

Experimentální ověření č. 6

MOŽNOSTI NAVIGACE A ORIENTACE VE ZDRAVOTNICKÝCH ZAŘÍZENÍCH

Vzdělávací a výzkumný institut AGEL o.p.s.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



OBSAH

VZ 1: Analýza potřeb, příležitostí a připravenosti	3
VZ 2: Metodika/y řešení, koncepty řešení	8
VZ 3: Metody a metriky společenské efektivity	12
VZ 4: Smysl a cíl hodnocení proveditelnosti experimentálního ověření	17
VZ 5: Evaluace a ex-post analýza	26

VZ 1: Analýza potřeb, příležitostí a připravenosti

- **Aktéři EO:**

- ✓ Poskytovatelé zdravotnických služeb (PZS)
- ✓ Zaměstnanci zdravotnických zařízení
- ✓ Pacienti a návštěvníci zdravotnických zařízení
- ✓ Dodavatelé technického řešení

Identifikace výzkumného problému a jeho ne/potřebnosti

Problém je identifikován především každodenní zkušeností z praxe zdravotnického zařízení, kde se zdravotníci setkávají se stížnostmi pacientů na špatnou orientaci a sami jsou konfrontováni s těmito problémy v případech, kdy musí, často ne úspěšně, vysvětlovat pacientům cestu na jiná pracoviště, nebo jsou pacienti oslovováni se žádostmi o radu. Tato zkušenost je známa, nebyla ale nikdy v rámci společnosti systematicky vyhodnocována.

Současně je možno z literatury zjistit, že problém orientace pacientů v areálech zdravotnických zařízení je reflektován celosvětově, nelze však bez systematického ověření spolehlivě konstatovat, jak je tento problém opravdu v praxi závažný a zda nové typy řešení jsou opravdu adekvátní cestou k jejich řešení.

Problém orientace v areálech nemocnic je znám a poskytovatelé zdravotních služeb jsou s ním konfrontováni, na druhou stranu se objevuje stále více informací o možnostech řešit tyto problémy pomocí nových technických prostředků. Do značné míry může být tato nabídka technologických řešení i cíleným vyvoláváním potřeb ze strany dodavatelů technických řešení, přičemž Skupina AGEL jako poskytovatel zdravotních služeb musí při volbě prostředků k řešení každého problému posuzovat i adekvátnost zvolených prostředků z pohledu jejich využitelnosti, poměru nákladů a přínosů a jiných parametrů.

Považujeme proto za vhodné posoudit míru závažnosti problému ztížené orientace v areálech a relativní vhodnost jednotlivých variant řešení tohoto problému a současně dle exaktních metod zjistit poptávku z řad odborné a laické veřejnosti na zapojení SMART řešení ve zkoumané problematice.

Analýza současného stavu navigačních prvků v areálu nemocnice

Analýza současného stavu probíhala formou místního šetření v testovacím subjektu, čímž je Nemocnice AGEL Ostrava-Vítkovice.

Současné značení v areálu odpovídá běžným standardům v českých zařízeních podobného typu. Při vstupu do areálu je k dispozici mapa, resp. grafika celého areálu. Jednotlivé budovy v areálu jsou označeny barevnými písmeny, která však spolu nijak nesouvisí, resp. není zde návaznost na názvy jednotlivých oddělení. V areálu nemocnice jsou pak na různých budovách umístěné cedulky, které orientují pacienty v rámci venkovního areálu. Tyto cedulky jsou

ovšem rozmístěny nahodile. Samotné ordinace a oddělení ve vnitřních prostorách jsou značeny cedulí u daných dveří, včetně ordinační doby (v případě ambulancí). Oddělení je označeno polepem vstupních dveří. Před vstupem do budovy, ve výtazích i na daném patře je vždy orientační cedulka s pojmenováním oddělení/ambulancemi, které se v daném patře (patrech v případě budovy a výtahu) nacházejí. Mapy nebo grafické znázornění rozložení jednotlivých oddělení v budovách není. Všude jsou umístěny orientační cedule se souhrnem ordinací/oddělení v dané budově či označení oddělení/ambulancí v daném patře. V případě, že do některých částí areálu nebo samotných budov není možné vstupu pacientům, jsou zde cedule zakazující zákaz vstupu. Všechny budovy a oddělení jsou plně bezbariérové. Pokud si chce pacient naplánovat cestu předem, tak na internetových stránkách nemocnice lze zjistit v jaké v jaké budově a v jakém patře se daná ambulance/oddělení nachází, není však možné zjistit přesné umístění vyhledávaného pracoviště.

Současný stav poznání dle odborné literatury pro potřeby EO č. 6

Problém orientace osob v areálech zdravotnických zařízení je reflektován celosvětově [1,2] , nelze však bez systematického ověření spolehlivě konstatovat, jak je tento problém opravdu v praxi závažný a zda nové typy řešení jsou opravdu adekvátní cestou k jejich řešení. Pacienti ve zdravotnických zařízeních mohou být dezorientováni a cesta vedoucí k jejich ošetření pak trvá delší dobu. Tím se může zhoršit jejich fyzický a psychický stav a jejich zdravotní problém je tak dále umocněn. Na schůzku s lékařem pacienti dojdou později a tím dochází k časovým, finančním a materiálním ztrátám [1]. Jak tvrdí Mollerup (2008), pacienti oslovují zaměstnance zdravotnických zařízení a z dlouhodobého hlediska, tak mohou problémy při hledání cesty pacientů přinést ztráty produktivity zaměstnanců. Nedostatečný navigační systém ve zdravotnických zařízeních může mimo zmíněné aspekty vést k zahuštění dopravy a chodců v exponovaných časech a tvorbě zvýšeného provozu. Podle Mollerup (2008) existuje mnoho příčin zhoršeného pohybu ve zdravotnických zařízeních. První příčinou je nedostatečné plánování nemocnic v minulých dobách, kdy byly nemocnice stavěny, resp. dostavby a přestavby oddělení, které tam vznikly později. Druhou příčinou špatné orientace jsou změny a přestavby oddělení, které proběhly od poslední návštěvy pacientů. Pacienti jdou na jim známé oddělení, které bylo přesunuto nebo zrušeno. Třetí příčinou je nedostatečná stacionární navigace či dlouhé názvy některých oddělení, které jsou z hlediska svého názvu pacientem zaměněny a pacient tak dojde jinam. Čtvrtou příčinou jsou různá zdravotní a psychická omezení jednotlivých návštěvníků zdravotnických zařízení. Někteří pacienti trpí zhoršeným zrakem či zhoršenou pohyblivostí a samotný pohyb je pro ně problémem. Při kumulaci zmíněných příčin tak dochází ke zhoršování jejich zdravotního stavu. Ke klíčovým řešením těchto problémů pak patří tři faktory – zjištění informací před samotnou návštěvou zdravotnického zařízení, architektura zdravotnického zařízení a názvy oddělení, resp. jejich podobnost.

K základním navigačním zařízením patří stacionární ukazatele, které musí být dobře čitelné a umístěné na viditelném místě. Základním pravidlem je kontrast mezi písmem a podkladem a

také barevné odlišení. Pokud není ukazatel vidět, logicky není možné ho přečíst [1]. Samotnou problematikou jsou pak navigační systémy uvnitř velkých budov. Pro zlepšení navigace v budovách jsou používány stacionární ukazatele, které jsou v posledních letech nahrazovány dalšími prvky ve spojení s chytrými zařízeními. Mezi používané technologie, které se používají společně s chytrým telefonem, patří bluetooth [4], wifi, rfid [5] a další [2]. Signály Global Navigation Satellite System (GNSS) které jsou běžně používané mimo budovy, mají omezené použití uvnitř budov a žádná alternativní technologie určování polohy dosud plně nenahradila vnitřní pokrytí signálem. S tím souvisí i komplexnost vnitřních prostor. Zatímco GNSS obvykle potřebuje uživatele umístit pouze do relativně řídké silniční sítě, musí vnitřní navigační systém umístit uživatele do hustého prostředí uvnitř budovy se složitými cestami a často přes více vertikálních vrstev. Z těchto praktických důvodů zůstává vnitřní prostředí budov podhodnocenou oblastí, která je pokryta signálem [3].

Problém orientace v areálech nemocnic je znám a pacienti zdravotnických zařízení jsou s ním konfrontováni, na druhou stranu se objevuje stále více informací o možnostech řešit tyto problémy pomocí nových technických prostředků.

Analýza potřebnosti

V první fázi jsme se rozhodli pro zmapování potřeb a postojů dvou klíčových skupin, dotčených tímto problémem: zdravotníků a pacientů. Zvažovali jsme různé varianty získání těchto dat, nakonec jsme se rozhodli pro formu strukturovaného dotazníku, a to ve verzi listinné pro pacienty a ve verzi elektronické pro zdravotníky. Cílem obou dotazníků je na přiměřeném počtu osob ověřit, do jaké míry vnímají problém ztížené orientace v areálech za podstatný a pokud ano, tak do jaké míry vnímají vhodnost či vůbec možnost řešit tyto problémy pomocí SMART technologií. Záměrně jsme se přitom rozhodli, že technologické varianty řešení nebudou v dotazníku preferovány, aby nebyli tazatelé k těmto variantám otázkami směřování a mohli jsme zjistit, jak velká část pacientů i zdravotníků by takové řešení byla ochotná akceptovat. Dotazníky jsou připravovány metodou Focus Groups, na základě podnětu odborné konzultační skupiny pracovníků nemocnic, zahrnující jak lékaře, tak nelékařské zdravotnické pracovníky i technický personál. Dotazníky byly podrobeny několika kolům interní oponentury. Po ukončení tohoto procesu budou v jedné či dvou iteracích ověřovány v pilotním použití na omezeném počtu respondentů (předpoklad maximálně 60 osob). Následně byly dotazníky po omezenou dobu plošně předloženy pacientům ve vybrané nemocnici (Nemocnice AGEL Ostrava-Vítkovice, Ostrava) a souběžně s tím byli osloveni zdravotníci v daném zařízení.

Použitá literatura vztahující k EO č. 6:

1. Anagnostopoulos, Grigorios & Deriaz, Michel & Gaspoz, Jean-Michel & Konstantas, Dimitri & Guessous, Idris. (2017). Navigational Needs and Requirements of Hospital Staff: Geneva University Hospitals Case Study. 10.1109/IPIN.2017.8115958.

2. Deniz, Oscar & Paton, Julio & Salido, Jesús & Bueno, Gloria & Ramanan, Janahan. (2014). A Vision-Based Localization Algorithm for an Indoor Navigation App. 7-12. 10.1109/NGMAST.2014.18.
3. Luschi, Alessio & Belardinelli, Andrea & Marzi, L & Frosini, Francesco & Miniati, Roberto & Iadanza, Ernesto. (2014). Careggi Smart hospital: A mobile app for patients, citizens and healthcare staff. 2014 IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics, BHI 2014. 125-128. 10.1109/BHI.2014.6864320.
4. Calderoni, Luca & Ferrara, Matteo & Franco, Annalisa & Maio, Dario. (2015). Indoor localization in a hospital environment using Random Forest classifiers. Expert Systems with Applications. 42. 125–134. 10.1016/j.eswa.2014.07.042.
5. Li, Yao & Brown, Michael & Pinchin, James & Blakey, John. (2015). COMPARISON OF METHODS TO SUPPORT IN-HOSPITAL NAVIGATION: A Pilot Study in Healthy Volunteers.
6. Yang, J & Wang, Z & Zhang, X. (2015). An iBeacon-based indoor positioning systems for hospitals. International Journal of Smart Home. 9. 161-168. 10.14257/ijsh.2015.9.7.16.
7. Naggar, Youssef & Hamdy Kassem, Ayman & S. Bayoumi, Mohamed. (2019). A Low Cost Indoor Positioning System Using Computer Vision. International Journal of Image, Graphics and Signal Processing. 11. 8-25. 10.5815/ijigsp.2019.04.02.
8. Chrysanthi, Panos & Zeinalipour-Yazti, Demetrios & Konstantinidis, Andreas. (2018). IoT Data Prefetching in Indoor Navigation SOAs. ACM Transactions on Internet Technology. 19. 10.1145/3177777.
9. Zeinalipour-Yazti, Demetrios & Laoudias, Christos & Georgiou, Kyriakos & Chatzimilioudis, Georgios. (2017). Internet-based Indoor Navigation Services. IEEE Internet Computing. PP. 1-1. 10.1109/MIC.2017.265101954.
10. Balata, Jan & Mikovec, Zdenek & Bures, Petr & Mulicková, Eva. (2016). Automatically Generated Landmark-enhanced Navigation Instructions for Blind Pedestrians. Annals of computer science and information systems. 8. 10.15439/2016F135.
11. Zeinalipour-Yazti, Demetrios. (2018). Future Directions for Indoor Information Systems: A Panel Discussion. 1-2. 10.1109/MDM.2018.00013.
12. Balata, Jan & Macik, Miroslav & Mikovec, Zdenek. (2013). Context Sensitive Navigation in Hospitals.
13. Mollerup, Per. (2008). Wayshowing in Hospital. Australasian Medical Journal. 2. 112-114. 10.4066/AMJ.2009.85.
14. Rooke, Clementinah & Koskela, Lauri & Tzortzopoulos, Patrícia. (2010). Achieving a lean wayfinding system in complex hospital environments: Design and through-life management.
15. Carpmann, Jan & A. Grant, Myron & A. Simmons, Deborah. (1983). Wayfinding in the Hospital Environment: The Impact of Various Floor Numbering Alternatives. Journal of Environmental Systems. 13. 353-364. 10.2190/590Y-QCBB-TBVN-B9PW.

Akademické články k experimentálnímu ověření (VZ1) :

Ženka, J., Macháček, J., Michna, P. a Kořízek, P. Navigational Needs and Preferences of Hospital Patients and Visitors: What Prospects for Smart Technologies?. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021, 18(3), s. 974-993. ISSN 1661-7827.

<https://www.mdpi.com/1660-4601/18/3/974>

Ženka, J., Macháček, J., Krtička, L., Michna, P. a Kořízek, P. Acceptance of a smartphone navigation application by hospital patients and visitors: the role of gender, age, and education. Hungarian Geographical Bulletin. 2021, 70(2), s. 149-161. ISSN 2064-5031.

<https://ojs3.mtak.hu/index.php/hungeobull/article/view/5533>

VZ 2: Metodika/y řešení, koncepty řešení

Metody získání dat:

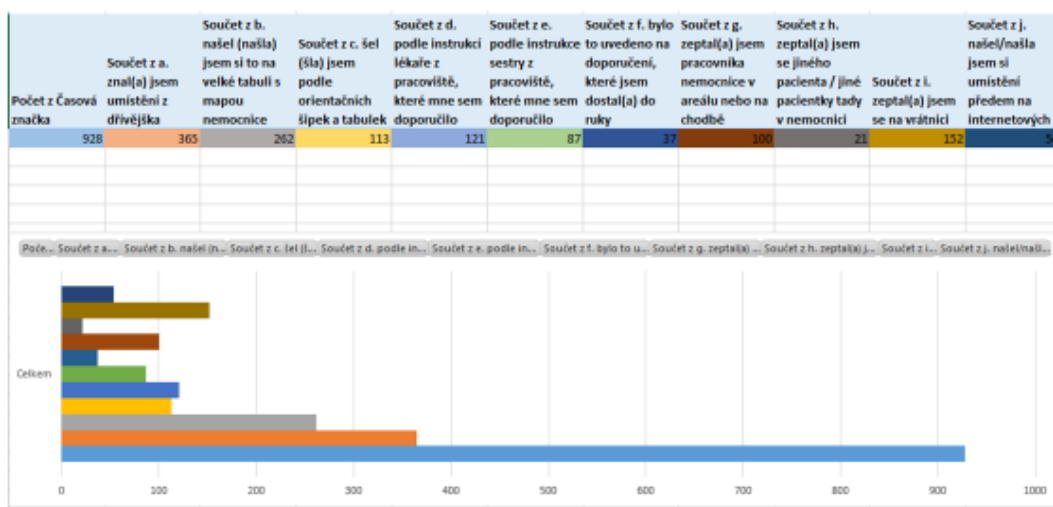
Jak jsme již uvedli v předchozí kapitole, zvažovali jsme různé varianty získání validních dat pro tvorbu hypotézy našeho EO. Nakonec jsme se rozhodli pro formu strukturovaného dotazníku, a to ve verzi listinné pro pacienty a ve verzi elektronické pro zdravotníky.

Cílem obou dotazníků je na přiměřeném počtu osob ověřit, do jaké míry vnímají problém ztížené orientace v areálech za podstatný a pokud ano, tak do jaké míry vnímají vhodnost či vůbec možnost řešit tyto problémy pomocí Smart technologií. Záměrně jsme se přitom rozhodli, že technologické varianty řešení nebudou v dotazníku preferovány, aby nebyli tazatelé k těmto variantám otázkami směřování a mohli jsme zjistit, jak velká část pacientů i zdravotníků by takové řešení byla ochotná akceptovat.

Dotazníky byly připravovány metodou focus groups stejně jako ve výzkumu Brown et. al. [6] na základě podnětu odborné konzultační skupiny pracovníků nemocnic, zahrnující jak lékaře, tak nelékařské zdravotnické pracovníky i technický personál. Prvním krokem bylo ověření vhodnosti a srozumitelnosti dotazníků při pilotním šetření o plánovaném rozsahu 60 osob. Na tomto základě pak došlo k menším úpravám otázek, z hlediska srozumitelnosti pro cílovou skupinu. V červnu roku 2019 pak došlo k distribuci 4000 dotazníků na různá pracoviště Nemocnice AGEL Ostrava-Vítkovice. Dotazníky byly rozděleny na základě poměrů návštěvnosti jednotlivých oddělení, resp. podle průměrného počtu pacientů na ambulancích za daný pracovní týden dle interních statistik nemocnice. Dotazníkové šetření proběhlo ve dnech od 26. 6. - 3. 7. 2019, aby byl pokryt provoz všech pracovišť v rámci jednoho pracovního týdne. Oslovováni byli pacienti bez rozdílu, abychom tak v maximální míře redukovali zkreslení. Celkem bylo vybráno 928 vyplněných dotazníků, tedy 23% distribuovaných. Současně probíhalo dotazníkové šetření mezi zaměstnanci Vítkovické nemocnice. Toto šetření probíhalo formou elektronického dotazníku. Celkem bylo sesbíráno 175 vyhodnocených dotazníků od zaměstnanců nemocnice (z 848 zaměstnanců).

Dotazníkové šetření mapovalo stanoviska pacientů na současný způsob navigace v zařízení, požadovaný zlepšení a potenciál užívání SMART zařízení při této aktivitě.

Výsledky dotazníkového šetření na vzorku 928 respondentů z řad pacientů nemocnice bylo dokázáno, že pokud pacienti neznají umístění ambulance z předchozích návštěv a jsou nuceni její umístění dohledat, převážně preferují klasické způsoby navigace (mapy, šipky, cedule).

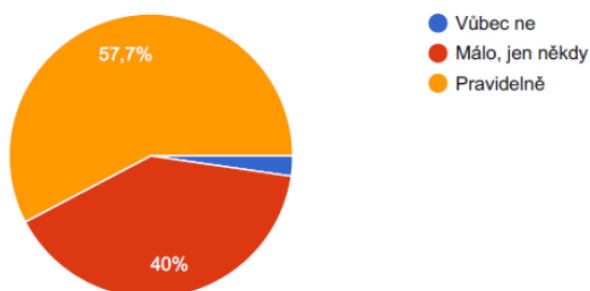


(Vzdělávací a výzkumný institut AGEL o.p.s., 2019)

Velmi frekventovanou činností je rovněž dotazování se na vrátnici (152 osob) a dotazování zaměstnanců nemocnice na pracovišti, nebo v areálu nemocnice. Z uvedeného vzorku respondentů tuto skutečnost uvedlo celkem 308 osob, tedy takřka třetina dotázaných. Tato skutečnost nám byla následně potvrzena dotazníkovým šetřením mezi zaměstnanci nemocnice, který proběhl na vzorku 175 zaměstnanců.

Jak často vysvětlujete pacientům cestu na nějaké jiné pracoviště v areálu?

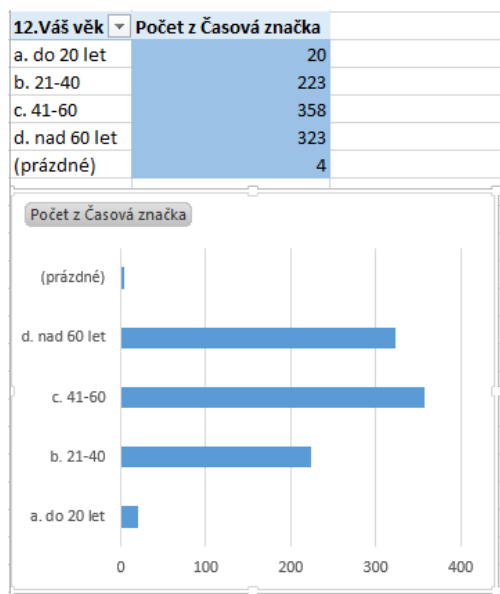
175 odpovědí



(Vzdělávací a výzkumný institut AGEL o.p.s., 2019)

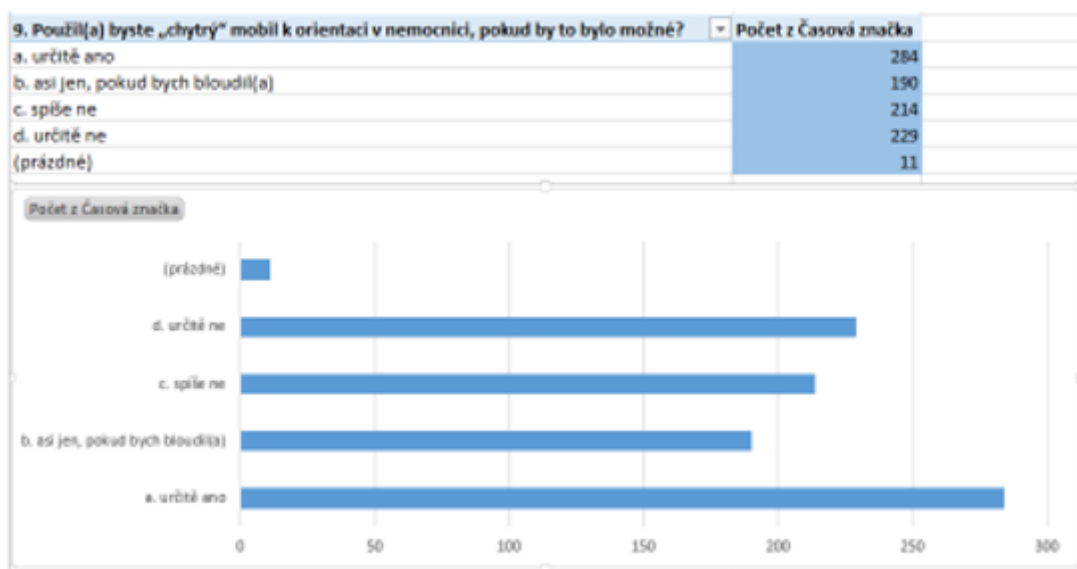
Z uvedené tabulky rovněž vyplývá, že v aktuální situaci pacienti považují chytrou navigaci za spíše okrajový způsob řešení tohoto problému. Situace je však z části způsobena tím, že tento způsob orientace je v našich podmínkách krajně netypický a pacienti s ním prozatím nepřišli

do kontaktu. Velkou roli hraje rovněž sociodemografický faktor návštěvníků nemocnic a věkový průměr dotázaných, kteří se historicky vyznačují neutrálním, až negativním vztahem k moderním technologiím.



(Vzdělávací a výzkumný institut AGEL o.p.s., 2019)

Dotazníkové šetření nicméně rovněž prokázalo, že pokud by byla k dispozici SMART navigace, takřka polovina dotázaných by ji k navigace využila.



(Vzdělávací a výzkumný institut AGEL o.p.s., 2019)

Analýzou získaných dat jsme ověřili, že v populaci Moravskoslezského kraje a v její specifické skupině, pacientech zdravotnických zařízení, existuje významná část osob, která deklaruje ochotu k používání chytré navigace. Vzhledem k tvrzení Mollerup (2008) je pro nás klíčové poskytnout pacientům adekvátní nástroj pro orientaci před návštěvou nemocnice, případně

během ní a pozitivně tak působit na jeden z aspektů návštěvy ve zdravotnickém zařízení.¹ Vzhledem ke zmíněným skutečnostem bude pro potřeby tohoto ověření a v souladu s projektem SMART stanovena následující hypotéza: **Chytrá navigace zlepšuje kvalitu života obyvatelstva.**

Tato hypotéza bude potvrzena, případně vyvrácena prostřednictvím vývoje unikátního řešení, chytré navigace, která bude implementována do provozu testovacího subjektu, Nemocnice AGEL Ostrava-Vítkovice. Informace o akceptaci řešení pacienty budou následně sesbírány formou dotazníkového šetření, jehož cílem bude zjistit informace v minimální rozsahu:

- % uživatelů chytré navigace
- Hodnocení prvků chytré navigace uživateli
- Dopad na kvalitu života

¹ Zbylé aspekty, jak je definoval Mollerup 2008, nejsme schopni z objektivních důvodů efektivně řešit.

VZ 3: Metody a metriky společenské efektivity

CBA

Jedná se o základní teoretické východisko pro posuzování společenských přínosů a nákladů daného projektu či aktivity. Součástí budou dílčí aspekty, jako je otázka diskontní sazby či zohlednění rizika.

- vstupy (náklady – kalkulaci předpokládaných nákladů - např. personální, technické – investiční, software, licence, další relevantní náklady);
 - výstupy (předpokládaný počet uživatelů-klientů EO, očekávané příjmy (úspory) plynoucí z EO;
 - časový horizont (životní cyklus každého EO) - od zahájení prací až po pilotní ověření, příp. finální implementaci vytvořeného řešení EO.
-
- Další ekonomické postupy, modely a metody – zejména budou zkoumány další ekonomické modely sloužící k posuzování projektů a aktivit, např. analýza minimalizace nákladů, analýza životního cyklu, tvorba sdílené hodnoty (Shared Value) apod.
 - Neekonomické (nefinanční) aspekty vstupující do hodnocení – budou zkoumány různé aspekty z mnoha stran lidského života, např. motivace, ochota platit a nést náklady, chování lidí, sociální, kulturní, geografické, etické, psychologické a další aspekty vstupující do celé analýzy apod.
 - Klíčové faktory úspěšnosti – dále budou zkoumány klíčové faktory úspěšnosti navržených konceptů a řešení a míra naplnění těchto faktorů formou tzv. „SMART testu“.

CBA v EO č. 6

Jak již bylo uvedeno, v počáteční fázi byly zjišťovány možné varianty řešení, ověřování možného fungování, provedeno dotazníkové šetření mezi zaměstnanci a pacienty týkající se ztráty času při hledání a preference různých forem navigací. Na základě výše uvedeného bylo rozhodnuto o vývoji vlastní mobilní aplikace.

Pro zjištění efektivity tohoto způsobu implementace nového systému byla použita ekonomická verifikace, a to metodou cost-benefit analýzy. Ačkoliv použití této metody není již od roku 2021 v rámci Evropské unie při realizaci financovaných projektů vyžadováno, byla vybrána z důvodu toho, že pomáhá objasnit klady a zápory mnoha investičních i neinvestičních projektů. Kromě výpočtu čisté současné hodnoty NPV byly k hodnocení použity ukazatele „benefit cost ratio“ CBR, ukazatel rentability IR a doby návratnosti PP. Jako

benefit byly použity úspora času zdravotnického personálu, vypočteného na základě dotazníkového šetření v nemocnici, jako náklady byly použity mzdové prostředky vyplacené v rámci výzkumného projektu, investice a provozní náklady během celé životnosti navigačního systému, která je odhadována na jedenáct let.

Samotná CBA je rozdělena do třech etap:

- Předinvestiční fáze – rok 2019, kdy probíhaly aktivity spojené s vymezením zkoumaného tématu, byly realizovány průzkumy mezi pacienty a personálem nemocnice a vyhodnoceno dotazníkové šetření, na jehož základě byl stanoveno, jaký typ navigačního systému bude realizován (tuto fázi nelze z finančního hlediska do analýzy zahrnovat).
- Investiční fáze – v letech 2020 a 2021 (dále pak také v roce 2026), kdy se v roce 2020 navrhly, vyzkoušely a postupně eliminovaly tři způsoby řešení, v roce 2021 bylo nakoupeno potřebné technické vybavení (to bude v roce 2026 kompletně vyměněno) a implementováno vlastní řešení navigačního systému.
- Provozní fáze – mezi roky 2022 a 2031, ve které bude navigační systém sloužit pacientům a návštěvníkům nemocnice.

Časový plán etap je uveden v Tabulce 1.

Tabulka 1. Časový plán etap

rok fáze	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
předinvestiční	x												
investiční		x	x					x					
provozní			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

V rámci předinvestiční fáze bylo osloveno všech 785 zdravotnických a nezdravotnických zaměstnanců nemocnice Vítkovice. Dotazníkové šetření se zaměřovalo zejména na ztrátu času zaměstnanců vysvětlováním cesty na další potřebná vyšetření či návštěvy specializovaných oddělení. Vzhledem k tomu, že administrativní pracovníci nepřicházejí do styku s pacienty a návštěvníky nemocnice (ztráta času uvedena jako nulová), jejich odpovědi se do analýzy nezahrnuly. Bylo obdrženo 173 odpovědí (22 % celkových zaměstnanců). Z tohoto počtu odpovědělo 22 lékařů z 169 (13 %), 136 zdravotních sester z 423 (32 %), 15 nezdravotnického personálu z celkových 193 (8 %). Úspora času byla pak u 173 respondentů podle odpovědí u jednotlivých profesí zprůměrována a dle průměrné mzdy (Český statistický úřad – Informační systém o průměrném výdělku) vypočtena.

Pro výpočty níže uvedených ukazatelů CBA bylo nutno stanovit diskontní sazbu, která byla pro naše účely stanovena ve výši 3 % (nejnižší doporučená hodnota vztažená k vývoji cenové hladiny v ČR v minulosti).

Dalším krokem je výpočet několika ukazatelů, neb pro CBA je žádoucí, aby efektivita investice byla podložena více ukazateli. Pro potřeby našeho projektu byly vybrány: čistá současná hodnota NPV, benefit cost ratio BCR, index rentability IR and doba návratnosti PP.

Čistá současná hodnota (NPV) je vypočítána dle (1) jako rozdíl mezi současnou hodnotou PV (2) a počáteční investicí:

$$NPV = \sum_{t=1}^n PV - I \quad (1)$$

kde

$$PV = \frac{CF}{(1+DR)^t} \quad (2)$$

PV je současná hodnota investice, I je investice na začátku projektu (rok „nula“), CF je peněžní tok (rozdíl mezi příjmy a náklady) a DR je diskontní sazba.

Dalším ukazatelem je hodnota ukazatele Benefit cost ratio (BCR), který sumarizuje vztah mezi relativními náklady a příjmy projektu a je vyjádřen pomocí rovnice (3):

$$BCR = \frac{PV(\text{benefits})}{PV(\text{costs})} \quad (3)$$

Index rentability (IR) je dynamickým ukazatelem vhodným k evaluaci efektivnosti investice/projektu, proto je použit také v tomto případě. Vypočítává se poměrem diskontované hodnoty CF (NPV) a počáteční investice (4):

$$IR = \frac{NPV}{I} \quad (4)$$

Doba návratnosti (PP) vypočítává, jak dlouho bude trvat splacení původní investice - čím nižší hodnota výsledku, tím lépe, v každém případě musí být nižší než životnost investice. K tomuto účelu se používá následující vzorec (5):

$$PP = \frac{I}{\frac{\sum CF}{t}} \quad (5)$$

Výsledky

Rok "0" projektu je součtem dvou období, a to roku 2020, ve kterém byl prováděn výběr nejvhodnější varianty navigačního systému, které následovalo po dotazníkovém šetření. V tomto roce nebyly vykázány žádné benefity, pouze náklady na mzdy. V roce 2021 byla vybrána nejvhodnější varianta (vlastní řešení), bylo pořízeno technické vybavení (informační kiosky, kliprasy a tablet), systém se testuje a v posledním čtvrtletí roku se již začne používat. V roce 2020 byly generovány pouze náklady, v roce 2021 jsou vykázány také benefity, a to ve zkrácené částce vzhledem k úspoře času personálu za tři měsíce roku (poměrná část od zavedení systému). V roce 2022 budou vykazovány jak mzdové náklady (v rámci projektu), tak také náklady na údržbu, neboť navigační systém bude fungovat plně.

Od roku 2023 již nebudou zahrnovány náklady na mzdy, pouze náklady na údržbu (ve výši 12 tisíc korun), neboť pracovníci budou zajišťovat provoz navigačního systému v rámci své běžné pracovní činnosti. Po pátém roce provozu (v roce 2026) bude nutno technické zařízení pro navigační systém vyměnit (kiosky, tablet a kliparty) vzhledem k jejich končící životnosti. Náklady tedy stoupnou o 131 tisíc korun.

Jako benefit byly stanoveny úspory času personálu, který doposud musel pacientům a návštěvníkům nemocničního areálu vysvětlovat cestu na další specializovaná pracoviště. Vzhledem k rozlehlosti areálu a odlehlosti některých pracovišť byl často personál (zejména zdravotní sestry) kontaktovány několikrát, což, jak již bylo zmíněno, vedlo k jejich "zdržování od práce, pro kterou jsou určeny". Vývoj benefitů a nákladů, včetně cash flow, ukazuje Tabulka č. 2.

Tabulka 2. Přínosy a náklady projektu (v tisících Kč)

rok / položka	0	1	2	3	4	5
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
úspora času		668	2,672	2,672	2,672	2,672
přínosy		668	2,672	2,672	2,672	2,672
mzdy	2,270	1,367	1,175			
zařízení		131				
údržba			12	12	12	12
náklady	2,270	1,498	1,187	12	12	12
CF	2,270	830	1,485	2,660	2,660	2,660
rok / položka	6	7	8	9	10	11
	2026	2027	2028	2029	2030	2031
úspora času	2,672	2,672	2,672	2,672	2,672	2,672

přínosy	2,672	2,672	2,672	2,672	2,672	2,672
mzdy						
zařízení	131					
údržba	12	12	12	12	12	12
náklady	143	12	12	12	12	12
CF	2,529	2,660	2,660	2,660	2,660	2,660

Pozn.: CF – cash flow

Na základě výše uvedených výsledků Tabulky 2 a stanovené diskontní sazby ve výši 3 %, byly vypočteny hodnoty současné hodnoty (PV), čisté současné hodnoty (NPV), ukazatele benefit cost ratio (BCR), rentability (R) and doby návratnosti (PP). Výsledky uvedených ukazatelů jsou zobrazeny v Tabulce 3.

Tabulka 3. Výsledky CBA

Ukazatel	Výsledek	Požadovaná hodnota	Dobrá/špatná hodnota
NPV	19,374,618	> 0	good
BCR	5.27	> 1	good
IR	9.53	> 1	good
PP	0.96	< 11	good

Prostřednictvím výše uvedených ukazatelů bylo zjištěno, že zavedení navigačního systému, i přes počáteční vysoké náklady, je ekonomicky efektivní. Na základě těchto výsledků bude přistoupeno k jeho implementaci v dané nemocnici – testovací fáze bude probíhat v posledním čtvrtletí roku 2021 a s plným zavedením systému se počítá od roku 2022.

Akademické články k CBA:

Majero I, and Abdrazakova A (2021) A Bibliometric Mapping of Cost-Benefit Analysis—Three Decades of Studies. *Economies* 9(3): 110. <https://doi.org/10.3390/economies9030110>

Majero I, Michna P, Lebiedz M, Nevima J, Turečkova K (2022) Implementation of a navigation system: Economic verification in a local hospital. *PLoS ONE* 17(10): e0276996. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276996>

VZ 4: Smysl a cíl hodnocení proveditelnosti experimentálního ověření

Při definici EO jsme záměrně nedeklarovali preferované technologické řešení, které jsme zamýšleli v projektu použít. Tohoto plánu mělo být dosaženo prostřednictvím jednotlivých kroků:

- Orientace v nabízených řešeních
- Výběr vhodného řešení
- Jeho úprava na naše prostředí
- Uzavřené testování řešení

Optikou našeho EO bylo cílem VZ4 vybrat vhodné řešení pro veřejné testování proof of concept SMART navigace ve vybraném zdravotnickém zařízení.

Pokud v některém z uvedených kroků bylo řešení sezdáno jako nevyhovující, jeho vývoj nebyl dále podporován. Smyslem a cílem hodnocení proveditelnosti našeho EO bylo vybrané řešení vyvinout do stavu proof of concept, tedy aby bylo akceptovatelné pro veřejné testování.

Výchozí stav:

Nemocnice AGEL Ostrava-Vítkovice disponuje několika klasickými prvky navigace pacientů v areálu. Areál nemocnice je osazen orientačními cedulemi, budovy jsou rozlišeny písmeny A-K, k navigaci rovněž slouží v exteriéru rozmístěné mapy. Každá budova v areálu je na mapě barevně odlišena, nicméně ve skutečnosti jsou barevně odlišeny pouze barvy písmen, které jsou umístěny při vstupech do budov. Seznam pracovišť v areálu nemocnice je rozepsán na mapách, které jsou rozmístěny nahodile po areálu nemocnice, případně je dostupný při vstupech do jednotlivých budov.

Mapa areálu je rovněž k dispozici na webových stránkách Nemocnice AGEL Ostrava-Vítkovice.

Pacienti, kteří se nejsou schopni se zorientovat podle dostupných nástrojů, případně je nemají k dispozici, nebo je nechápou, jsou odkázáni na pomoc personálu, který je tak těmi to dotazy zatěžován nad rámec běžných pracovních povinností. Existence tohoto fenoménu byla potvrzena dotazníkovým šetřením mezi zaměstnanci nemocnice.

Cílový stav je pro nás tedy situace, kdy budou mít pacienti k dispozici chytrou navigaci, nástroj, jehož prostřednictvím se budou moci samostatně orientovat v nemocnici. Tento nástroj nicméně nebude nahrazovat stávající prvky, nýbrž bude komplementární k již existujícím způsobům navigace (část pacientů nevlastní chytrý telefon, do nemocnice jej s sebou nenosí, případně je vůči SMART řešením resistantní).

Výběr řešení:

Navrhované řešení je realizováno v areálu, kterým je komplexní soustava víceúrovňových, geometricky a interiérově nesourodých budov s několika samostatnými budovami.

V první fázi příprav samotné tvorby navigace bylo nutné vybrat vhodné technické řešení. Při hledání vhodného řešení jsme postupnou specifikací požadovaného řešení vytvořili pro naše podmínky vhodný způsob navigace, které odpovídá požadavkům a limitům zařízení a obsahuje očekávané funkcionality, které od něj vyžadujeme. Klíčové feature naší navigace byly dvojího charakteru:

- Vhodné vykreslování mapy areálu,
- tvorba tras na jejím podkladu.

Níže uvádíme způsob hledání správného řešení a jednotlivé technické varianty, jejichž použití jsme v rámci projektu testovali:

1. Pro zmapování jsme použili systém QGIS (qgis.org), který umožňuje pracovat s geodaty nad mapovými podklady. V našem případě vycházíme z pasportizace daných budov nemocnice. Následně je třeba v jednotlivých budovách vydefinovat takzvané body zájmu. To znamená body, kde si návštěvník areálu najde danou službu. V případě nemocnic to jsou jednotlivé ambulance, vyšetřovny, lůžková oddělení apod. Pokud máme zmapovány důležité body v budovách, je třeba mezi těmito body vydefinovat jednotlivé trasy. Jedná se o trasy s předem definovanými atributy. Atributy definují různá omezení daných tras i časové možnosti s různými druhy přesunu, včetně případných omezení, např. použitím invalidního vozíku. Použití těchto prostředků přesunu tedy klade jiné nároky na trasu, nelze použít schodiště, ale jen výtah. Vydefinováním jednotlivých bodů zájmů a jednotlivých tras mezi nimi dostaneme datovou strukturu grafu, kde jednotlivé body zájmu jsou uzly a trasy hrany grafu. Tyto data budou nahrána do geodatabáze PostGIS, kde se bude pomocí algoritmů síťové analýzy pgRouting (pgrouting.org) vyhledávat nejkratší cesta (například Dijkstrův algoritmus). Prostředky systému GIS umožňují mít všechna dostupná data (mapové podklady, body zájmu, trasy) na webovém serveru jako webová aplikace, ke které můžeme přistupovat přes libovolný prohlížeč. Tato webová aplikace umožní například návštěvníkům vyhledat nejkratší trasu dle zadání. Může k tomu využít libovolné mobilní zařízení s webovým prohlížečem. Pro pohyb mezi jednotlivými budovami a v omezené míře i v budovách lze využít k určení polohy GPS senzory. Protože v budovách jsou možnosti GPS signálu omezené, tak bude na dobře viditelných místech QR kód pro upřesnění polohy návštěvníka. Klientská aplikace pro navigaci v budově bude umožňovat i vizuální (popřípadě hlasové) informace o směru k danému cíli. Jde o to, aby i uživatelé s různými hendikepy mohli tento systém používat. Bude kladen důraz na jednoduchost a intuitivnost ovládání, aby aplikaci zvládl ovládat každý. Pro aktualizaci údajů v serverové části aplikace bude sloužit servisní aplikace, která umožní správcům systému zadat údaje, které se změnily. V případě nemocnice to může být přesun příslušné ambulance, a to buď dočasné se zadáním časového intervalu, nebo trvalý přesun. Podobně mohou být aktualizovány dle situace i ordinační hodiny. Tyto změny probíhají online v reálném čase, a tedy

jednotliví uživatelé ihned využívají aktuálních údajů pro navigaci v budovách. Pro návštěvníky bez mobilních zařízení budou k dispozici informační panely s možností vyhledání nejkratší cesty k zadanému bodu zájmu. Tyto informační panely mohou být formou informačních kiosků při vstupech do areálu nebo na křižovatkách chodeb. Tyto informační panely a QR kódy pro upřesnění polohy vytváří síť informačních navigačních bodů v budovách, dle kterých se mohou v budovách v budoucnu navigovat i autonomní zařízení (například autonomní invalidní vozík).

Toto navrhované řešení nejlépe splňoval systém Anyplace (anyplace.cs.ucy.ac.cy) vyvinutý týmem Data Management Systems Laboratory (DMSL), Department of Computer Science at the University of Cyprus. Je to open source řešení pod licencí MIT. Pro naše účely bylo potřeba vytvořit nový modul Viewer, který by splňoval základní parametry řešení vycházející z ověření. Toto technické řešení bylo odloženo pro jeho rozsáhlost a byl doporučeno hledat systém, který bude jednoduchý, přehledný a snadno ovladatelný i osobami staršími či slabozrakými.

2. Jako alternativní technické řešení bylo navrženo použití open-source javascriptové knihovny pro zobrazení OpenStreet map LeafletJS (leafletjs.com). Pomocí API této knihovny lze do mapy přidávat další vrstvy, body, trasy, což splňovalo jednoduchost zobrazení jednotlivých prvků. Po prezentaci tohoto řešení byli upřesněny požadavky na webovou aplikaci.

Jedná se především o požadavky:

- I. Vidět jen mapu nemocnice, ne okolní budovy (ideálně ohraničení obdélníku cestami kolem VTN)
- II. Mít mapu a celé řešení ideálně i v offline verzi
- III. Orientace mapy na parametry telefonu (vstup dole, východ nahoře) – strany displeje rovnoběžně s areálem

Analýzou navržené javascriptové knihovny s danými mapovými podklady a testováním řešení v našich podmínkách bylo zjištěno, že tyto požadavky by byly jsou obtížně řešitelné. Především vizuální podoba mapy není příliš návodná a vzhledem k cílovým uživatelům by mohla orientaci zbytečně komplikovat.

3. Jako třetí technické řešení bylo navrženo zachovat využití open-source javascriptové knihovny LeafletJS (leafletjs.com). Oproti druhému technickému řešení byly použity mapové podklady Mapbox (www.mapbox.com) Pro ovládací prvky webové aplikace byla navržena knihovna ReactJS. Pro navigaci mezi jednotlivými body zájmu byla použita knihovna GeoJSON Path Finder (www.liedman.net/geojson-path-finder). Pro offline řešení jsou použity možnosti progresivních webových aplikací.

Toto řešení bylo ve fázi konceptu zamítnuto především z důvodu komplikované správy a údržby aktuálnosti dat. Vzhledem k předpokladu, že data v aplikaci budou aktualizována pomocí non-IT personálu, je třeba volit takové řešení a administrační nástroj, který bude jednoduchý a přehledný. Výše navrhované řešení staví na know-how vývojáře a je obtížné jej předat dalšími osobám, které by měly po ukončení vývoje

správu převzít. Současně výše navrhovaný nástroj představuje nemalou časovou investici do vývoje, která se ukázala jako problematická vzhledem k časovému rozpočtu projektu.

Z testovaných řešení jsme nicméně extrahovali prvky, které jsou pro naše řešení přínosné. Především se jedná o zachování orientace pomocí QR kódů na nosném mapovém podkladu, což je nosný prvek průřezově přes všechna testovaná řešení. Při tvorbě řešení jsme rovněž narazili na limity komplexních procesů a opatření v navigacích a především jejich kompatibilitu s našimi požadavky na uživatelskou přívětivost. Z toho důvodu dochází nyní k razantnímu zjednodušení při tvorbě našeho řešení, aby splňovalo požadavky na intuitivní ovládání, poskytovalo uživateli pouze základní požadované informace v přehledném formátu a rovněž bylo jednoduché na správu a údržbu.

4. Analýzou výše uvedených metod a jejich nevhodností k implementaci do našeho prostředí jsme se rozhodli pro vývoj vlastního řešení, které bude přímo odpovídat našim požadavkům a bude vyvinuto s ohledem na limity projektu. Klíčové identifikované vlastnosti jsou:
 - Funkce přes webový prohlížeč (není třeba instalace aplikace v zařízení)
 - Maximálně jednoduché prostředí
 - Tvorba vlastního mapového podkladu
 - Omezení pouze na mapovou a textovou navigaci
 - Funkční pro mobilní platformy, ale i PC

Způsob realizace:

V rámci přípravy a následných realizačních prací musely být identifikovány a popsány všechny klíčové body v nemocnici. Jednalo se o všechny úseky tras, cílové destinace (pracoviště) a místa umístění QR kódů, které dále sloužily k navigaci pacientů. Mechanicky bylo třeba rovněž vytvořit novou mapu nemocnice a následně na jejím podkladu vypracovat všechny potenciální trasy mezi budovami v areálu nemocnice.

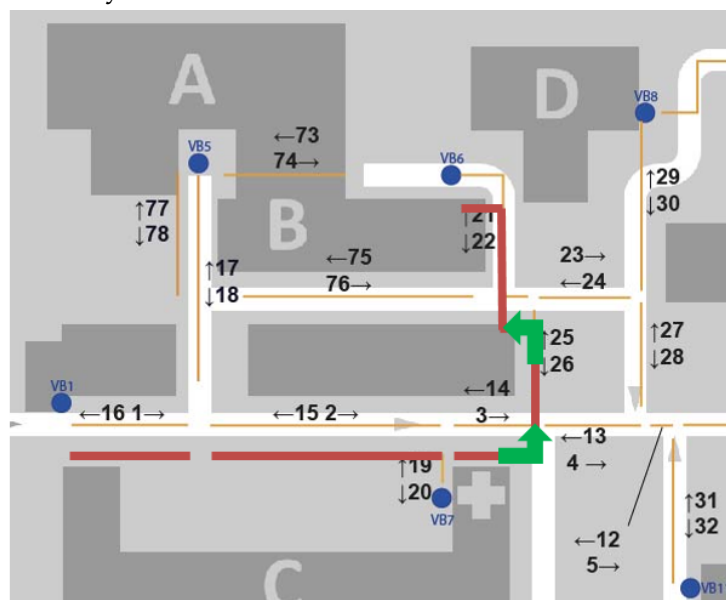
Data jsou vždy zpracovávána ve strukturované podobě.

Navigace je koncipována jako webová aplikace, optimalizována pro použití na mobilním telefonu. Klíčovou funkcionalitou pro uživatele je načtení QR kódu na místě, na kterém se v současnosti nachází a nastavit ho jako výchozí bod trasy. Uživatel si pouze vybere cílovou destinaci a trasa pro pěší bude vyhledána. Je možné přepnout trasu pro vozík. Součástí navigace je textový popis trasy a mapa zobrazující výchozí a cílovou destinaci. Navigaci budou používat pacienti všech věkových skupin, znalostí, schopností. Klíčovými prvky jsou jednoduchost, přehlednost, uživatelská přívětivost a platforma na bázi webového prohlížeče – z důvodu okamžitého použití bez nutnosti instalace aplikace. Jednou z dalších důležitých funkcionalit je opakované načítání QR při zachování (uložení v paměti) cílové destinace. Uživatel může po trase opakovaně načítat QR kódy a zjišťovat kde se nachází, aniž by musel měnit cílovou destinaci.

Jedná se o úsekově orientovanou navigaci. Každá trasa se skládá z jednotlivých očíslovaných úseků, které mohou být opakovaně využity v různých trasách. Páteří úseky vedou mezi tzv. „výchozími body“. Každý QR kód má svůj výchozí bod, ke kterému náleží. První úsek trasy je tedy cesta od QR k výchozímu bodu. Posledním úsekem trasy je popis cesty od „koncového“ výchozího bodu ke dveřím cílové destinace + popis cílové destinace. Navigace umí reagovat na všechny situace, v kterých se uživatel může nacházet:

- pokud je v jiné budově nebo mimo budovu než cílová destinace
- pokud je ve stejné budově na stejném i na jiném patře jako cílová destinace
- pokud je v situaci kdy QR kód má stejný výchozí bod jako cílová destinace

Uvedené řešení bylo použito z důvodu co největšího omezení počtu úseků. V databázi na pozadí musí být uvedena informace o trase z každé „destinace do každé destinace“ tam i zpět. Vhodný návrh výchozích bodů a úseků pro daný areál nám pomohl tento problém poměrně dobře vyřešit.



úsek	slovní instrukce
VB 1	Vyjděte před budovu...
1	Jděte rovně až k...
2	Jděte rovně až k...
3	Jděte rovně až k...
zatoč	Odbočte vlevo
25	Jděte rovně až k...
zatoč	Odbočte vlevo
21	Jděte...
VB 6	Vstupte do dveří...

(Vzdělávací a výzkumný institut AGEL o.p.s, 2021)

Součástí backendu je zároveň modul administrace pro správu navigace a s tím související oprávnění pro administrátory v nemocnici. I tento modul je maximálně zjednodušen, aby případně změny v trasách/destinacích mohly být aktualizovány jednoduchou změnou popisu v rámci databáze tras/destinací a provoz mohl být zaštitěn vybraným zaměstnancem nemocnice.

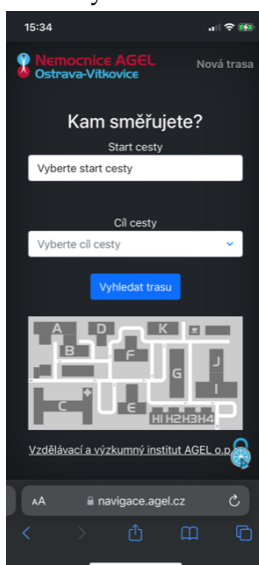
Silné stránky

Slabé stránky

- + Konkurenční výhoda
- + Nízké náklady na implementaci
- + Snižuje četnost nevynucených kontaktů pacientů se zdravotníky
- + Zvyšuje komfort pacienta
- + Šetří čas LP a NLZP

- Prozatím chybí interiérové mapy
- Všechny mapy nutno vytvořit ručně
- Závislé na internetu (při vyhledávání)
- Pevná trasa (nesleduje uživatele při pohybu)

Navigace je určena převážně návštěvníkům zdravotnického zařízení, případně komukoliv, kdo se zajímá o orientaci v Nemocnici AGEL Ostrava-Vítkovice. Je dostupná na webových stránkách nemocnice a přístupná prostřednictvím webového prohlížeče, informačních kiosků a QR kódů, které jsou rozmístěny na klíčových místech v nemocnici.



(Vzdělávací a výzkumný institut AGEL o.p.s., 2021)

Vyvinuté řešení jsme představili veřejnosti v rámci kulatého stolu, který proběhl dne 17. 9. 2021 v prostorách PŘF OSU. Řešení zde bylo důkladně představeno odbornému auditoriu, ve kterém se setkala s kladným přijetím, což dále potvrdilo správný směr našeho směřování.

Řešení využívající rozšířenou realitu:

Komplementárně k vývoji webové aplikace jsme se rovněž vyvíjeli alternativního způsobu SMART navigace. Cílem bylo vytvořit proof of concept aplikace pro navigaci klientů v areálu testovacího subjektu, která využívá technologii Rozšířené reality (Augmented reality, dále jen „AR“) pro navigování z počátečního startovního místa do cílové destinace v rámci areálu nemocnice (dále jen „AR řešení“). AR řešení byla vyvíjeno pro platformy Android i iOS a mělo by být optimalizováno pro různá rozlišení displejů.

Vzhledem k tomu, že je AR poměrně nová a mladá technologie, bohužel není podporována všemi zařízeními se systémem Android (na rozdíl od systému iOS, kde všechny aktuální verze tuto technologii podporují). Naším cílem bylo poskytnout aplikaci všem potenciálním uživatelům a proto je naším cílem vyvinout i řešení aplikace pro tato zařízení, bez využití AR.

Vyvinuté řešení by mělo uživateli zobrazovat přehlednou mapu s ukazatelem, kam se má pohybovat, a navigovat jej i bez technologie AR bezpečně k požadovanému cíli.

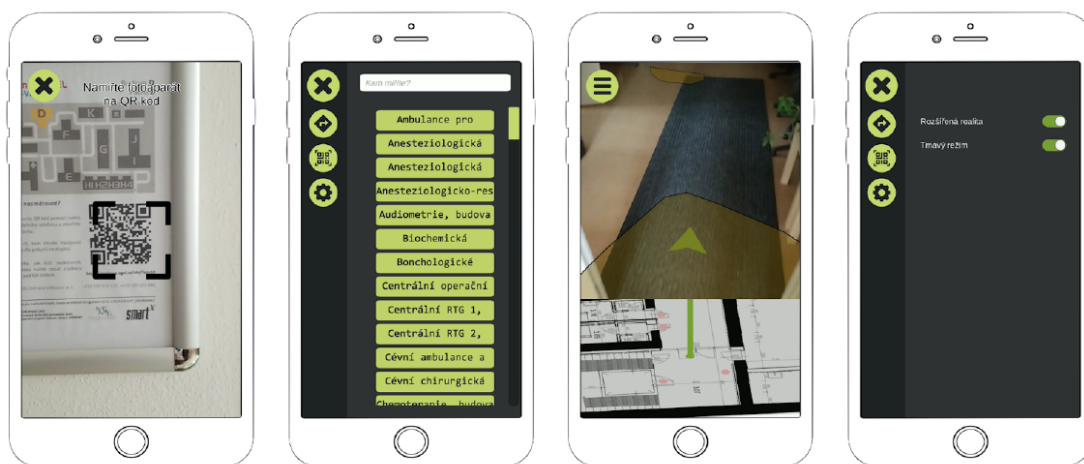
Výsledné řešení by mělo realizovat jak vnitřní, tak venkovní navigaci přes celý areál Nemocnice AGEL Ostrava-Vítkovice.

Vzhledem k technické náročnosti nebylo možné toto AR řešení tvořit jako webovou aplikaci, upustili jsme proto od požadavku a nevztahovala se na něj dříve deklarovaná omezení.

Výsledný produkt mohl být komplementární k simultánně vyvíjené webové aplikaci, mohlo však pracovat samostatně a nebylo na něm závislé.

Vzhledem k tomu, že jsme aplikaci vyvíjeli pro obě nejrozšířenější mobilní platformy Android i iOS a každá z nich pro realizaci AR využívá svou vlastní knihovnu (ARCore pro Android, ARKit pro iOS), bylo zapotřebí najít techniku, která by obě tyto platformy sjednotila. K realizaci řešení je proto využit vývojový engine Unity, který poskytuje plugin ARFoundation zastřešující obě zmíněné knihovny – techniky, které poskytuje ARCore, ale ne ARKit, či naopak, si převezme a použije pro obě platformy. Pro orientaci jsme z webového řešení adoptovali systému QR kódů, který nám rovněž sloužit k upřesnění orientace. QR kódy v sobě mají uložený jedinečný identifikátor daného místa a měly by být přizpůsobeny QR kódům pro použití webového řešení navigace – ve formátu url webové stránky pro dané místo. Seznam všech možných QR míst je uložen v JSON souboru, který slouží k jednodušší práci s informacemi o místech – ať už se jedná o jejich umístění v budově, na patře, nebo jejich textový popis pro zobrazení na tlačítku pro výběr cílové destinace (kupříkladu aby se nezobrazoval jedinečný identifikátor místa, ale pouze jméno příslušného lékaře). Díky tomuto je možné jednoduše a rychle upravovat informace o daných místech v případě, že se cokoliv přesune či přestěhuje, bez nutnosti složitého přistupování k serveru, jehož celkové řešení a administrativa by byla mnohem náročnější.

Co se samotných map areálu týče, jak pro AR, tak pro verzi bez AR byla využívána jedna namodelovaná mapa. Aby aplikace fungovala ve Vítkovické nemocnici, museli jsme vytvořit 3D model areálu na základě dodaných podkladů v měřítku 1:1 za účelem co nejpřesnějšího navigování. Mapa byla modelována přímo v engine Unity, s tím, že některé prvky jsou modelovány zvlášť v programu Blender. Pro samotné vykreslování trasy v mapě využíváme abstraktní datovou strukturu NavMesh, která je přímo součástí engine Unity. Využívá se v aplikacích s AI (Artificial Intelligence, umělá inteligence) a slouží k vypočítání nejlepší možné trasy od startu do cíle. V případě, že by to bylo nutné, bychom pro tyto výpočty mohli v našem řešení využít Dijkstrova algoritmu.



Zdroj: Vzdělávací a výzkumný institut AGEL o.p.s., 2021

Pro zjištění aktuální polohy uživatele využíváme QR kódy, které byly rozmístěny v areálu nemocnice pro navigaci prostřednictvím webové aplikace. Do vytvořeného modelu mapy jsme umístili objekty reprezentující tyto QR kódy. Po načtení QR kódu je pak Agent - objekt zastupující uživatele v mapě - umístěn na polohu objektu, který odpovídá načtenému QR kódu. Ve vytvořeném modelu mapy využíváme pro navigování datovou strukturu s prvky umělé inteligence zvanou NavMesh. Je součástí Unity a slouží pro plánování pohybu herních postav. V aplikaci ji používáme pro hledání cesty od Agentu do uživatelem zvoleného cíle. Vygenerovaná trasa je často přímá a neodpovídá tedy tomu, jak se člověk reálně pohybuje. Proto jsme ji rozdělili na více částí podle toho, kde se uživatel nachází. Zvlášť je dělaná navigace v budově a zvlášť venkovní navigace, aby byl přechod z budovy ven i naopak, co nejplynulejší. Pro nejlepší výsledek je vždy hledaná nejkratší trasa. Má-li např. budova více vchodů, zjistí se odhadovaná vzdálenost pro každý z nich (jak venku, tak i uvnitř budovy) a použije se ta trasa, která je celkově nejkratší (i když má třeba vchod dále).

Pro co nejlepší venkovní navigaci jsme zablokovali navigování po travnatých plochách. Díky tomu se pak při navigaci vytvořená navigační čára drží především na chodnících a obchází rohy v budovách.

Během vývoje aplikace jsme však narazili na několik různě závažných problémů způsobených především zvolenou technologií rozšířené reality. Některé z nich přitom byly tak zásadní, že nám znemožnily aplikaci nasadit v rozumném rozsahu a fakticky tím znemožnily její praktické využití v provozu testovacího subjektu.

Jedním z nejzávažnějších problémů, na které jsme narazili, je vnější vliv osvětlení. Ke správné detekci, ať už ploch či QR kódů, je zapotřebí přiměřeného množství světla. Technologie naráží na své limity v prostředích se špatným osvětlením, kdy pohyb často není vůbec zachycen a skener QR kódů nedetekuje či dokonce nevidí QR kódy.

S tím souvisí i problém úzkých chodeb, protože v těch je často to nejhorší osvětlení. Občas kvůli tomu nastává situace, kdy jde člověk úzkým koridorem, zatímco Agent v mapě se naráží do zdí, protože AR nezaznamenalo správně rotaci. Tím se navíc rozhodí rychlost, a když se

poté uživatel podívá na další křižovatce zpět do zařízení, Agent je v mapě i o několik metrů pozadu.

Limitace technologie je velmi patrná i ve venkovních prostorách. Jedná se především o náchylnost na změny podmínek (děšť, zataženo, sníh, změny ročních období) a celkový nedostatek orientačních bodů sloužících jako milníky a zásadně ovlivňuje odhadovanou vzdálenost pohybu.

Všechna tato omezení jsou technicky řešitelná (např. zlepšením osvětlení v nemocnici, instalaci technických orientačních beaconů umožňujících triangulaci polohy uživatel, atd.), vyžadují však zásadní finanční investice do úprav/technologického vybavení nemocnice, což nebylo možné pokrýt projektovým rozpočtem.

Z výše uvedených důvodů jsme vývoj AR řešení zastavili v průběhu interního testování a do veřejného testování byla vypuštěna pouze webová aplikace.

VZ 5: Evaluace a ex-post analýza

Evaluace výstupů sloužila ke zhodnocení praktické užitelnosti testovaného řešení a jeho dopadů na kvalitu života obyvatel v MSK. Cílem bylo potvrdit, potažmo vyvrátit hypotézu stanovenou na začátku této metodiky: **Chytrá navigace zlepšuje kvalitu života obyvatelstva.** Evaluace a ex-post analýza byla provedena vyhodnocením dat sesbíraných formou dotazníkového šetření mezi pacienty Nemocnice AGEL Ostrava-Vítkovice.

Dotazníkové šetření a shrnutí jeho výstupů

Testování řešení bylo několikrát odloženo a to z důvodu provozních omezení způsobených pandemií viru SARS-CoV-2. Uzavřené testování proof of concept probíhalo od 11/22 v areálu Nemocnice AGEL Ostrava-Vítkovice a zaměřilo se na uživatelské zkušenosti členů projektového týmu a zaměstnanců testovacího subjektu. Díky uzavřenému testování došlo k finálnímu vyladění uživatelského prostředí, otevřené testování začalo 21. 2. a bylo doprovázeno informační kampaní na webových stránkách nemocnice.

Nemocnice AGEL Ostrava-Vítkovice nyní disponuje funkční online navigací, která je dostupná distančně prostřednictvím webového portálu navigace.agel.cz a na místě formou QR kódů, které jsou k dispozici na všechny klíčových orientačních místech v areálu (vchody, u schodů/výtahů, klíčové vstupy), případně prostřednictvím dvou informačních kiosků, které jsme pro potřeby projektu pořídili.

V návaznosti na otevřené testování našeho řešení jsme připravili další kolo dotazníkového šetření, které mělo za cíl zjistit spokojenost pacientů z chytrou navigací a rovněž potvrdit data získané v předchozím šetření.

Dotazníky byly připravovány metodou Focus Groups, na základě podnětu odborné konzultační skupiny, zahrnující jak lékaře, tak nelékařské zdravotnické pracovníky, akademické pracovníky a technický personál nemocnice. Tato skupina v rámci vícekolového revizního řízení vytvořila výsledný dotazník, který sleduje spokojenost pacientů se SMART navigací a to v uzavřeném ekosystému nemocnice.

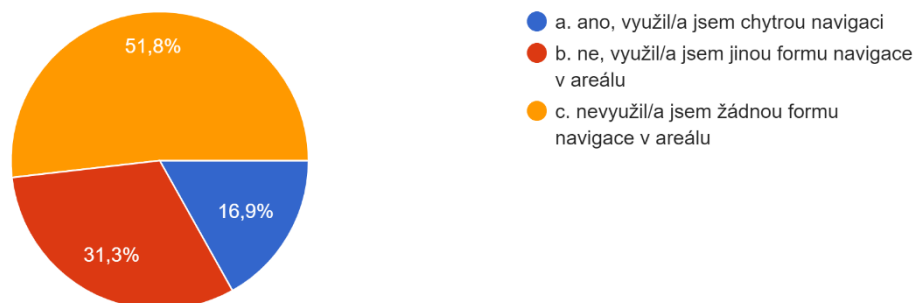
Metodologie dotazníkového šetření odpovídala přístupu, který jsme zvolili v roce 2019. Byly duplikovány demografické otázky identifikující respondenty, základní datový rámec byl poté doplněn o dotazy vztahující se ke zkušenostem s chytrou navigací

Šetření probíhalo v období 14 dní, během kterých bylo sebráno celkem 741 anonymně vyplněných dotazníků. Sběr dotazníků probíhal před provedením vyšetření pacientů na ambulantních pracovištích, případně pracovištích, které svou povahou tuto činnost dovolují. Výběr respondentů nebyl ničím omezen a bylo pouze na dobrovolnosti pacientů, zdali se šetření zúčastní, či nikoliv.

Z výše uvedeného počtu respondentů jich 125 využilo chytrou navigace (17% dotázaných).

3. Využil/a jste některou z možností chytré navigace (např. QR kód, informační kiosek, navigace na webu nemocnice) při své cestě na dané pracoviště?

741 odpovědí



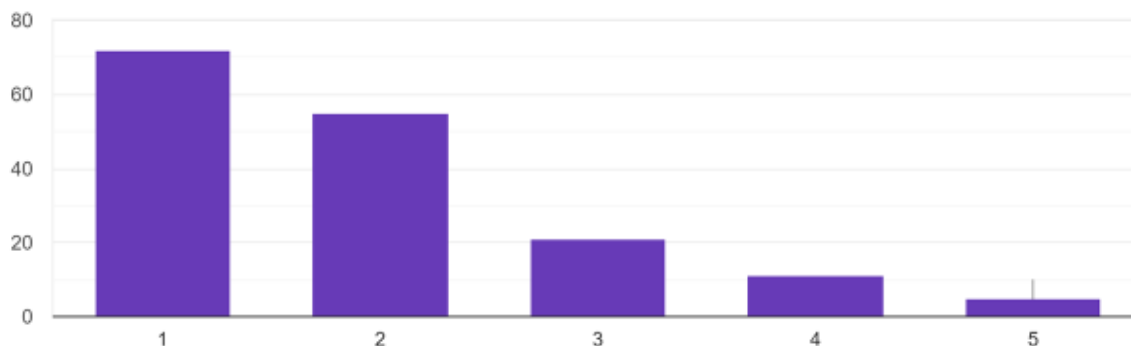
(Vzdělávací výzkumný institut AGEL o.p.s., 2022)

Jedná se o zásadní posun oproti původnímu dotazníkovému šetření, kde necelých 6% respondentů deklarovalo zájem o zlepšení navigace v areálu nemocnice formou zavedení chytré navigace, současně se však jedná o nižší hodnotu, nežli deklarovaný počet respondentů, kteří v roce 2019 uváděli zájem o využití chytrého telefonu pro navigaci (31% respondentů). V kontextu výše uvedeného je nicméně patrné, že většina respondentů nepoužívá žádný z nabízených druhů navigace (např. z důvodu znalosti prostředí). Chytrá navigace tak během krátké doby (testování probíhalo po dobu necelých 3 měsíců před dotazníkovým šetřením) pokryla více než 1/3 požadavků týkajících se navigace v areálu v zkoumaném období.

Samotné hodnocení uživateli chytré navigace na školní stupnici 1-5 bylo rovněž velmi pozitivní a prokazuje vysokou míru přijatelnosti nového způsobu navigace v nemocnici. **Zásadně pozitivní hodnocení ve vztahu ke snižování stresu při hledání cílového místa je jeden z indikátoru, který potvrzuje výše uvedenou hypotézu a prokazuje, že chytrá navigace zvyšuje kvalitu života obyvatel v Moravskoslezském kraji tím, že snižuje míru stresu při hledání cílového místa ve zdravotnickém zařízení.**

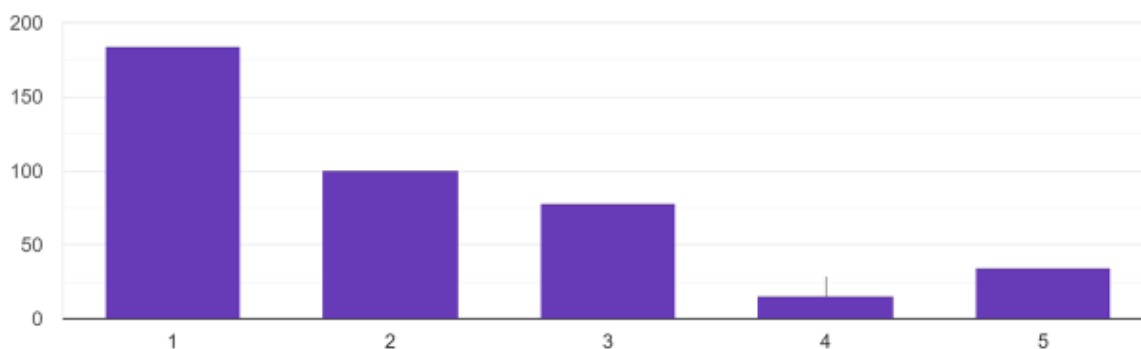
7. Pokud jste využil/a chytrou navigaci, ohodnoťte ji:

164 odpovědí



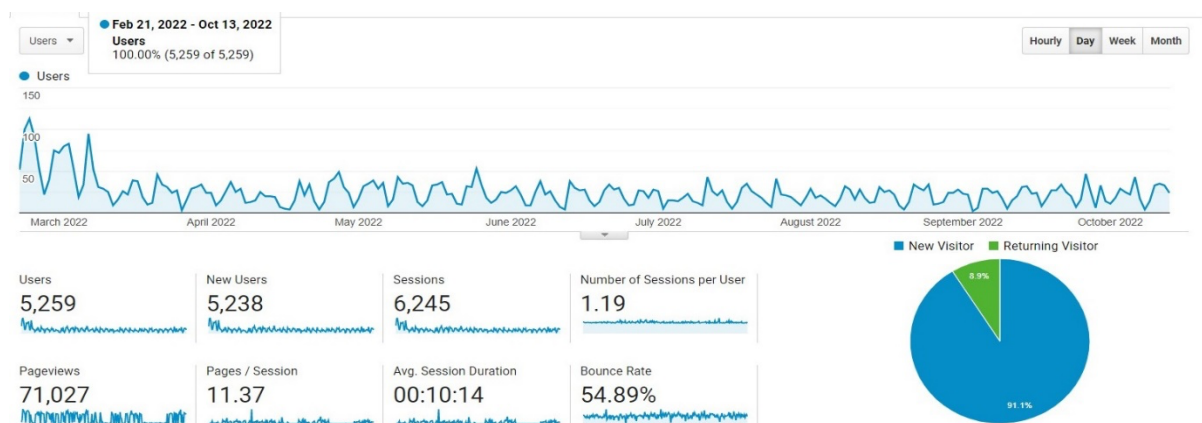
11. Do jaké míry souhlasíte s obecným tvrzením, „chytrá navigace v nemocnicích snižuje stres při hledání cílového místa?”

414 odpovědí



(Vzdělávací výzkumný institut AGEL o.p.s., 2022)

V průběhu celého testování našeho proof of concept současně probíhalo sledování provozu na webu navigace, abychom byli schopni deklarovat její absolutní užitnost v čase a predikovat její udržitelnost vzhledem k reálnému provozu.



(Vzdělávací výzkumný institut AGEL o.p.s., 2022)

Jak je z výše uvedeného patrné, největší provoz byl zaznamenán po spuštění navigace a byl zapříčiněn informační kampaní na stránkách Nemocnice AGEL Ostrava-Vítkovice. Po několika týdnech provozu se návštěvnost stránky ustálila a po dobu zpracování tohoto výstupu se návštěvnost portálu ustálila na 35-50 unikátních uživatelích denně. Výjimkou jsou víkendové dny, kdy je provoz násobně menší, což je zapříčiněno charakterem poskytované péče a ambulantních služeb, které nejsou o víkendu v provozu.

Rovněž bylo provedeno ústní šetření mezi zaměstnanci nemocnice o jejich zkušenosti s navigací. Bylo zjištěno, že pokud je možné odkazovat pacienty k navigačnímu kiosku, dochází k podstatné úspoře času personálu oproti běžné situaci, kdy musí personál, nejčastěji všeobecné a praktické sestry, složitě navigovat pacienty po areálu nemocnice. Tato eventualita je však podmíněna blízkostí informačního kiosku. Zde byl opět vyzdvihnut jednoduchý design navigace, který díky své uživatelské přívětivosti dovoluje navigaci používat všem, kteří ovládají i velmi základní znalost práce s IT technologiemi.

Zhodnocení praktických dopadů:

Zhodnocení dopadů implementace našeho řešení můžeme představit v subjektivní a objektivní rovině.

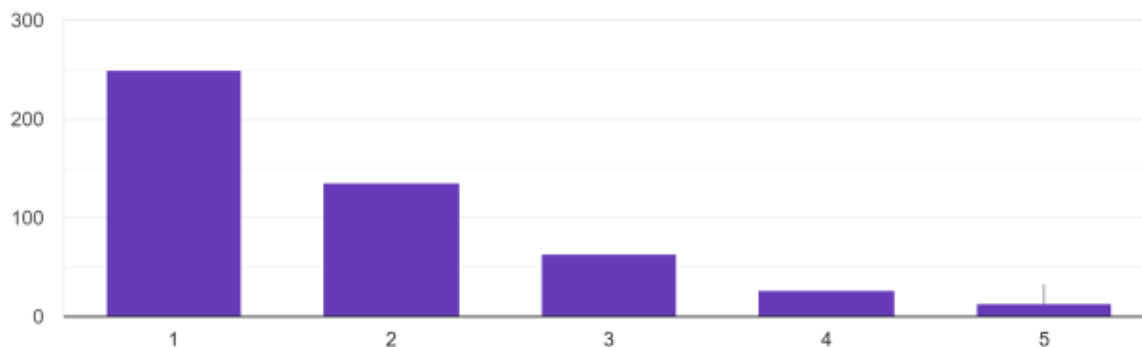
Objektivně lze deklarovat naše cíle za splněné. Byla vytvořena funkční navigace pro reálný provoz zdravotnického zařízení, která pokrývá navigaci mezi budovami, i jednotlivými pracovišti a zahrnuje všechna veřejně dostupná pracoviště v areálu. Splněna byla i podmínka přístupu skrze webový portál, přes chytré zařízení na místě, ale rovněž prostřednictvím navigačních kiosků, abychom tak navigaci přiblížili těm, kteří tímto zařízením nedisponují, případně jej z jakéhokoliv důvodu pro tyto účely nepoužívají. Splněna byla rovněž i podmínka na nízké realizační a provozní náklady (bez započtení personální nákladů na vývoj).

Subjektivní hodnocení členů projektového týmu a zaměstnanců nemocnice bylo akcentováno průběžně formou přímých připomínek v době vývoje a následně v době uzavřeného testování, abychom naše řešení co nejvíce přiblížili reálnému provozu a současně dbali na požadavky testovacího subjektu a jeho zaměstnanců (umístění, hustota navigačních plaket, grafická forma, atd.) Subjektivní hodnocení uživatelů jsme mapovali formou dotazníkového

šetření. Dle získaných informací je nyní systém navigace v nemocnici pro naprostou většinu respondentů dostačující.

9. Jsou dle Vašeho názoru nástroje pro orientaci pacientů v naší nemocnici dostatečné?

489 odpovědí



(Vzdělávací výzkumný institut AGEL o.p.s., 2022)

Chytrá navigace doplnila již existující navigační prostředky a nabídla alternativu pro navigaci na místě, ale rovněž také formou vzdáleného přístupu k ní a to díky sledování přístupu prostřednictvím platformy Windows.

Operating System	Users	% Users
1. Windows	2,292	43.58%
2. Android	2,169	41.24%
3. iOS	675	12.84%
4. Macintosh	92	1.75%
5. Linux	26	0.49%

(Vzdělávací výzkumný institut AGEL o.p.s., 2022)

Z výše uvedeného vyplývá, že podstatná část pacientů, kteří navigaci aktivně používají, ji využívá z prostředí domova, tedy před návštěvou samotného pracoviště. Tímto dochází k eliminaci zpoždění, prodávám při plánovaných vyšetřeních a klesá rovněž zatížení personálu v případě nutnosti dodatečně navigovat tyto pacienty v areálu nemocnice, což je jeden z klíčových předpokladů, které uvádí Mollerup 2008.

Ekonomické dopady a provoz v době udržitelnosti:

Celkové náklady na pořízení vybavení souvisejícího se zprovoznění navigace v nemocnici je 84 141 Kč (z toho 16 201 Kč na kliprany a 67 980 Kč na nákup navigačních kiosků, které nicméně nejsou pro provoz navigace nutné). Tyto náklady byly jednorázové. Provoz řešení je podmíněn alokací serverových kapacit, které jsou však dostupné k využití z vnitřních zdrojů nemocnice. Při absenci stavebních úprav v areálu je tak provoz podmíněn pouze aktualizací umístění pracovišť, v řádek jednotek hodin ročně pověřeného pracovníka, technické osazení a následné úpravy trvaly rovněž jednotky hodin v rámci běžného provozu zařízení, čímž nevznikl dodatečný náklad.

Ačkoliv samo řešení nemá žádný ekonomický potenciál a netvoří zisk, představuje možnost zisku konkurenční vývody oproti dalším poskytovatelům zdravotní péče na území města Ostravy, případně Moravskoslezského kraje.

Zhodnocení realizace a potenciál implementace v dalších subjektech:

Analýzou získaných dat jsme potvrdili hypotézu, že chytrá navigace zvyšuje kvalitu života obyvatel Moravskoslezského kraje a současně prokázali akceptaci chytrých technologií napříč všemi vrstvami obyvatelstva v kraji.

Klíčovým prvkem pro úspěšné řešení projektu byla tvorba multidisciplinárního týmu, který se podílel na řešení projektu po celou dobu jeho realizace. Tým byl složen z lékařského i sesterského personálu, zaměstnanců IT sektoru, ale rovněž provozních a technických pracovníků, kteří společně řešili komplexní problematiku využití SMART technologií ve zdravotnictví. Bylo potvrzeno, že z ekonomického hlediska není žádoucí tvořit systém, který bude závislý na rozsáhlých technologických a provozních investicích, naopak je třeba se soustředit na minimalistické řešení, které nebude finančně nákladné na implementaci, údržbu a provoz, ačkoliv se tento přístup může odrazit v jeho omezeních.

V průběhu realizace projektu jsme narazili na několik překážek, výsledné řešení plně odpovídá stanoveným požadavkům a v praktickém provozu je pacienti Nemocnice AGEL Ostrava-Vítkovice přijímáno převážně pozitivně.

Hlavní překážkou při realizaci našeho EO byla volba vhodného řešení. Veřejně dostupná řešení, která jsme v průběhu realizace testovali, neodpovídali našim požadavkům, v průběhu testování jsme vystřídalí několik unikátních přístupů k tvorbě navigace. Z důvodu striktně deklarovaných požadavků jsme nakonec byli nuceni vyvinout řešení vlastní, které disponuje pouze omezenými funkcemi, splňuje však námi stanovené požadavky. Rovněž jsme se pokusili o vývoj navigace formou AR řešení. V tomto případě jsme narazili na zásadní technická omezení, která nám nedovolila ve vývoji pokračovat. Neúspěšný vývoj navigace využívající AR nicméně potvrdil naši teorii o nutnosti minimalistického řešení a to jak po stránce obsahové, tak to stránce technické náročnosti.

Velkou překážkou pro dodržení celého procesu byla rovněž pandemie viru SARS-CoV-2, která vedla k zásadním omezením ve zdravotnictví po dobu takřka 2 let a vedla ke zpoždění aktivit našeho projektu, především v oblasti testování proof of concept. Z důvodu několika

striktních uzávěr nemocnice pro neakutní aktivity jsme nebyli schopni dostát plánovanému harmonogramu a projekt ukončit ve stanoveném období do 31. 12. 2022.

I přes tyto překážky byly naplněny uvedené výzkumné záměry projektu, byla potvrzena stanovená hypotéza a především došlo ke splnění cíle experimentálního ověření č. 6:

Možnosti navigace a orientace ve zdravotnických zařízeních a to formou veřejného testování proof of concept chytré navigace v Nemocnici AGEL Ostrava-Vítkovice.

Tento text slouží k detailnímu rozboru ukotvení problematiky, vývoje požadovaného řešení, způsobu sběru dat a jejich následné evaluaci s cílem zlepšit život obyvatel v Moravskoslezské kraji a současně přispět vědeckému poznání ve společnosti.