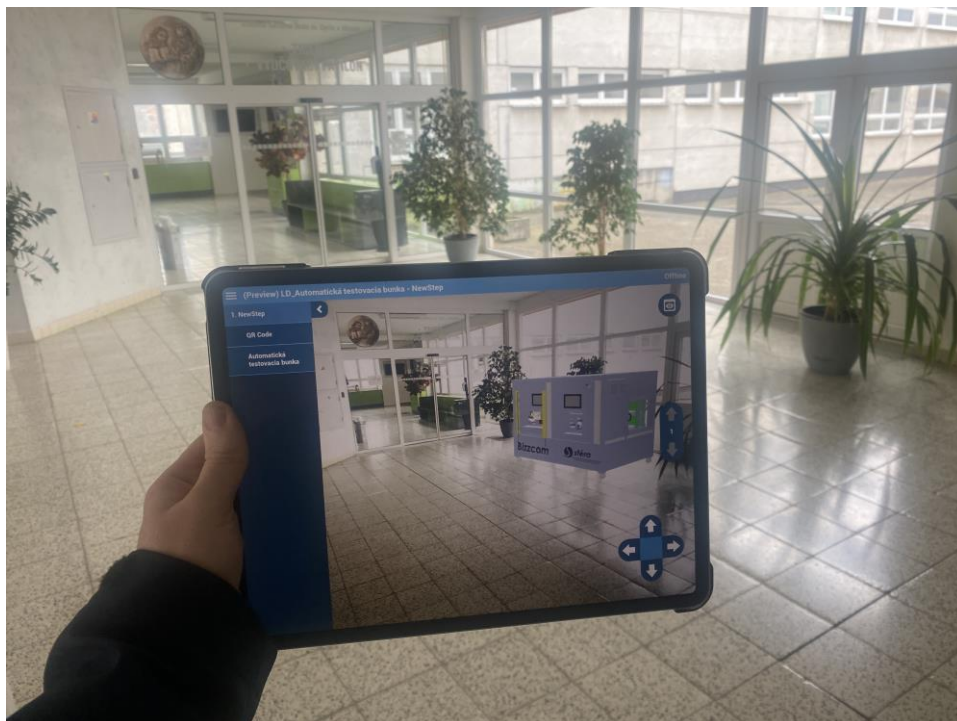
Obrázok 134: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený na vlakovej stanici (vnútorný priestor, pohľad z boku)



Obrázok 135: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený na škole (vonkajší priestor, pohľad spredu)



Obrázok 136: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený na škole (vonkajší priestor, pohľad spredu)



Obrázok 137: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený na škole (vnútorný priestor, pohľad spredu)



Obrázok 138: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v obchodnom priestore (vnútorný priestor, stavebniny, pohľad spredu)

4.2.2.2 Detailné validovanie automatickej dezinfekcie vo virtuálnej realite (VR)

V nasledovnom obrázku je zachytená automatická testovacia stanica vo virtuálnej realite. Tento model nám poskytol možnosť bližšieho náhľadu a lepšej možnosti debugingu zariadenia.



Obrázok 139: Automatická testovacia bunka - umiestnenie vo virtuálnej realite

4.3 Zhrnutie

Testovanie automatickej testovacej bunky prebehlo úspešne. Na začiatku testovanie sa vyskytli určité problémy pri preklápaní zhotoveného 3D modelu do virtuálnej a rozšírenej reality. Tieto problémy boli spôsobené komplexnosťou 3D modelu. 3D model automatickej testovacej bunky je skonštruovaný z veľkého množstva individuálnych súčiastok a samostatných častí, ktoré sú pospájané do jedného funkčného celku. Z tohoto dôvodu sa jedná o veľmi komplexný a dátovo náročný model. Dátová náročnosť modelu neumožňovala transfer 3D modelu automatickej testovacej stanice do programu, ktorú používame na AR/VR testovanie. 3D model musel byť mierne upravený a bolo potrebné uskutočniť čiastočnú kompresiu modelu zariadenia.

Po uskutočnení kompresie bol model následne prekolopený do virtuálneho rozhrania. Tento model bol následne použitý pri testovaní bez ďalších komplikácií. Testovanie vo AR potvrdilo flexibilitu a potencionálnu využiteľnosť zariadenie v rôznych situáciách a prostrediach. Samotný model zariadenia je pripravený na vstup do ďalšej fázy projektu.

5 SUMÁRNY ZÁVER

V tomto výstupnom dokumente, ktorý je vypracovaný po ukončení míľníka, sme sa zamerali na zhrnutie progresu vykonaného v troch základných balíkoch nášho projektu.

V období trvania tohoto míľníka sme boli schopné vykonať všetky plánované testovania jednotlivých zariadení. Testovanie prebehlo bez závažnejšej komplikácii a toto obdobie bolo úspešne ukončené. V jednotlivých sekciách sa počas priebehu testovania vyskytli, niektoré problémy, ktoré sa následne v procese úpravy zariadení podarilo odstrániť. Taktiež boli do jednotlivých modelov zapracované zmeny, ktoré eliminujú možný výskyt podobnej komplikácie.

Balík č. 1 – Automatická dezinfekcia - Automatická dezinfekcia prešla kritickým testovaním a vytvorený model sa osvedčil v rôznorodých situáciách. Bolo vykonané fyzické testovania zapožičaného modelu Omron LD90, boli vytvorené navigačné mapy pre toto zariadenie a tiež boli vykonané proti kolízne skúšky pri strete s človekom tohoto zariadenia.

Testovanie v rozšírenej realite taktiež splnilo predpokladané očakávania a v niektorých aspektoch ich prekonal. Testovanie modelu v rozšírenej realite sa ukázalo ako kriticky dôležitá časť procesu vývoja tohoto zariadenia

Súčasne bolo vykonané testovanie detekčnej stanice. Testovanie HW a SW časti tohoto zariadenia bolo úspešné. Ovládanie stanice bolo jednoduché a fungovanie bezproblémové. Na začiatku testovania sa vyskytol problém pri prihlasovaní zariadenia na lokálnu wifi. Tento problém bol však odstránený pri aktualizácii softvéru.

V závere je potrebné povedať, že model Automatickej dezinfekcie bol detailne vytvorený a spracovaný podľa vopred zadefinovaných požiadaviek s ohľadom na, čo najväčšiu flexibilitu a potencionálnu využiteľnosť v, čo najširšom možnom spektre využitia. Informácie, ktoré sme získali z testovania potvrdili, že vytvorený model splnil všetky vyššie uvedené požiadavky.

Balík č. 2 – domáca karanténa – Zariadenie na domácu karanténu bolo testované na vybraných ľuďoch a vo vybraných domácnostiach podľa vopred určených kritérií. Toto HW zariadenie potvrdilo predpoklady pre maximálnu využiteľnosť vďaka svojim kompaktným rozmerom a dostatočnej možnosti monitorovať vybrané životné funkcie.

Testovanie mobilnej aplikácie odhalilo skrytú chybu, ktorá spôsobila stratu časti presúvaných dát. Táto SW chyba bola následne odstránená a ďalšie synchronizácie zariadenia už prebehli bez komplikácii.

Testovanie mobilnej aplikácie účastníkmi potvrdilo, že jeden z hlavných cieľov vytvoriť user-friendly rozhranie bol splnený. Testovaní účastníci potvrdili, že ovládanie mobilnej aplikácie prebiehalo intuitívne. Samotný dizajn aplikácie, bol taktiež navrhnutý s ohľadom na maximálnu prehľadnosť a simplicitu, čo oceňovali najmä starší pacienti.

Nadradený systém bol schopný prehľadne zobrazovať dáta a spájať ich do súvislých graficky prehľadných celkov. Toto rozhranie sa počas testovania ukázalo ak jasné prehľadné so zameraním na maximálnu využiteľnosť spracovania zozbieraných dát účastníkmi potvrdilo, že jeden z hlavných cieľov vytvoriť user-friendly rozhranie bol splnený. Testovaní účastníci potvrdili, že ovládanie mobilnej aplikácie prebiehalo intuitívne. Samotný dizajn aplikácie, bol taktiež navrhnutý s ohľadom na maximálnu prehľadnosť a simplicitu, čo oceňovali najmä starší pacienti.

Nadradený systém bol schopný prehľadne zobrazovať dáta a spájať ich do súvislých graficky prehľadných celkov. Toto rozhranie sa počas testovania ukázalo ak jasné prehľadné so zameraním na maximálnu využiteľnosť spracovania zozbieraných dát.

Balík č. 3 – automatická testovacia bunka – Automatická testovacia bunka je najkomplexnejšie zariadenie v našom projekte. Model tohoto zariadenia je skonštruovaný podľa špecifických potrieb a kritérií, ktoré boli detailne definované v predchádzajúcich fázach projektu.

Toto zariadenie bolo testované vo virtuálnej realite a na tomto zariadení boli vykonané praktické simulácie, ktoré zabezpečili verifikáciu funkcionality jednotlivých kriticky dôležitého pohyblivého častého modelu. Tieto simulácie potvrdili, že pracovný 3D model je plne funkčný a splňuje požiadavky, podľa ktorých bol vypracovaný.

Zároveň bol tento model umiestnený cez rozšírenú realitu na viaceré miesta, kde by mohol byť potencionálne využívaný, ako sú napríklad nemocnice, polikliniky, vlakové a autobusové stanice a výrobné závody. Na začiatku projektu bola definovaná požiadavka zvýšenej mobility testovacej stanice. Boli zadané rozmery, ktoré garantujú možnosť presunu a inštalácie stanice v, čo najväčšom množstve priestorov. Toto testovanie potvrdilo, že aj táto vyššie definovaná požiadavka bola splnená.

Na záver je potrebné uviesť, že obdobie tohto mílnika bolo úspešne ukončené a všetky potrebné testy v tomto období boli vykonané a spracované do tohoto výstupného dokumentu. V záverečnej časti projektu sa zameriame na finálne testovanie pre rozšírenie možnosti využiteľnosti zariadení a identifikáciu jednotlivých častí a procesov, ktoré by sa mohli stať duševným vlastníctvom na zabezpečenie ochrany unikátnych riešení využitých pri konštrukcii modelov.

6 ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1: Graf zaočkovanosti populácie na Slovensku proti ochoreniu COVID-19 k mesiacu apríl 2022	4
Obrázok 2: Prehľad pozitívne testovaných osôb laboratórnymi testami podľa okresu	5
Obrázok 3: OMRON LD 90.....	6
Obrázok 4: OMRON robotický podvozok – komponenty a funkcie	7
Obrázok 5: OMRON LD – bezpečnosť.....	7
Obrázok 6: OMRON robotické podvozky – flexibilita	8
Obrázok 7: OMRON robotické podvozky – Fleet Manager	8
Obrázok 8: OMRON robotické podvozky – Fleet Manager.....	9
Obrázok 9: OMRON robotické podvozky – MobilePlanner, MobilePlannerTablet Edition.....	9
Obrázok 10: OMRON robotické podvozky – AMR vs AGV.....	10
Obrázok 11: Detailné predstavenie mobilných robotov v spolupráci s firmou ELSYS.....	10
Obrázok 12: OMRON LD testovanie – prvotné spustenie a nastavenie mapovania	11
Obrázok 13: OMRON LD testovanie – mapovanie priestoru	11
Obrázok 14: OMRON LD testovanie – mapovanie priestoru	12
Obrázok 15: OMRON LD testovanie – MobilePlanner	12
Obrázok 16: OMRON LD testovanie – ohraničenie mapy	13
Obrázok 17: OMRON LD testovanie – ohraničenie mapy	13
Obrázok 18: OMRON LD testovanie – ohraničenie mapy	14
Obrázok 19: OMRON LD testovanie – vytvorenie trasy.....	14
Obrázok 20: OMRON LD testovanie – testovanie trasy.....	15
Obrázok 21: OMRON LD testovanie – testovanie trasy.....	15
Obrázok 22: OMRON LD testovanie – testovanie trasy, prekážka v trase	16
Obrázok 23: OMRON LD testovanie – testovanie trasy, prekážka v trase	16
Obrázok 24: OMRON LD testovanie – nastúpenie do výťahu	17
Obrázok 25: Detekčná stanica – komerčná verzia.....	17
Obrázok 26: Detekčná stanica uchytená na konštrukcii	18
Obrázok 27: Detekčná stanica – nastavenie siete	18
Obrázok 28: Detekčná stanica – IP nastavenia	19
Obrázok 29: Detekčná stanica – IP nastavenia	19
Obrázok 30: Detekčná stanica – nastavenie miestnosti	20
Obrázok 31: Detekčná stanica – nastavenie notifikácie.....	20
Obrázok 32: Detekčná stanica – hlavná obrazovka.....	21
Obrázok 33: Detekčná stanica – nastavenia.....	21
Obrázok 34: Detekčná stanica – údržba	22
Obrázok 35: Detekčná stanica – bezpečné prostredie	23
Obrázok 36: Detekčná stanica – upozornenie o nie bezpečnom prostredí	23
Obrázok 37: Automatická dezinfekcia – simulácia procesu dezinfekcie	25
Obrázok 38: Automatická dezinfekcia – simulácia procesu dezinfekcie	25
Obrázok 39: Automatická dezinfekcia – simulácia procesu dezinfekcie	26
Obrázok 40: Automatická dezinfekcia – simulácia procesu dezinfekcie.....	26
Obrázok 41: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v farmaceutickom a potravinárskom priemysle (dezinfekcia blistrovacieho zariadenia)	27
Obrázok 42: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v farmaceutickom a potravinárskom priemysle (dezinfekcia výrobných priestorov).....	28
Obrázok 43: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v farmaceutickom a potravinárskom priemysle (dezinfekcia blistrovacieho zariadenia)	28

Obrázok 44: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (dezinfekcia vstupnej haly).....	29
Obrázok 45: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia prechodu cez bezbariérové dvere).....	29
Obrázok 46: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia prechodu cez bezbariérové dvere).....	30
Obrázok 47: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia prechodu cez bezbariérové dvere).....	30
Obrázok 48: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia prechodu zúženým priestorom).....	31
Obrázok 49: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia prechodu cez bezbariérové dvere).....	31
Obrázok 50: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia dezinfekcie chodieb).....	32
Obrázok 51: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia vstupu automatickej dezinfekcie do výťahu).....	32
Obrázok 52: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia vstupu automatickej dezinfekcie do výťahu).....	33
Obrázok 53: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia vstupu automatickej dezinfekcie do výťahu).....	33
Obrázok 54: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia vstupu automatickej dezinfekcie do výťahu).....	34
Obrázok 55: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia vstupu automatickej dezinfekcie do výťahu).....	34
Obrázok 56: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia dezinfekcie chodieb).....	35
Obrázok 57: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch zdravotníckych zariadení (simulácia dezinfekcie chodieb).....	35
Obrázok 58: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v priestoroch vlakovej stanice	36
Obrázok 59: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia na školách	36
Obrázok 60: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia na školách	37
Obrázok 61: Automatická dezinfekcia – testovanie zariadenia v obchodných priestoroch	37
Obrázok 62: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v obchodných priestoroch	38
Obrázok 63: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v obchodných priestoroch	38
Obrázok 64: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v obchodných priestoroch	39
Obrázok 65: Automatická dezinfekcia - testovanie zariadenia v obchodných priestoroch	39
Obrázok 66: Automatická dezinfekcia vo VR	40
Obrázok 67: Domáca karanténa – zariadenie CHECKME.....	44
Obrázok 68: Domáca karanténa – architektúra riešenia	44
Obrázok 69: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – základná obrazovka 1.....	45
Obrázok 70: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – základná obrazovka 2.....	45
Obrázok 71: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – výber užívateľa	46
Obrázok 72: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – voľba vytvorenie si nového užívateľa	46
Obrázok 73: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – vytvorenie nového užívateľa.....	46
Obrázok 74: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – voľba merania hodnôt dennej kontroly ...	47
Obrázok 75: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – meranie hodnôt dennej kontroly	47
Obrázok 76: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – meranie hodnôt dennej kontroly	47
Obrázok 77: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – namerané hodnoty dennej kontroly	48
Obrázok 78: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – Data Review	48
Obrázok 79: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – história nameraných hodnôt	48
Obrázok 80: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – spustenie bluetooth	49

Obrázok 81: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – stiahnutie, inštalácia mobilnej aplikácie..	49
Obrázok 82: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – dostupné zariadenia	50
Obrázok 83: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – spárovanie so zariadením Checkme 0170	51
Obrázok 84: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – spárovať zariadenie Checkme v mobilnej aplikácie	52
Obrázok 85: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – potvrdenie o spárovaní mobilnej aplikácie so zariadením Checkme	53
Obrázok 86: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – synchronizácia dát zo zariadenia Checkme do mobilnej aplikácie	54
Obrázok 87 Domáca karanténa – testovanie CHECKME – zosynchronizované data v aplikácii	54
Obrázok 88: Domáca karanténa – testovanie CHECKME – zosynchronizované data v aplikácii	55
Obrázok 89: Domáca karanténa – testovanie webového portálu – prihlásenie	56
Obrázok 90: Domáca karanténa – testovanie webového portálu – Dashboard.....	56
Obrázok 91: Domáca karanténa – testovanie webového portálu – zoznam pacientov	57
Obrázok 92: Domáca karanténa – testovanie webového portálu – detailné hodnoty pacienta	57
Obrázok 93: Domáca karanténa – testovanie webového portálu – detailné hodnoty pacienta	58
Obrázok 95: Automatická testovacia bunka – pohľad spredu.....	59
Obrázok 96: Konštrukčný náčrt vyhotovenia mobilného zariadenia(Momka) na manuálne snímanie testov - (pohľad zhora).....	60
Obrázok 97: Konštrukčný náčrt vyhotovenia mobilného zariadenia(Momka) na manuálne snímanie testov - (pohľad z boku)	61
Obrázok 98: Reálne vyhotovenie mobilného zariadenia(Momka) na manuálne snímanie testov - (pohľad zhora).....	61
Obrázok 99: Reálne vyhotovenie mobilného zariadenia(Momka) na manuálne snímanie testov - (pohľad spredu).....	62
Obrázok 100: Reálne vyhotovenie mobilného zariadenia(Momka) na manuálne snímanie testov - (pohľad spredu, po pridaní nepriehľadného krytovania z dôvodu ochrany kamery pred svetlom).....	62
Obrázok 101: Reálny snímok spravený kamerou v mobilnom zariadení(Momka) na manuálne snímanie testov(test na covid bol neplatný).....	63
Obrázok 102: Reálny snímok spravený kamerou v mobilnom zariadení(Momka) na manuálne snímanie testov (test na covid bol negatívny kamera vyhľadáva zmenu farby na špecifickom mieste)	63
Obrázok 103: Reálny snímok spravený kamerou v mobilnom zariadení(Momka) na manuálne snímanie testov (softvérovo bolo rozširované miesto správneho vyhodnotenia testu)	64
Obrázok 104: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania.....	65
Obrázok 105: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania. Robot vyberá test z blistra	65
Obrázok 106: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania. Robot vkladá test do zásuvky	66
Obrázok 107: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania. Robot vkladá test do lôžka na otočnom stole	66
Obrázok 108: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania. Proces zakrytovania, odkrytie blistra	67
Obrázok 109: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania. Robot vyberá potrebné súčasti na testovanie z blistra pomocou gripperu	67
Obrázok 110: Automatická testovacia bunka - testovanie procesu, simulácia testovania. Robot vkladá test do lôžka na otočnom stole (detailný záber na gripper pri vkladaní testu).....	68
Obrázok 111: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore polikliniky pomocou AR (prebieha načítavanie modelu)	69
Obrázok 112: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore polikliniky pomocou AR (načítaný model)	69

Obrázok 113: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky.....	70
Obrázok 114: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (pohľad z boku)	70
Obrázok 115: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (detailný záber).....	71
Obrázok 116: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (vnútorný priestor vstupná chodba).....	71
Obrázok 117: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (vnútorný priestor vstupná hala, pohľad spredu)	72
Obrázok 118: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (vnútorný priestor vstupná hala).....	72
Obrázok 119: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (vnútorný priestor vstupná hala, detailný pohľad na prednú časť, vyplňanie údajov).....	73
Obrázok 120: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený pri vstupe do polikliniky (vnútorný priestor vstupná hala, detailný pohľad na prednú časť, priestor na vykonanie testu)	73
Obrázok 121: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor)	74
Obrázok 122: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, záber na miesto kde sa pacient identifikuje)	74
Obrázok 123: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, pohľad z boku)	75
Obrázok 124: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, pohľad spredu)	75
Obrázok 125: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, pohľad zozadu)	76
Obrázok 126: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, pohľad zozadu simulácia dopĺňania zásobníka blistrov)	76
Obrázok 127: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, pohľad z boku)	77
Obrázok 128: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vnútorný priestor, pohľad z boku, simulácia dopĺňania zásobníka blistrov)	77
Obrázok 129: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vonkajší priestor, čiastočne prekrytý).....	78
Obrázok 130: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vonkajší priestor, čiastočne prekrytý, pohľad z boku)	78
Obrázok 131: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vonkajší priestor, čiastočne prekrytý, pohľad z boku na robota)	79
Obrázok 132: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v zdravotníckom zariadení (vonkajší priestor, čiastočne prekrytý, pohľad z boku na dopĺňanie testov).....	79
Obrázok 133: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený na vlakovej stanici (vonkajší priestor, čiastočne prekrytý, pohľad spredu)	80
Obrázok 134: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený na vlakovej stanici (vnútorný priestor, pohľad spredu).....	80

Obrázok 135: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený na vlakovej stanici (vnútorný priestor, pohľad z boku)	81
Obrázok 136: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený na škole (vonkajší priestor, pohľad spredu)	81
Obrázok 137: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený na škole (vonkajší priestor, pohľad spredu)	82
Obrázok 138: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený na škole (vnútorný priestor, pohľad spredu)	82
Obrázok 139: Automatická testovacia bunka - testovanie umiestnenia v priestore pomocou AR - model bol umiestnený v obchodnom priestore (vnútorný priestor, stavebniny, pohľad spredu) .	83
Obrázok 140: Automatická testovacia bunka - umiestnenie vo virtuálnej realite	83