

Systemy určování polohy v bezpečnostní praxi

Rudinský Ondřej

Bakalářská práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav bezpečnostního inženýrství

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Ondřej Rudinský**
Osobní číslo: **A20334**
Studijní program: **B1032A020001 Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Systémy určování polohy v bezpečnostní praxi**
Téma práce anglicky: **Positioning Systems in Security Practice**

Zásady pro vypracování

1. Seznamte se problematikou určování polohy.
2. Popište stručně vývoj a současné metody určování polohy.
3. Vysvětlete pojem navigační a trasovací systém.
4. Demonstrujte využití těchto technologií pro oblast bezpečnosti.
5. Provedte stručnou analýzu trhu.
6. Na zvoleném zařízení proveďte testování jeho spolehlivosti.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. RAPANT, Petr. Družicové polohové systémy. Vyd. 1. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2002, 197 s. ISBN 80-248-0124-8
2. Understanding GPS: principles and applications. 2nd ed. Editor Elliott D Kaplan, Christopher J Hegarty. Boston: Artech House, c2006, 703 s. ISBN 15-805-3894-0.
3. ŠEBESTA, Jiří. Globální navigační systémy. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav radioelektroniky, 2012. ISBN 978-80-214-4500-0.
4. KAPLAN, Elliott D a C HEGARTY. Understanding GPS: principles and applications. 2nd ed. Boston: Artech House, 2006, xvii, 703 p. ISBN 1580538940.
5. MENDIZÁBAL SAMPER, Jaizki, Roc BERENQUER a Juan MELÉNDEZ. GPS: dual RF front-end receiver and design, fabrication, and test. New York:McGraw-Hill, 2009, xiv, 194 p. ISBN 00-715-9869-3.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Lukáš Králík, Ph.D.**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **13. prosince 2022**
Termín odevzdání bakalářské práce: **5. června 2023**



doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan

Ing. Jan Valouch, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 13. prosince 2022

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 5.6.2023

Ondřej Rudinský, v.r.
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá problematikou určování polohy pro bezpečnostní potřeby, jako jsou dohled osob, trasování zásilek a další. Cílem práce je udělat průzkum trhu a provést testování spolehlivosti a přesnosti zvoleného zařízení.

Klíčová slova: Určení polohy, GPS, GALILEO, GPS lokátor

ABSTRACT

This work is concern about the issue of location determination in security needs like supervisioning of persons, shipment tracking etc. The goal of this work is market research and testing reliability and accuracy of chosen device.

Keywords: location determination, GPS, GALILEO, GPS locator

Rád bych poděkoval panu Ing. Lukášovi Králíkovi, Ph.D. za odbornou pomoc.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 OBECNÁ PROBLEMATIKA URČENÍ POLOHY	11
2 METODY URČOVÁNÍ POLOHY	12
2.1 LOKALIZACE POMOCÍ MOBILNÍ SÍTĚ GSM.....	12
2.1.1 Lokalizace pomocí sítě GSM.....	12
2.1.2 Lokalizace pomocí mobilního zařízení	15
2.2 ALTERNATIVNÍ METODY URČENÍ POLOHY	20
2.2.1 What3words	20
2.2.2 Identifikační čísla lamp veřejného osvětlení.....	20
3 NAVIGAČNÍ SYSTÉM	21
3.1 RADIOVÉ NAVIGAČNÍ SYSTÉMY.....	21
3.2 DOPPLEROVSKÉ SYSTÉMY	23
3.3 GALILEO.....	24
3.3.1 Struktura systému Galileo	24
3.3.2 Součásti vesmírné infrastruktury.....	25
3.3.3 Uživatelský segment	26
3.3.4 Služby systému Galileo.....	26
3.3.5 Navigační zprávy	27
4 VYUŽITÍ SLEDOVACÍCH TECHNOLOGIÍ V OBLASTI BEZPEČNOSTI	29
4.1 OCHRANA MAJETKU	29
4.2 OCHRANA OSOB A DOMÁCÍCH MAZLÍČKŮ	29
4.3 MONITORING ZAMĚSTNANCŮ	30
4.4 ÚSKALÍ SLEDOVÁNÍ.....	30
4.5 BEZPEČNOST LOKÁTORŮ	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
5 POROVNÁNÍ NABÍDKY LOKÁTORŮ NA TRHU	32
5.2 NABÍDKA LOKÁTORŮ	33
5.3 NABÍZENÉ TYPY LOKÁTORŮ NA TRHU	33
5.4 TESTOVÁNÍ VYBRANÝCH ZAŘÍZENÍ	38
5.4.1 Tractive GPS DOG 4 – GPS sledování polohy a aktivity pro psy, modrý	39
5.4.2 GPS Tracker Bentech TK102B	41
5.4.3 Helmer LK 505	42
5.4.4 Surtep Bluetooth mini GPS tracker pro psy	43

5.4.5	WowME Senior SOS Band black	44
5.4.6	Senzoor Klik Loc	46
5.4.7	Chytré hodinky Helmer LK 707 dětské s GPS lokátorem modré	47
5.4.8	Chytré hodinky Helmer LK 710 dětské s GPS lokátorem	48
5.4.9	REX IoT SOS tlačítko s poplarchy na mobil	49
5.5	VYHODNOCENÍ TESTOVÁNÍ	50
5.6	HODNOCENÍ TESTOVANÝCH ZAŘÍZENÍ.....	53
5.6.1	Tractive GPS DOG 4	53
5.6.2	Bentech TK102B a Helmer LK 505.....	53
5.6.3	Senzoor Klik Loc	54
5.6.4	Helmer LK 707, Helmer LK 710 a Senior SOS Band	54
5.6.5	REX IoT SOS tlačítko s poplarchy na mobil a Surtep bluetooth mini GPS	54
5.7	KONEČNÉ ZHODNOCENÍ.....	56
ZÁVĚR		57
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		58
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		65
SEZNAM OBRÁZKŮ		67
SEZNAM TABULEK.....		69

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá srovnáváním různých GPS lokátorů určených především k vyhledání polohy osob. Cílem je posoudit vhodnost jednotlivých zařízení s ohledem na jejich přesnost, cenu a výdrž baterie.

První kapitola popisuje obecnou problematiku určování polohy, různé způsoby jejího určování, ale i možná rizika zneužití navigačních moderních technologií vůči uživatelům.

Následující kapitola se zabývá metodami určení polohy, a to použití GSM sítě (pomocí mobilního zařízení a systémů GPS, GLONASS a Galileo) či alternativní způsoby (metoda tří slov, identifikační čísla lamp veřejného osvětlení).

Třetí kapitola se zaměřuje na podrobnou analýzu předchozích navigačních systémů, zejména rádiových a dopplerovských systémů. Nejvíce pozornosti je věnováno projektu Galileo, protože na jeho vytvoření se podílejí také čeští odborníci.

Poslední kapitola teoretické části seznamuje s využitelností GPS lokátorů v praxi, zejména při sledování majetku, monitoringu zaměstnanců a osob. Poukazuje na možná úskalí používání lokátorů.

Praktická část práce se zabývá nabídkou lokátorů na trhu a popisem jejich jednotlivých typů. Především předkládá výsledky testování vybraných zařízení a doporučuje je pro konkrétní využití.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÁ PROBLEMATIKA URČENÍ POLOHY

V minulosti se lidé při orientaci v terénu museli spolehnout na mapy, kompas, případně směrovníky. S těmito typy lokalizace se můžeme setkat stále, např. v pěší turistice. Významné jsou i při vojenských operacích, neboť v případě použití mobilů a jejich GPS signálů by protistrana mohla zjistit polohu vojska.

V současné době se na určování polohy využívá fyzikálních vlastností radiových vln. Na přijímání radiových signálů pracuje také satelitní navigace. Služby satelitní navigace mají široké využití v občanském životě, komerční sféře, dopravě i v obranných aplikacích. Toto zařízení je i součástí mobilních telefonů.

Nevýhodou komerčních aplikací mohou být zastaralé mapy, omezená funkčnost mobilního zařízení či slabá výdrž baterie.

Rizikem navigací bývá nedostatečná ochrana uživatelů před zneužitím jinými subjekty. Například různé webové stránky (Facebook, Google) shromažďují pomocí cookies informace o uživateli a využívají je ke komerčním účelům (cílená reklama). K těmto informacím se rovněž může dostat i někdo další a zneužít je třeba k trestné činnosti.

2 METODY URČOVÁNÍ POLOHY

Současné metody určování polohy používají nejčastěji signály pozemní sítě mobilních telefonů a satelitních sítí. Jako alternativu lze využít i netradičních metod (metoda tři slov, identifikační čísla sloupů veřejného osvětlení).

2.1 Lokalizace pomocí mobilní sítě GSM

Tento způsob lokalizace lze rozdělit do tří skupin, kdy první je metoda založena na lokalizaci pomocí GSM sítě, další využívá funkce mobilního zařízení a poslední kombinuje obě předchozí metody. [1]

Každá z uvedených metod má své vlastní určení a jejich odlišnosti spočívají v nárocích na vybavení mobilního zařízení a kvalitě lokalizační služby. K nejběžnějšímu parametru služby, který slouží k posouzení, je přesnost určení polohy. [1]

2.1.1 Lokalizace pomocí sítě GSM

Mobilní telefon vyšle žádost do sítě a z následujících získaných dat stanoví polohu.

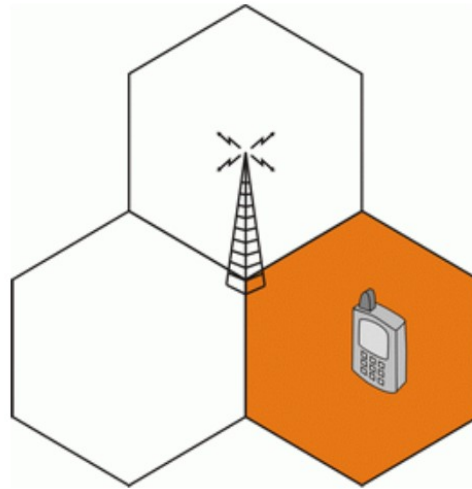
Tato operace vyžaduje zvýšený přenos dat mezi sítí a zařízením, což vede k určitému omezení dostupnosti této služby, protože může dojít k zahlcení sítě.

Příkladem jsou metody Cell ID, Timing advance, Enhanced Observed Time Difference, Angle of Arrival, Enhanced Cell Global Identity. [1]

a) Cell ID

Jedná se o číslo, které buňce v síti přiřadil operátor a které se využívá k určení přístupového bodu mobilních zařízení. Všechny základnové stanice vytvoří buňkovou strukturu, díky tomu je známa poloha všech základnových stanic s přesností přibližně 30 m. Přesné určení polohy uživatele se odvíjí od velikosti buňky, která se může pohybovat v rozmezí 100 až 500 m v městských oblastech a desítky kilometrů ve venkovských. V praxi to znamená, že mobilní zařízení přijme

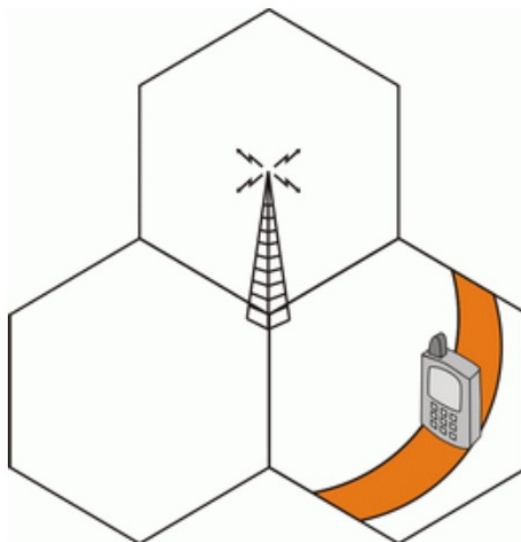
signál hned od několika základových stanic, což umožní vypočítat průnik buněk, jež tyto stanice vytvářejí. Tak lze zvýšit přesnost a určit polohu kolem 300 m. [1]



Obrázek 1 Lokalizace s využitím metody Cell ID [1]

b) Timing advance

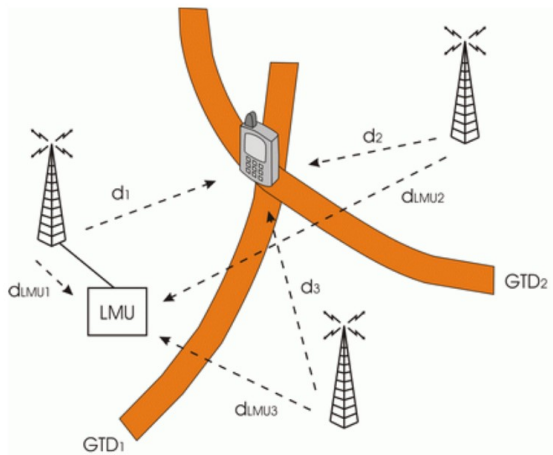
Ke zlepšení přesnosti určení pozice se využívá parametr Timing advance, ten indikuje potřebnou dobu k šíření signálu mezi mobilním zařízením a sítí. Pokud je známá rychlost šířeného signálu, lze odhadnout přepokládanou vzdálenost s přesností 550 metrů. Mobilní zařízení využívá vícero signálů ze základnových stanic. Pomocí toho lze využít metody triangulace a určit polohu uživatele. Získaná přesnost polohy se pohybuje v rozmezí desítek metrů. [1]



Obrázek 2 Metoda Timing advance [1]

c) Enhanced Observed Time Difference

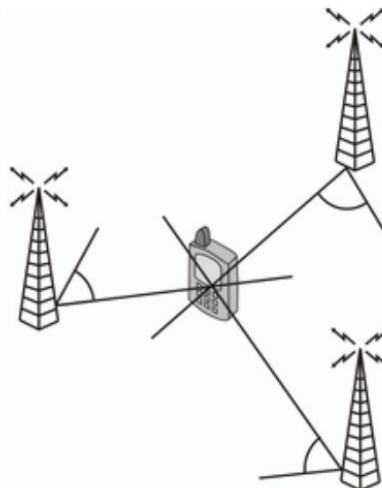
Tato metoda využívá příchodu časových signálů od tří a více základnových stanic. Nevýhodou je zde předpoklad, že jednotlivé základnové stanice musí mít zajištěnou synchronnost v síti, což u většiny případů není v praxi dodrženo. Proto je tato metoda v síti dovybavena zařízením LMU (Location Measurement Unit), ta má za úkol provést měření skutečných časových rozdílů vysílaných signálů ze základnových stanic (Real Time Difference – RTD). Pokud by základnové stanice vysílaly synchronně, měla by být hodnota RTD nulová. Při stanovení časového rozdílu v příjmu signálu dojde k určení oblasti, od které mají jednotlivé stanice stejnou vzdálenost. [1]



Obrázek 3 Oblasti konstantních časových rozdílů u metody E-OTD [1]

d) Angle of Arrival

U této metody je nutné použít směrování antén a znalost vyzařovacích charakteristik. Měření úhlu, pod nímž jsou vysílané signály přijímány, se určuje v základnové stanici nebo v mobilním zařízení. Výsledek představují přímky, jež procházejí mobilním zařízením a stanicí, podle průniku těchto přímek se stanovuje poloha s přesností 300 m. [1]



Obrázek 4 Metoda Angle of Arrival [1]

e) Enhanced Cell Global Identity

Oproti předchozím systémům se jedná o vylepšenou metodu měření úrovní signálů. Využívá se vztahu mezi útlumem signálu a vzdáleností od vysílací stanice. Ze znalosti výkonu vysílače základnové stanice a zjištěné úrovně signálů lze odhadnout oblast pravděpodobného výskytu mobilního zařízení uživatele. Jeho pravděpodobná poloha je poté stanovena jako těžiště určité oblasti. V městské oblasti vychází přesnost kolem 50 m–550 m a ve venkovské 250 m–8 km. [1]

2.1.2 Lokalizace pomocí mobilního zařízení

V tomto případě mobilní zařízení nepotřebuje komunikovat s mobilní sítí, ale vlastní polohu zjišťuje samo. Nejčastěji se jedná o systém GPS, který je vytvořen pro satelitní navigaci s přesností jednotek metrů. Nevýhodou je dlouhé čekání na zjištění přesné pozice po zapnutí přístroje. Díky začlenění mobilní sítě, která dodala počáteční informace, došlo ke zkrácení této doby. [1]

Kromě GPS existují i další systémy, a to ruský GLONASS, čínský BeiDou a evropský Galileo.

a. GPS

Předchůdcem současného GPS systému byl armádní projekt Transit, jehož cílem bylo navigování letadlových lodí a jaderných ponorek. V brzké době došlo k jeho využití i v civilní námořní dopravě. [2]

Po úspěchu programu Transit bylo třeba vybudovat zcela nový systém, který by dokázal určit polohu v trojrozměrném prostoru a s přesným určením času, tím umožnit navigaci pro leteckou dopravu. Tato potřeba dala možnost vzniku GPS nebo též NAVSTAR. [2]

Práce na vzniku projektu probíhaly v několika etapách [2]:

První etapa (1973–1979) – hlavním cílem bylo ověření možnosti třírozměrné navigace, a to pomocí pozemního testování. Během roku 1974 byla vypuštěna první družice.

Druhá etapa (1979–1985) – proběhlo vybudování řídicích středisek a začal vývoj družic Bloku II.

Třetí etapa (1985–1995) – proběhlo vypuštění prvních družic Bloku II, bylo dosaženo možnosti třírozměrné navigace na Zemi, a to po 24 hodin denně. Na konci etapy byl systém uveden do plného operačního stavu.

Čtvrtá etapa (1995–dodnes) – jedná se hlavně o rutinní provoz, budování doplňkových či zlepšení stávajících služeb a vývoj družic Bloku III.

Celý systém se skládá ze tří na sebe navazujících segmentů:

1) vesmírný segment – tvořen soustavou družic

Představují ho družice umístěné v šesti kruhových drahách, kde má každá z drah pro umístění družic pět pozic. Pátá pozice je vždy pro záložní družici, pro plnou funkčnost k operační způsobilosti však stačí pouze 24 družic. Každá z družic musí obsahovat přesné atomové hodiny, jež jsou srdcem družice, a obvykle jich v sobě má tři nebo čtyři s různým typem oscilátoru.[3][4]

2) řídicí segment – skládá se z kontrolních středisek na Zemi

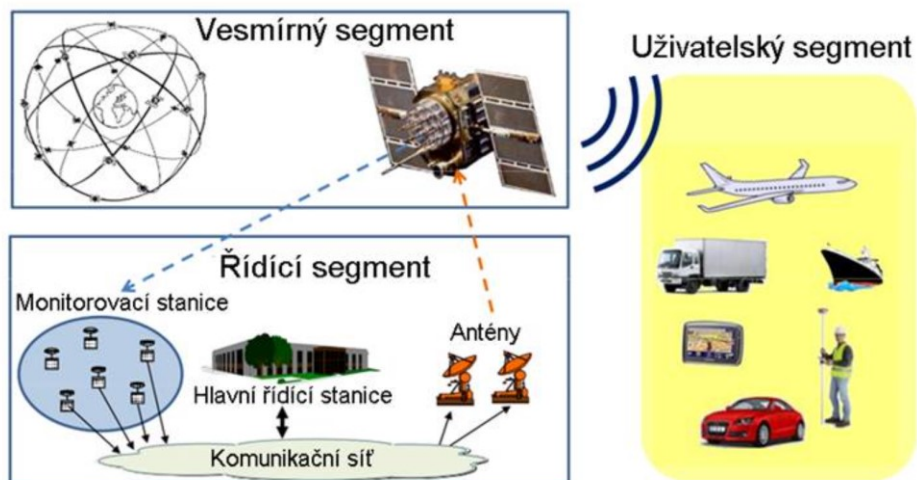
Tvoří jej soustava až pěti monitorovacích stanic, čtyři pozemní vysílače a hlavní řídicí středisko. Monitorovací stanice bývají umístěny poblíž rovníku, aby byly rovnoměrně po obvodu Země. Hlavní úkol tohoto segmentu je sledovat dráhy družic a kontrolovat stav atomových hodin. K tomu má ještě na starost správu a údržbu stávajících družic. [3] [4]

Pro tento účel se pozemní infrastruktura skládá ze tří typů stanic:

- Monitorovací stanice – jejich úkolem je měřit přesnou polohu navigačních satelitů, obsah a kvalitu navigačních kanálů. Umístění těchto stanic bylo přizpůsobeno k tomu, aby mohla být každá družice systému trvale monitorována. Data získaná ze monitorovacích stanic jsou odesílána do řídicích stanic prostřednictvím vhodného komunikačního kanálu. [4] [5]
- Hlavní řídicí stanice – jsou celkem dvě, jedna z nich je hlavní, druhá je záložní pro případ výpadku nebo neprovozuschopnosti hlavní stanice. Účel stanic spočívá v přijímání informací od monitorovacích stanic kosmického segmentu, na základě získaných informací vyhodnotí parametry oběžných drah a parametry družicových hodin. [4] [5]
- Stanice pro komunikaci s družicemi – jedná se o monitorovací stanice, které slouží k přenosu nově získaných parametrů oběžných drah a korekčních informací pro atomové hodiny, umístěné na družicích, současně slouží k jejich ovládní. [4] [5]

3) uživatelský segment – tvoří jej přístroje GPS jednotlivých uživatelů

Uživatelské zařízení funguje na principu pasivního přijímače, neboť pouze přijímají data a signály z družic. Díky tomu nemohou být družice lokalizovány případnými nepřáteli. Provoz těchto přijímačů není spojen s poplatky za využívání služeb. Jednosměrný přenos signálu umožňuje obsloužit neomezený počet uživatelů. [3] [4]



Obrázek 5 Jednotlivé segmenty v navigačních systémech [5]

b. GLONASS

Jde o jakousi obdobu GPS v ruském provedení. Sovětský svaz chtěl vlastní alternativu vůči GPS, aby byl nezávislý na americké verzi. Své první satelity vypustil v roce 1982. GLONASS zahrnuje sice méně satelitů, ale disponuje větší přesností na severní polokouli než jeho americký konkurent. [6]

A-GLONASS představuje upravenou verzi pro chytré mobilní telefony. Lze ho využít jak k určení polohy zařízení, tak i k navigaci. V dnešní době se snaží prosadit na komerčním trhu, kde už mobilní zařízení mohou přijímat jak GPS, tak i GLONASS. Pro dosažení maximální přesnosti by bylo optimální přijímat oba signály současně, bohužel tato varianta není v praxi aplikovatelná, a to z důvodu velké spotřeby baterie při využívání obou signálů. [6]

c. Čínský BeiDou

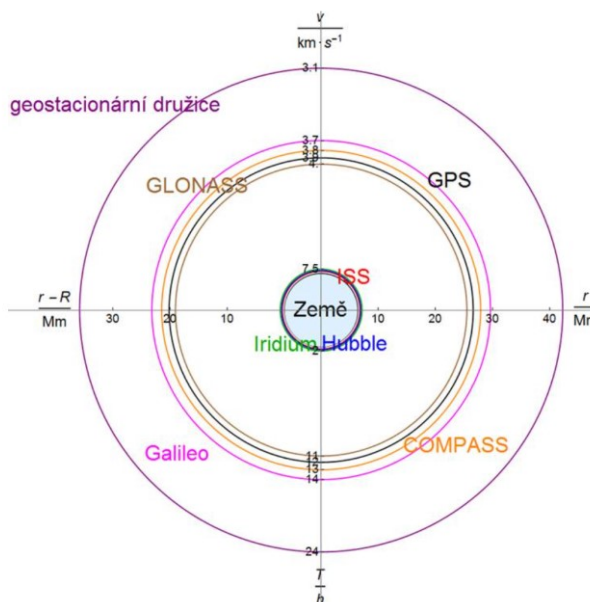
Jedná se o čínskou variantu globálního družicového polohového systému, jehož první spuštění proběhlo v roce 2000. Plní obdobné funkce jako předchozí systémy, pracuje s 35 satelity a přesnost je pro běžného uživatele omezena na cca 10 m. Jeho současné pokrytí je globální, proto ho může využívat téměř kdokoli na světě, pokud vlastní mobilní telefon, který tento příjem umožňuje. (Měl by stačit maximálně dva roky starý mobilní telefon.) Čína plánuje využití navigačního systému i k řízení autonomních vozidel. [7]

d. Galileo

Tento systém provozuje Evropská unie prostřednictvím Evropské kosmické agentury (ESA). Má zajistit nezávislost na GPS a GLONASS. (Pro zajímavost, sídlo administrativní agentury GSA, které jej provozuje, se nachází v pražských Holešovicích.) Oproti americké a ruské verzi je Galileo určen ke komerčním účelům. USA přijímaly tento projekt nejprve s velkou nevolí, protože se obávaly konkurence a potencionálního problematického využití v případě vojenského konfliktu. V původním plánu bylo zapojit do financování soukromý sektor, z počátku tak k projektu přistoupily společnosti z Británie, Španělska či Francie. Později došlo k převedení projektu pod Evropskou unii. Ke spolupráci měla být přizvána také Čína, ale ta se rozhodla jít vlastní cestou a vyvinula projekt BeiDou. [8][9]

Galileo ještě není v úplném provozu a musí řešit dílčí nedostatky. Zatím bylo vysláno na oběžnou dráhu asi 26 satelitů z 30 plánovaných (24+6 náhradních).

Předpokládá se, že tento systém bude přesnější než americká verze. Nyní ho už využívají některá mobilní zařízení — na konci roku mělo jít až o 70 typů mobilních zařízení od iPhonů až k Xiaomi. [9]



Obrázek 6 Trajektorie jednotlivých satelitů [5]

2.2 Alternativní metody určení polohy

Kromě možnosti využití moderních technologií, jako je GPS či Galileo, Wi-Fi sítě nebo Bluetooth, existují i alternativní možnosti určování polohy. Patří sem např. metoda what3words či využití identifikačních čísel na lampách veřejného osvětlení.

2.2.1 What3words

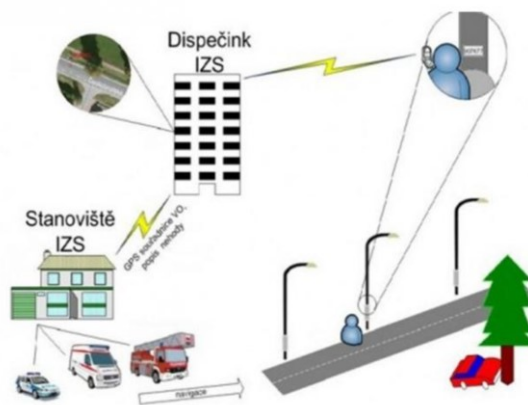
Jde o aplikaci, ve které je zeměkoule rozdělena do čtverců o rozměru 3×3 metry. Každý čtverec má svou unikátní adresu složenou ze tří slov, jež byla vybrána náhodně a už se nikdy nezmění. Zadáním tří slov do aplikace What3words získáme přesnou pozici na světové mapě. Pro použití je nutné datové připojení. Výhodou je přesnost určení polohy a možnost komunikace ve 143 světových jazycích.

System tří slov může posloužit i pro orientaci záchranné služby a ostatních složek IZS (Integrovaný záchranný systém). [10]

2.2.2 Identifikační čísla lamp veřejného osvětlení

V dnešní době má každé pouliční osvětlení svoje identifikační číslo nebo QR kód, ty lze využít k informování o jeho případné poruše nebo poškození. Lze jej však i využít k určení místa, kde se nacházíme. Postup je obdobný jako u předchozí metody, jen místo tří slov operátorovi nahlásíme číslo nejbližší lampy.

Ještě více usnadní komunikaci QR kód, protože rovnou odkáže na společnost starající se o provoz osvětlení nebo na tísňovou linku. Skutečnost, že něco takového lze využít v krizových situacích, není většině lidem známá, neboť zde chybí dostatečná osvěta. [11]



Obrázek 7 Využití označení sloupů veřejného osvětlení složkami IZS [21]

3 NAVIGAČNÍ SYSTÉM

Za první navigační systémy lze považovat hrubé nákresy map, které obsahovaly orientační body v terénu (skály, lesy, vyšlapané cesty, řeky...), ty pomáhaly cestovatelům zorientovat se v neznámých končinách. Z hrubých nákresů následně vznikly první mapy, které sloužily především pro potřeby plánování vhodných a bezpečných obchodních tras. Využití našly také v armádě, která tak mohla plánovat přesuny vojska, výběr vhodných tras zásobování, ale i lokalizace nepřátelských sil.

Navigační systémy našly své uplatnění v námořní a letecké dopravě. Dříve se opíraly o znalost přírodních systémů, polohu astronomických těles a systémy orientačních bodů.

Od roku 1964 se začalo využívat zařízení zaměřených na šíření radiových vln. V dnešní době tento systém převažuje nad ostatními druhy navigace. [2]

Příkladem rádiové navigace může být USCG DGPS, WAAS, LAAS.

3.1 Rádiové navigační systémy

Součástí této kategorie jsou i moderní navigační prostředky založená na znalostech fyzikální zákonitosti v šíření rádiových vln. [2]

Příkladem může být:

a) USCG DGPS

U.S. Coast Guard Differential GPS – tento systém provozuje americká pobřežní stráž a slouží k navigaci lodí, které se plaví se podél pobřeží či po vnitrozemských cestách. Jeho přesnost je kolem 10 metrů v celé monitorovací oblasti, která se skládá ze dvou kontrolních míst a 86 vzdálených pracovišť. [2]

b) WAAS

Wide Area Augmentation System – byl vybudován pro civilní letectví na území USA, sloužil k přesnějšímu určení polohy letadla a ke zlepšení integrity pro jednotlivé fáze letu. Je také využíván systémem GPS, který využívá družice pro včasné varování v případě mimořádných událostí. Podobný systém existuje i v Evropě (EGNOS) a v Japonsku (MSAS). [2]

c) LAAS

Local Area Augmentation System – vznikl pro potřeby civilního letectví, současně doplňuje předchozí systém a zvyšuje přesnost navigace v okolí letišť. [2]

d) Loran-C

Long Range Navigation – znovu využívaný radiově navigační systém, používal se pro leteckou a vodní dopravu i mimo území USA. [2]

e) VOR/DME

VHF Omnidirectional Range / Distance Measurement Equipment – základní systém pro radiovou komunikaci u krátkého a středního dosahu. [2]

f) ILS Cat I

Instrument Landing System Cat I – má několik verzí, slouží k navádění letadel pro přistání na letištích. Vyvinut byl ve 40. letech minulého století a schválen k provozu v roce 1949 organizací ICAO (Mezinárodní organizace pro civilní letectví). Téměř beze změn se používá dodnes, neboť stále poskytuje přesné informace o poloze letadla. [2]

g) MLS

Microwave Landing System – je využíván v leteckém provozu, kde navádí letadla na správný kurz a sestupný úhel během přistávání. [2]

h) Transit

Jednalo se o první družicový polohový systém, lze s ním určit polohu v rozmezí 100 metrů a přesný čas kdekoli na Zemi. Využíval se hlavně v námořní navigaci. [2]

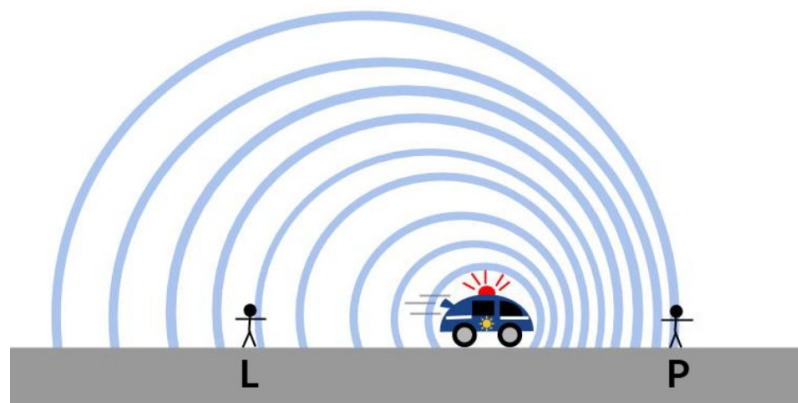
Původně se předpokládalo, že většina těchto systémů zanikne a bude nahrazena GPS. Bohužel se ale ukázalo, že GPS nedokáže řešit problémy jakýchkoliv dopravních prostředků, a to zejména za extrémních situací, jako je přistání letadla. Testy ukázaly, že parametry GPS nevyhovovaly v plném nasazení civilní letecké dopravě, výjimkou byla jen navigace při trase dálkového přeletu. Proto se začalo uvažovat o systému, který by využíval družicové i pozemní subsystémy. Z tohoto důvodu také došlo k prodloužení životnosti pozemních rádiových navigačních systémů. Ukázkou nám může být Loran-C, jenž měl být už vyřazen z činnosti, ale místo toho došlo k jeho modernizaci. [2]

Návrhy se nyní zabývají myšlenkou, že pozemní radionavigační systémy budou součástí rozšíření systémech GPS, tím by mohl vzniknout dostatečný systém splňující i ty nejnáročnější požadavky, které byly definovány mezinárodními leteckými organizacemi pro radionavigační systémy a používané civilním letectvím. [2]

3.2 Dopplerovské systémy

Tento typ družicové navigace byl budován v šedesátých letech minulého století Spojenými státy americkými a Sovětským svazem. Sloužil hlavně k navigaci ponorek a jiných podvodních plavidel, jež umožňovaly dlouhodobou plavbu pod vodou, bez nutnosti častého vynořování a odhalení své pozice. Pod mořem však nelze využívat běžné navigační metody, proto bylo nutné spoléhat se na prostředky inerciální navigace, která ale nedokázala z dlouhodobého hlediska přesně určit polohu a musela svá měření korigovat pomocí jiné navigační metody. [2]

Dopplerův jev – jde o změnu frekvence a vlnové délky vlnění zapříčiněnou pohybem zdroje, případně samotného pozorovatele. [12]



Obrázek 8 Dopplerův jev při pohybu vozidla se sirénou [12]

Transit jako první navigační systém pracuje na principu Dopplerova jevu a jeho měření. Do provozu byl uveden ministerstvem obrany USA již v roce 1964. Jednalo se o družicový navigační systém pro námořnictvo. Určen byl pro navigaci na hladině moří a oceánů, později došlo k rozšíření využití i pro civilní námořní navigaci. V roce 1996 „byl poslán do výslužby“. Podle odhadu systém využívalo až 80 000 civilních subjektů. [2]

Podobné systémy byly také budovány a provozovány Sovětským svazem. Pro potřeby ponorkového loďstva byl používán systém Cyklon. Dodnes existují v Rusku obdobné systémy, a to vojenský Parus (šesti družicový, alternativní název Cikad-M) nebo civilní Parus (čtyř družicový). [2]

3.3 Galileo

Systém Galileo vznikl na základě potřeby vlastního navigačního systému a snahy zbavit se závislosti na americkém GPS. Viz dříve. [13]

Důležité fáze projektu GALILEO [13] :

- Rok 2005 byla kvůli testovacím účelům vypuštěna první družice GIOVE-A.
- V roce 2008 došlo k dalšímu vypuštění testovací družice GIOVE-B a k následné výstavbě pozemních stanic.
- V lednu se realizovaly první tři důležité kroky s převyšující celkovou hodnotou až 1 250 milionů EUR:
 - Italská společnost „Thales Alenia Space“ na systémovou podporu
 - Až 14 družic do roku 2014 německou společností „OHB Systems AG“
 - Projekt vynesení družic na oběžnou dráhu francouzskou společností „Arianespace“.
- Dne 21.října 2011 byly vyneseny první dvě operační družice GALILEO-IOV na oběžnou dráhu raketou Sojuz ST-B.
- Dle informací z roku 2021 byly objednány novější satelity pro projekt pro přesnější lokalizaci poloh, díky tomu bude možné lépe využívat automatických systémů v automobilech, který zavolá v případě havárky, když řidič nebude schopen sám si zavolat pomoc.

3.3.1 Struktura systému Galileo

Struktura systému je oproti GPS složitější, protože se na jeho vývoji podílí několik států z členských států unie. Z tohoto důvodu je systém složen z globální, regionální a lokální složky.[13]

- Lokální složky

Lokální složky zlepšují dostupnost a kvalitu signálu v místech, která jsou těžko přístupná. Provozem jsou pověřeny společnosti na komerčním principu. [15]

- Regionální složka

Tato část se skládá z několika vnějších systémů nazývaných ERIS (Externí Systémy Integrita Regionu). Jejich úkolem je poskytovat zprávy o integritě systému, přičemž musí být nezávislé na hlášeních od jiných GALILEO systémů. Tímto opatřením se zajišťují právní záruky systému pro jednotlivé státy a subjekty. Systémy ERIS jsou naplánovány tak, že budou provozovány státy, skupinami států mimo EU nebo soukromými společnostmi. [15] [16]

Globální složka

Představuje nejdůležitější část celého systému, protože ji tvoří řídicí centra a senzorové stanice, které mají za úkol shromažďovat data o pohybu družic a o přesnosti atomových hodin. [15] [16]

3.3.2 Součásti vesmírné infrastruktury

Systém bude tvořen třiceti družicemi, jež budou obíhat ve výšce asi 23 222 km nad Zemí.

Z celkového počtu družic bude 27 aktivních a 3 budou záložní. Umístění družic je plánované na 3 kruhové oběžné roviny skloněné 56° vůči rovníku. Na každé dráze se plánuje až devět aktivních a jedna záložní družice. Perioda oběhu družic kolem Země trvá 14 hodin. Satelity se seřadí do výchozího postavení po deseti dnech, během toho období zvládnou obletět Zemi více než šestnáctkrát. [15] [17]

Pozemní segment

Patří do základní části pozemního segmentu GALILEA, konkrétně se jedná o dvě kontrolní střediska GCC (Ground Control Center), nacházející se v Německu (Oberpfaffenhofen) a GMS (Ground Mission Segment) je umístěno v Itálii (Fucino). [15]:

GCS – jeho funkcí je dohled a správa nad vesmírným segmentem. Svou činností zajišťuje údržbu družicové konstelace, plánuje vypouštění nových družic a případnou obnovu systému, jež byly narušeny poruchami.

Ovládání družic probíhá pomocí globálního systému TT&C (Tracking, Telemetry and Command), ten umožňuje komunikaci se satelity. Pomocí tohoto systému se korigují pozice družic a případné odstávky kvůli plánované údržbě. [15] [17]

GMS – Úkolem tohoto systému je monitorování navigačních signálů a využití získané informace pro synchronizaci času, určení parametrů oběžných drah a kontrolování integrity. Pro tento účel využívá celosvětovou síť GSS (Galileo Sensor Station), ta umožňuje monitorování signálů z družic a provádění funkcí nezbytných pro poskytování služeb. Nasbíraná data pomocí této sítě se přenesou prostřednictvím navigačních zpráv, stanic ULS a družicovou komunikací zpět do řídicího střediska nebo k uživatelům. K realizaci služby SAR jsou tyto stanice nezbytné, v plánu je provozovat více než 40 takových stanic GSS pro zaručení kvality poskytovaných služeb. [15] [17]

3.3.3 Uživatelský segment

Projekt GALILEO má ještě daleko k plné konkurenci schopnosti vůči GPS a GLONASS, avšak výrobci slíbili, že nově vyvíjené čipy budou výkonnější s menší spotřebou. Přijímače budou zároveň schopny vzájemné kompatibility s ostatními systémy GALILEO, GPS a GLONASS. Díky tomu zaručí podstatně lepší dostupnost služeb a současně přesnost navigace. [15]

Údajná přesnost by se měla pohybovat v metrech, u placených aplikacích až v centimetrech. Pak je zde problém slepých míst, úmyslné odchylky při lokalizování a případné změny počasí v atmosféře. [15]

3.3.4 Služby systému Galileo

GALILEO, evropský komerční satelitní navigační systém, nabídne celkem pět typů služeb [15]:

Primární služby otevřeného systému OS (Open Service) – tato služba poskytuje volně základní signál podobný systému SPS (Standard Positioning Service/Standardní navigační služba) u GPS. Tyto signály jsou šířeny v několika pásmech s nabídkou několika kombinací, jako je:

- **jednofrekvenční služba** – eliminování ionosférické chyby za pomoci modelů,
- **dvoufrekvenční služba** – možnost eliminace ionosférická chyby,
- **trojfrekvenční služba** – využívá všechny OS signály společně k dosažení až decimetrové přesnosti.

Komerční služba CS (Commercial Service) – rozdíl této služby je ve využívání dalších dvou signálů, jež využívají komerční kódování, to bude definováno poskytovatelem komerční služby. Součástí této služby bude kromě poskytování přesných navigačních signálů, ale i možnost předávat různé zpráv od komerčních organizací (aktuální dopravní hlášení, regionální stav předpovědi počasí apod.). [15]

Veřejně regulovaná služba PRS (Public Regulated Service) – podobná služba, jakou poskytuje GPS s PPS (Precise Positioning Service / Služba určení přesné polohy). K této službě bude omezen přístup jen na autorizované uživatele, kteří budou deklarováni státními orgány členských zemí EU. Využívat ji budou hlavně bezpečnostní složky státu a speciální vědecké aplikace. [15]

Služba se zajištěnou bezpečností SoL (Safety of Life) – služba poskytuje vysokou úroveň integrity a její využití je zaměřeno na důležité aplikace. Cílem je zkvalitnit základní službu systému tím, že bude poskytovat rychlé varování v případě poruchy navigačního systému. Uplatnění najde v dopravních aplikacích jako je řízení leteckého provozu. Byl stanoven předpoklad, že se služba bude moct stát základním nástrojem při automatickém přistávání letadel. [15]

Tísňová služba SAR (Search And Rescue) – jedná se o službu nouzové lokalizace v rámci celosvětového družicového záchranného systému COSPAS/SARSAT. Svým uživatelům poskytuje možnost oboustranné komunikaci se subjektem, který se nachází v bezpečnostní nouzi. Pro komunikaci je vyhrazeno pásmo L6, díky kterému má záchrannářské středisko přístup k informacím o pozicích ohrožených objektů (lodě, letadla...). [15]

3.3.5 Navigační zprávy

Družicový systém Galileo bude využívat celkem čtyři různé formáty navigačních zpráv, použití záleží na jednotlivých službách. [15]

Volně přístupná navigační zpráva F/NAV (Freely accessible NAVigation message)

– jedná se o volně přístupnou navigační zprávu, která bude vysílána signály základní veřejné služby OS. Obsahem těchto navigačních zpráv budou základní údaje pro navigaci a určení pozice s využitím pasivní dálkoměrné metody. [15]

Integritní navigační zpráva I/NAV (Integrity NAVigation message) – služba bude poskytovat údaje o stavu činnosti systému. Současně tato navigační zpráva během pár sekund informuje uživatele o nedodržení garantovaných parametrů systému. Součástí navigačních zpráv budou i informace pro záchranou službu SAR. [15]

Komerční navigační zpráva C/NAV (Commercial NAVigation message) – součástí těchto navigačních zpráv budou doplňující informace pro komerční služby, jedná se o uživatelské korekce k přesnému určování polohy, dopravní informace a zprávy o počasí. Data budou šifrována a přístupná pouze pro placící uživatele. [15]

Vládní navigační zpráva G/NAV (Governmental NAVigation message) – její určení je pro veřejnou regulovanou službu (PRS), tyto navigační zprávy budou obsahovat data, která budou šifrována a přístup k nim bude umožněn pouze pro autorizované uživatele. Současně by měla navigační služba zajistit vyšší úroveň přesnosti i vysoký stupeň integrity systému. [15]

4 VYUŽITÍ SLEDOVACÍCH TECHNOLOGIÍ V OBLASTI BEZPEČNOSTI

Z pohledu bezpečnosti mají lokátory využití v ochraně majetku, při ochraně osob a monitoringu pracovníků. Jejich dostupnost na trhu je značná, a dokonce existuje několik variant, které vypadají jako malé krabičky, přívěsky na klíče, hodinky pro děti a SOS tlačítka. Použití lokátorů se liší dle potřeb zákazníka. Více se tomuto tématu budeme věnovat v praktické části.

4.1 Ochrana majetku

Ochranu majetku pomocí GPS lokátoru lze využít pro zásilky cenného charakteru, dopravní prostředky, cestovní zavazadla, stavební techniku, včelí úly a jiný majetek bez dozoru.

Zásilky cenného charakteru – jejich ztráta nebo krádež mohou mít pro firmu devastující následky. Společnosti dovážející zboží ze zahraničí aplikují lokátory na kontejnery k zajištění aktuální polohy, a zboží tak mohou v případě krádeže vystopovat.

Dopravní prostředky – firmy poskytující zaměstnancům služební vozidla, dopravní podniky, půjčovny aut mohou díky elektronické knize jízd hlídat u služebních vozidel spotřebu a skutečně najeté kilometry. Lokátory lze využít i k monitoringu zaměstnanců.

Cestovní zavazadla – při ztrátě zavazadla leteckou společností lze zpětně dohledat.

Stavební technika – bagry, pojízdné jeřáby, mají vysokou hodnotu a v případě krádeže mohou být vypátrány.

Majetek bez dozoru – do této kategorie zahrnujeme stavební materiál (dřevo v lese, pytle s omítkou, vápnem...). Lokalizační zařízení se uschová mezi materiál, kde si ho zloděj při krádeži nevšimne.

4.2 Ochrana osob a domácích mazlíčků

Ochranu osob za pomoci lokalizačních zařízení využíváme u dětí, starších či nemohoucích osob, ale i u domácích mazlíčků.

Pro kontrolu dětí jsou určeny dětské hodinky s možností GPS lokace. Monitorují pohyb dětí, dodržování rozpisu dne a kontrolu docházky do školy.

SOS tlačítka se používají pro starší a nemohoucí osoby, a to k zajištění pomoci při zhoršení zdravotního stavu.

Pro sledování pohybu psů a koček je vhodné použít tracker, který umožní jejich nalezení v případě zatoulání.

4.3 Monitoring zaměstnanců

Cílem monitoringu zaměstnanců pomocí GPS lokátorů je ochrana jejich bezpečí nebo kontrola dodržování a plnění jejich pracovních povinností.

Bezpečnost – příkladem může být noční hlídač při výkonu pochůzkové činnosti (detektor mrtvého muže).

Plnění povinností – tento způsob monitoringu se nejčastěji vyskytuje u doručovacích služeb (Česká pošta, DPD, PPL), složek integrovaného záchranného systému a v dopravních společnostech (městská hromadná doprava, kamionová doprava).

Monitoring zaměstnanců probíhá i v kancelářských podmínkách, ale softwarovým způsobem monitorování pracovní plochy počítače a případných ostatních zařízení.

4.4 Úskalí sledování

Úskalím sledováním je jeho možná nelegálnost. Bez informovaného souhlasu lze totiž sledovat pouze zvířata a děti do 15 let. U starších dětí musí mít rodič jejich informovaný souhlas, obdobným způsobem se řeší i sledování dospělých osob. Aplikace, které jsou využívány GPS lokátory, neupozorňují uživatele na skutečnost, zda sleduje dítě, zvíře nebo starší osobu.

4.5 Bezpečnost lokátorů

Parametrem pro výběr lokátorů musí být i bezpečnost zvoleného zařízení.

Například společnost Avast zjistila pochybení u výrobků od prodejce Shenzhen i365 Tech. Zařízení neměla kvalitní šifrování, případný útočník se snadno dostal k informacím o lokátoru a jeho obsahu (registrační číslo, číslo SIM karty, nasbíraná data...).

Na základě získaných informací Avast doporučuje spolehnout se na evropské prodejce, kteří prodávají prověřené modely, a hlavně se vyhnout pochybným asijským webovým tržištím.

[18]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 POROVNÁNÍ NABÍDKY LOKÁTORŮ NA TRHU

Pro účely mé praktické části bakalářské práce bylo nutné nejdříve prozkoumat trh s nabídkou lokátorů, zvolit několik typů zařízení vhodných pro naše účely a vyhodnotit jejich fungování v reálných podmínkách.

Nabízí se celá řada zařízení pro různé použití, a to air tag pro předměty denní potřeby (batoh, klíče, peněženka), aplikace vhodné pro automobily, lokátory pro sledování cenných zásilek.

Pro denní použití jsou vhodná provedení v podobě dětských hodinek a SOS tlačítek, kterými lze sledovat polohu prostřednictvím webové aplikace.

Některá zařízení využívají k určení polohy i místní síť ve standardu IoT.

Výhodou oproti lokátorům se SIM kartou je nižší náročnost na kapacitu baterie, neboť běžná provozní doba na jedno nabití je 2-3 dny.

Tyto sítě poskytují lepší pokrytí signálem i na těžko přístupných místech a v podzemních oblastech (garáže, jeskyně).[19]

5.1 GPS lokátor

Jedná se o zařízení využívající satelitního navigačního systému GPS k stanovení přesné geografické polohy osob a předmětů. Nejčastějším použitím těchto lokátorů je sledování pohybu vozidel, nákladů, domácích mazlíčků, osob nebo ochrana cenných předmětů. Informace o GPS souřadnicích se přenáší na centrální server za pomoci datové sítě. Aplikace umožňuje uživatelům sledovat polohu jejich objektů nebo osob v reálném čase. Funkce nouzového tlačítka vyšle varovnou zprávu s poslední známou polohou subjektu. [20]

Při výběru lokátorů je důležité mít představu, k jakému účelu sledování si ho hodláme pořídit. Pokud budeme chtít dohlížet na děti, aby se nezatoulaly, a současně mít i přehled o jejich aktivitách, je lepší mít dětské hodinky s GPS lokací, než využívat lokačního zařízení určené pro umístění do automobilu nebo cenné zásilky. Hodinky budou mít děti na ruce, ale klasické lokátory by musely být umístěny v batohu dítěte apod.

5.2 Nabídka lokátorů

V praktické části srovnáme parametry udávané výrobcem se skutečností, hlavním kritériem je přesnost lokalizace, celkové provozní náklady a výdrž baterie zařízení.

Výchozím bodem jsou nabídky velkých internetových prodejců (Alza.cz, CZC.cz) se širším sortimentem zařízení.

Menší prodejci pak nabízejí specializovaný sortiment výrobků. Nevýhodou jsou chybějící recenze zákazníků, dostupnost návodu na vyřešení běžných potíží s produktem.

Pozor na recenze, které odkazují na produkty konkrétního prodejce, může se jednat o interní domluvu mezi recenzentem a prodejcem. Takové hodnocení pak bývá zavádějící.

Internetové vyhledávače poskytují rychlý přehled o cenách vybraného výrobku. Maloobchodní internetoví prodejci mohou mít lepší ceny za produkt a služby (např. levnější doprava) v porovnání s velkými prodejci.

5.3 Nabízené typy lokátorů na trhu

Nabízené lokátory byly zařazeny do následujících cenových kategorií:

Tabulka 1 Určení cenové kategorie pro lokátory [vlastní]

Nižší cenová kategorie	100–999 Kč
Střední cenová kategorie	1000–2000 Kč
Vysoká cenová kategorie	2000 a více Kč

Typy lokátorů:

- a) Bluetooth lokalizační čip (FIXED Sense červený, AlzaGuard Hero Tag)

Jedná se o minilokátor, který se páruje s mobilním telefonem pomocí Bluetooth.

Využívá se k určení polohy mazlíčka nebo předmětů denní potřeby (klíče, peněženka), protože jeho dosah se pohybuje kolem 30-60 m.

Cenou spadá do nižší cenové kategorie.



Obrázek 9 Bluetooth lokalizační čipy, vlevo AlzaGuard Hero Tag, vpravo FIXED Sense červený [22] [23]

b) GPS/GSM lokátor pro univerzální použití (OXE GF-22, Helmer LK 505)

Tento typ lokátorů vyžaduje vlastní sim kartu, využívá mobilní datové připojení a zasílá SMS na vybrané telefonní číslo.

Integrované SOS tlačítko vyšle krátkou zprávu v případě ohrožení. Funkce GEO-Fence informuje pověřené osoby o odchýlení ze stanovené pozice. Kapacita baterie činí jen 2 dny při provozu.

Cenově patří do střední kategorie. Služby SIM karty představují dodatečné provozní náklady.



Obrázek 10 GPS trackery, vlevo HELMER LK 505,

vpravo GF-22 [24] [25]

c) Tracker pro domácí mazlíčky (Tractive GPS CAT 4 LTE, Tractive GPS DOG 4)

Zařízení pro dohled domácích mazlíčků pracuje s integrovanou SIM kartou, využívá také síť Bluetooth a Wi-Fi, výdrž baterie je až 7 dní.

Mezi jeho výhody patří:

- možnost sledovat mazlíčka online,
- zaznamenávat historii jeho trasy,
- zjistit oblíbená místa pomocí délky času strávených na jednotlivých místech.

Cenová kategorie zařízení je střední včetně jednorázového měsíčním poplatku.



Obrázek 11 Lokátory pro domácí zvířata, vlevo pro psy, vpravo pro kočky [26][27]

d) GPS tracker pro automobily (GPS Tracker Bentech TK103, GPS lokátor na autobaterii REXlink EASY).

Lokátor je určený pro automobily a motorčky, malé rozměry umožňují skrytou instalaci.

Výhodou je bezplatná aplikace, možnost nabíjení zásuvkou v autě.

Doplňkové funkce umožňují propojení:

- palivového čerpadla k nucenému vypínání přívodu paliva,
- kontrolu otevření dveří,
- kontrola nastartování motoru,

- vyžaduje externí anténu pro GPS a GSM signál.

Zařazení je střední cenová kategorie včetně SIM karty.



Obrázek 12 Lokátory do automobilů, vlevo Bentech, vpravo REXlink [28][29]

- e) SOS tlačítka (Senzoor Klik Loc, WowME Senior SOS Band black),

Hodinky s tlačítkem na přivolání pomoci s lokalizací a se zabudovanou SIM kartou.

Určené jsou hlavně pro starší a hendikepované osoby. Služba je zpoplatněna.

- Pro zjištění polohy využívá GSP, internet věcí, Wi-Fi a stanice BTS.
- Baterie je zabudovaná a vydrží až rok používání.
- Zařízení patří do vysoké cenové kategorie.



Obrázek 13 SOS lokátory, vlevo Senzoor Klik Loc, vpravo Senior SOS Band black [30][31]

- f) Dětské hodinky s GPS lokátorem (chytré hodinky Helmer LK 707, chytré hodinky Helmer LK 710).

Dětské hodinky mají podobný vzhled, aplikace a funkce jako chytré fitness hodinky. (Podle výrobce je zařízení určeno jak pro děti, tak i pro důchodce, ale design a velikost náramku odpovídá produktu pro děti.)

Jsou vybaveny vlastní SIM kartou s funkcí:

- určení polohy pomocí GPS signálu a BTS,
- telefonních hovorů a odesílání SMS zprávy.

Pomocí aplikace může rodič nastavit bezpečnou trasu a sledovat pohyb dítěte. Kapacita baterie je při provozu maximálně 2 dny. Cena hodinek se odvíjí od střední až po vysokou cenovou kategorii. Díky dotykovému displeji se mohou děti naučit zacházet s dotykovou obrazovkou a tím být lépe připraveny na svůj první mobilní telefon.

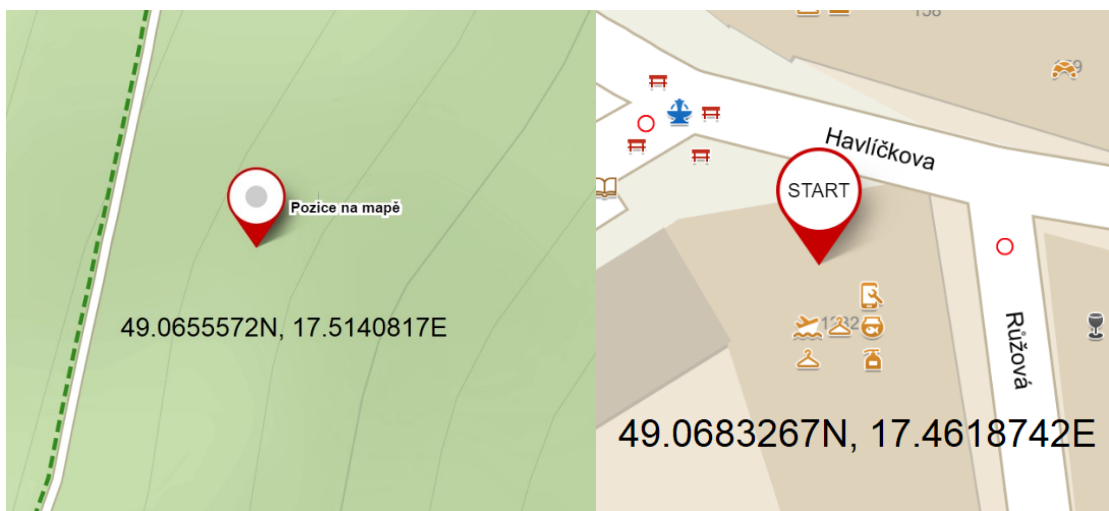


Obrázek 14 Dětské hodinky s lokátorem, vlevo Helmer LK 710, vpravo Helmer LK 707 [32][33]

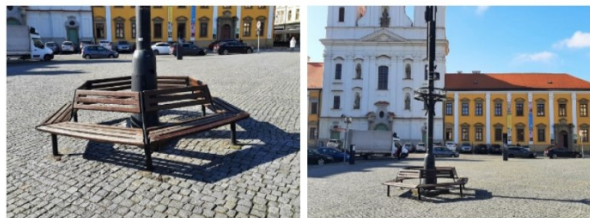
5.4 Testování vybraných zařízení

V této části se budeme zabývat testováním vybraných zařízení, a to jejich fungováním a přesností. Doplníme závěrečné zhodnocení a doporučení. Testování přesnosti proběhlo na třech různých lokalitách; v lese, kde mohou být zhoršené podmínky, v budově, kde má GPS signál problém, a v obydlené oblasti, kde zařízení může využít i Wi-Fi síť.

Referenční polohy pro testování:



Obrázek 15 Referenční body pro testování, vlevo pozice v lese, vpravo pozice v budově [35][34]



Uherské Hradiště, Česko

49°4'5.675"N, 17°27'36.890"E

Obrázek 16 Referenční pozice pro testování venku v obydlené oblasti[36]

5.4.1 Tractive GPS DOG 4 – GPS sledování polohy a aktivity pro psy, modrý

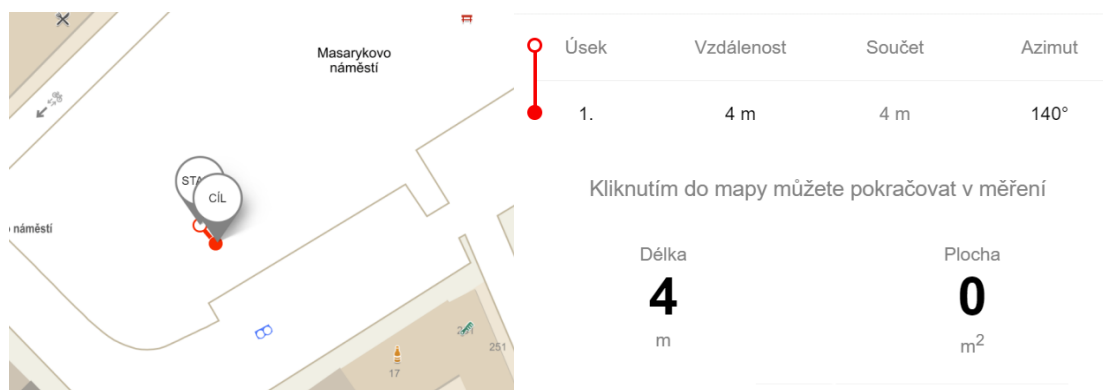
Tento typ lokátoru je specificky určen pro hlídání domácích mazlíčků. Negativem výrobku je, že kromě ceny samotného zařízení musí zákazník ještě dodatečně doplatit za jeho uvedení do provozu. Tento fakt navíc prodejce při samotné koupi neuvádí. U výrobku jsou nabízeny dva tarify, a to klasický a prémiový. Liší se v nabízených službách:

- Pravidelné aktualizace polohy Aktualizace každých 2–60 minut (K, P)
- Neomezené ŽIVÉ sledování Aktualizace každé 2–3 sekundy (K, P)
- Aktivita a spánek Plus funkce pro pohodu (K, P)
- Sdílení s rodinou Umožněte sledování více lidem najednou (P)
- Celosvětové pokrytí (P)
- Historie polohy za 365 dnů (P)
- Export dat GPS (P)

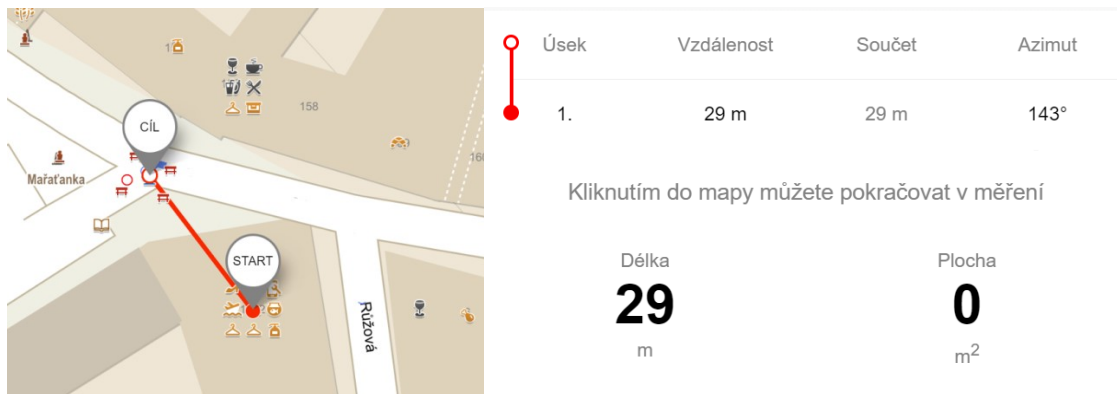
Pozn. (K) – Klasický tarif (P) – Prémiový tarif

GPS, ale i Bluetooth se používá pro sledování polohy venku, Wi-Fi síť při pohybu mazlíčka doma nebo v budově.

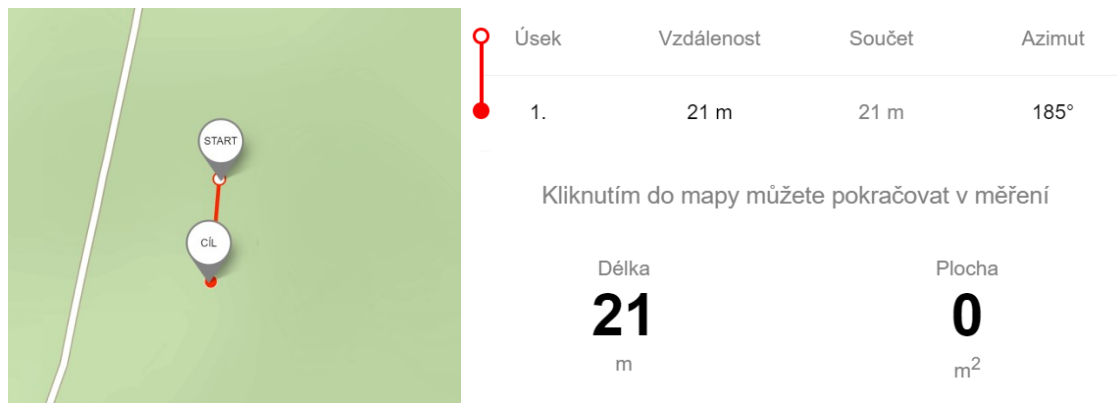
Testování:



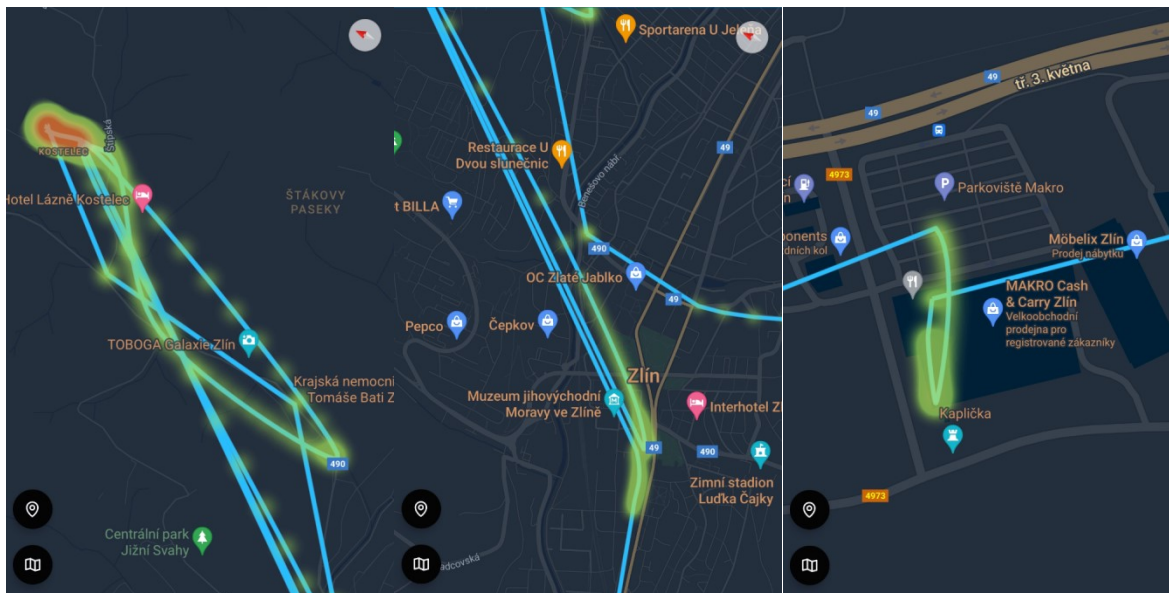
Obrázek 17 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti [38]



Obrázek 18 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti[39]



Obrázek 19 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti[40]



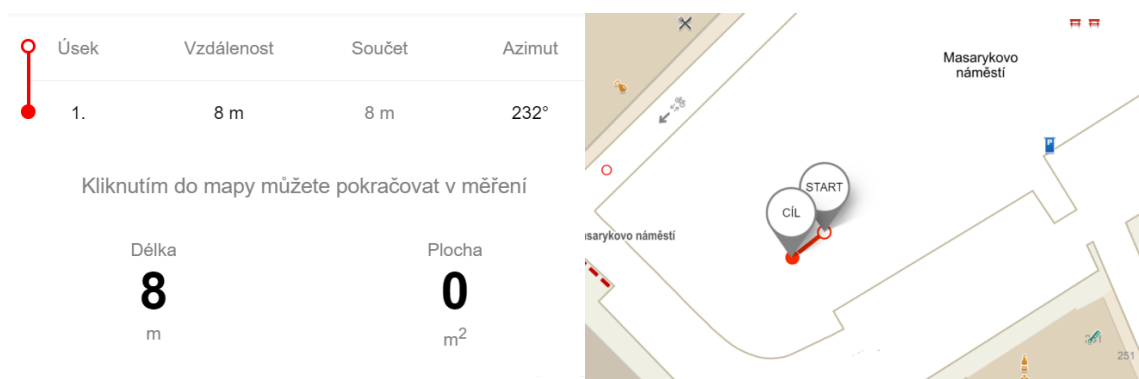
Obrázek 20 Dodatečné testování trasování aplikace, vlevo trasování cesty do Kostelce ve Zlíně, uprostřed trasování v centru Zlína, vpravo trasování ve velkoobchodní prodejně [vlastní]

5.4.2 GPS Tracker Bentech TK102B

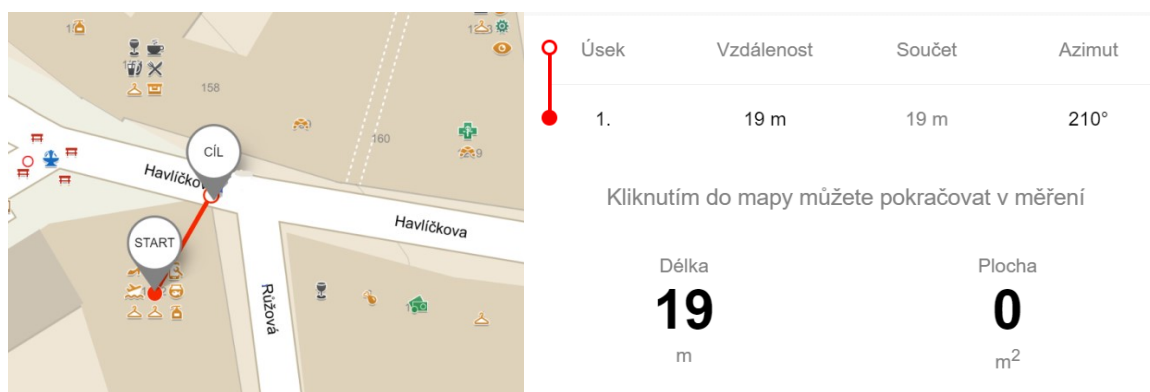
Tento typ zařízení má univerzální použití (auta, předměty, zvířata, děti), díky plastovému vaku dodávanému k produktu ho lze nasadit i na venkovní sledování. K určení polohy využívá GPS signálu, ten je potom zpracován pomocí aplikace nebo SMS zpráv, které obsahují odkaz na Google mapu se souřadnicemi. Tento lokátor má všestranné využití.

Problém představuje baterie, která nemá pro dlouhodobé sledování dostatečnou kapacitu. Její provoz lze prodloužit omezením dotazování se na současnou pozici, v případě aplikace nastavíme upozornění na delší uraženou vzdálenost nebo čas.

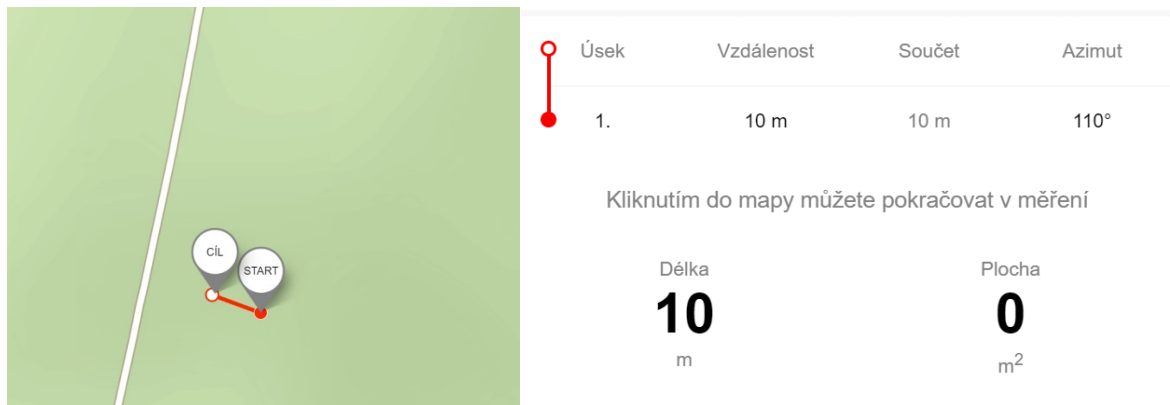
Testování:



Obrázek 21 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti[41]



Obrázek 22 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti[42]

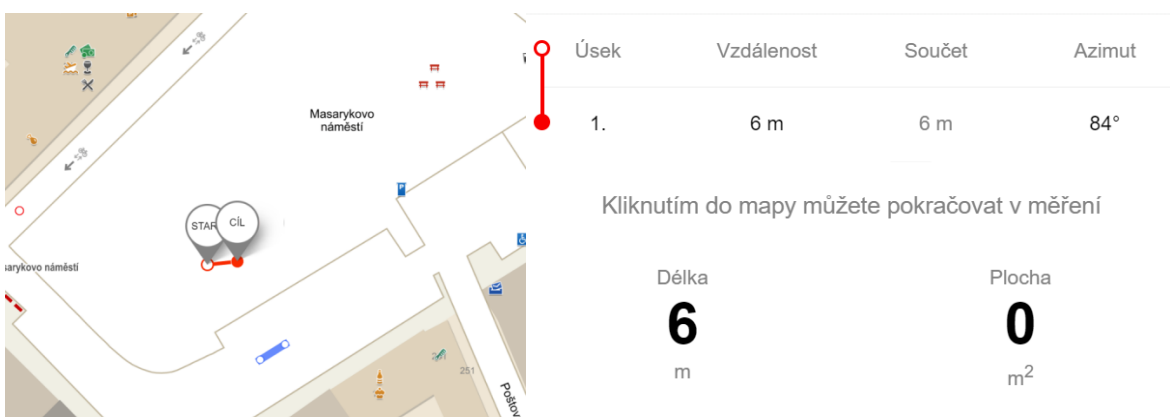


Obrázek 23 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti[43]

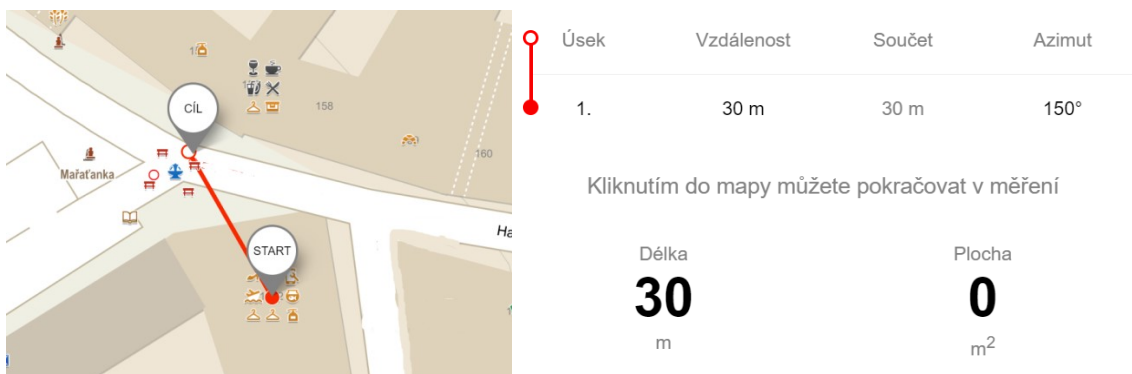
5.4.3 Helmer LK 505

Jak napovídá vzhled přístroje, jedná se o identické zařízení s předchozím produktem. Stejně jsou zde i funkce, balení a aplikace.

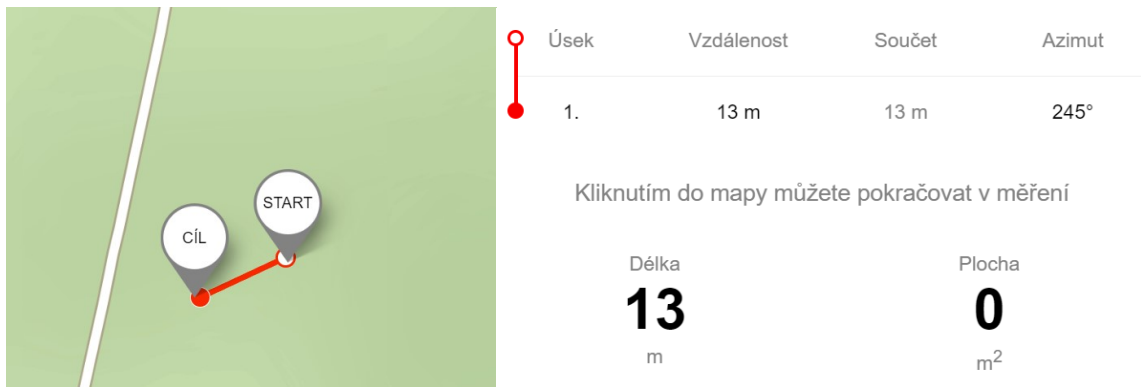
Testování:



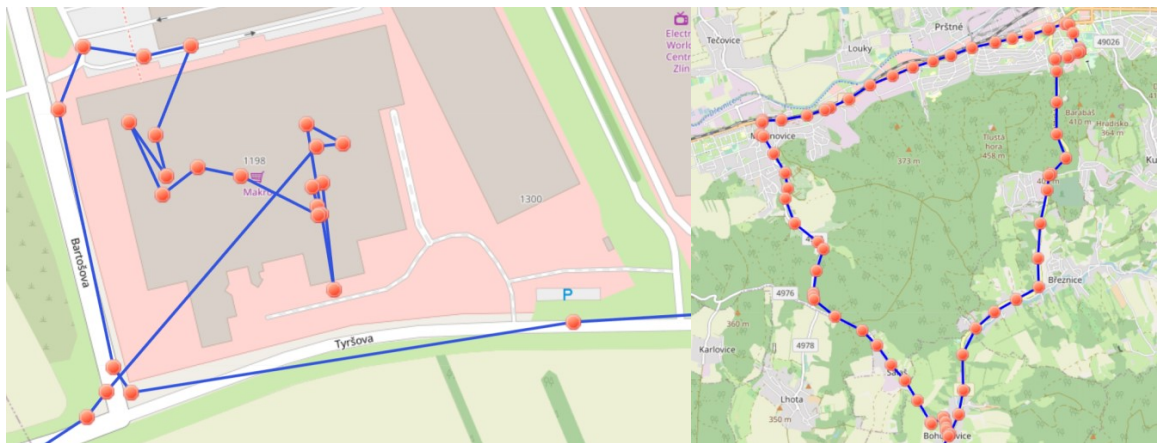
Obrázek 24 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti[44]



Obrázek 25 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti[45]



Obrázek 26 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti[46]



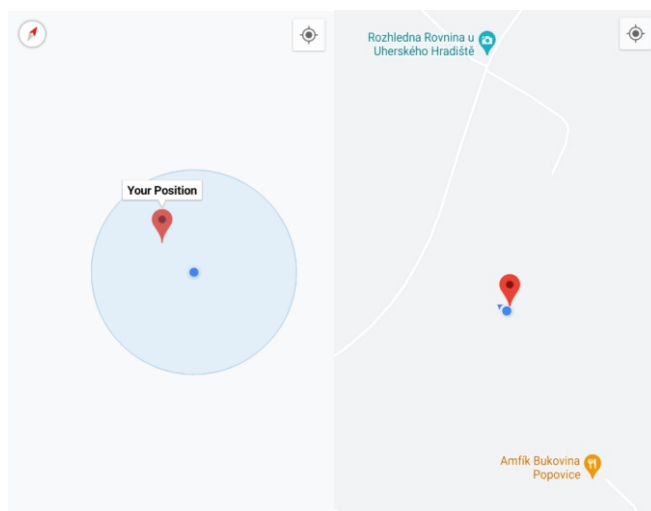
Obrázek 27 Dodatečné testování trasy pomocí aplikace, vlevo uvnitř velkoobchodní prodejny, vpravo trasa jízdy automobilu [vlastní]

5.4.4 Surtep Bluetooth mini GPS tracker pro psy

Toto zařízení slouží pro lokalizování psů a je určeno pro kratší vzdálenosti. Funguje do 30 metrů, a to i v budovách a ostatních prostorách, kde GPS signál není dostatečný. Vhodné využití je jako přívěšek ke klíčům nebo k předmětům, které denně potřebujeme společně s telefonem, neboť aplikace v telefonu nás upozorňuje na ztracení Bluetooth signálu lokátoru při velkém vzdálení od přívěšku.



Obrázek 28 Surtep Bluetooth mini [37]



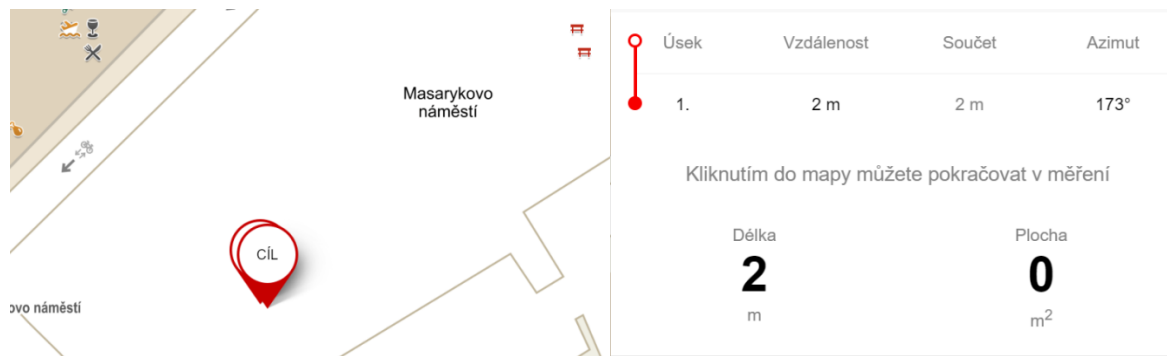
Obrázek 29 Testování Bluetooth lokátoru [vlastní]

5.4.5 WowME Senior SOS Band black

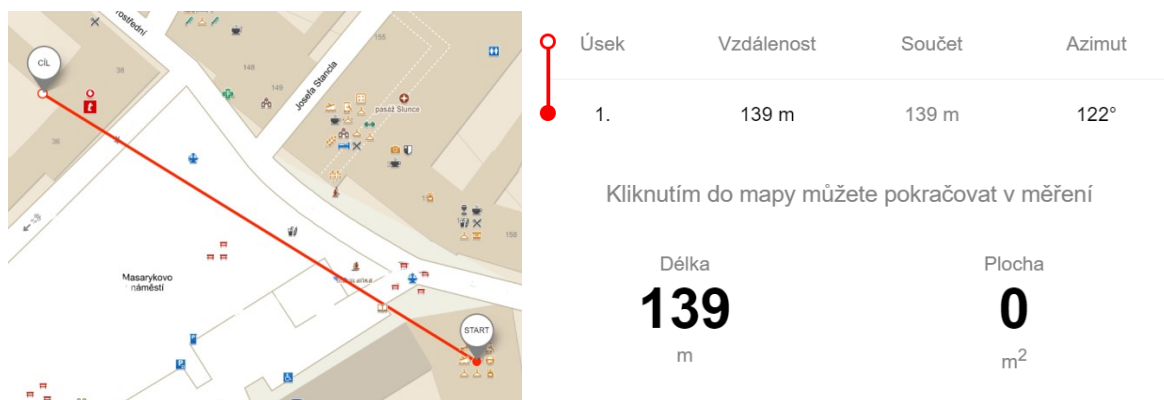
Produkt se ovládá pouze dvěma tlačítky pro hovor a zavolání pomoci, a proto je vhodný pro seniory. Nastavení kontaktů a frekvence získávání polohy se musí provádět přes aplikaci a není nutné mít internetové, případně datové připojení.

V dnešní době nedisponují všichni senioři internetovým připojením nebo nejsou dostatečně počítačově gramotní. Měli by zvládnout naučit se hodinky pravidelně dobíjet, protože výdrž baterie trvá jen několik dní. Nastavování a údržbu v rámci aplikace by pak už měl provádět zkušenější uživatel.

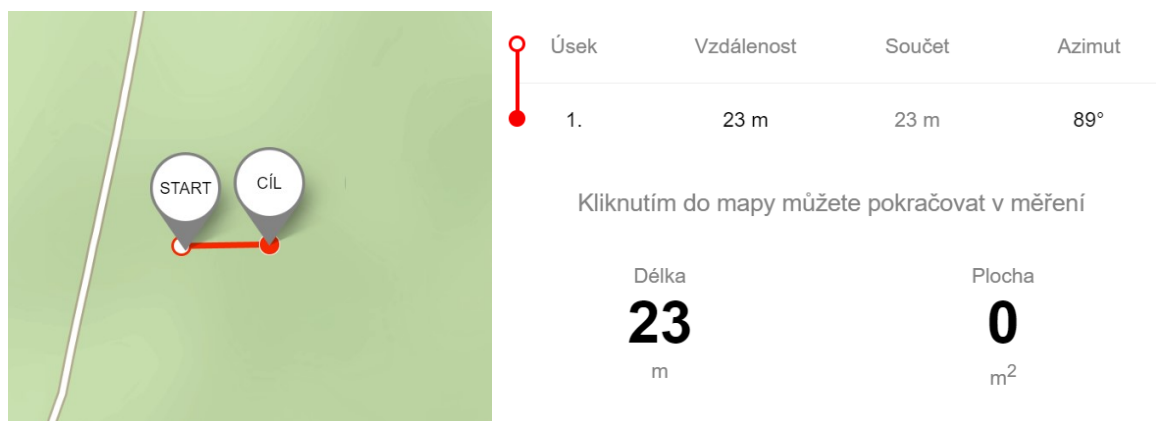
Testování:



Obrázek 30 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti [47]



Obrázek 31 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti [48]



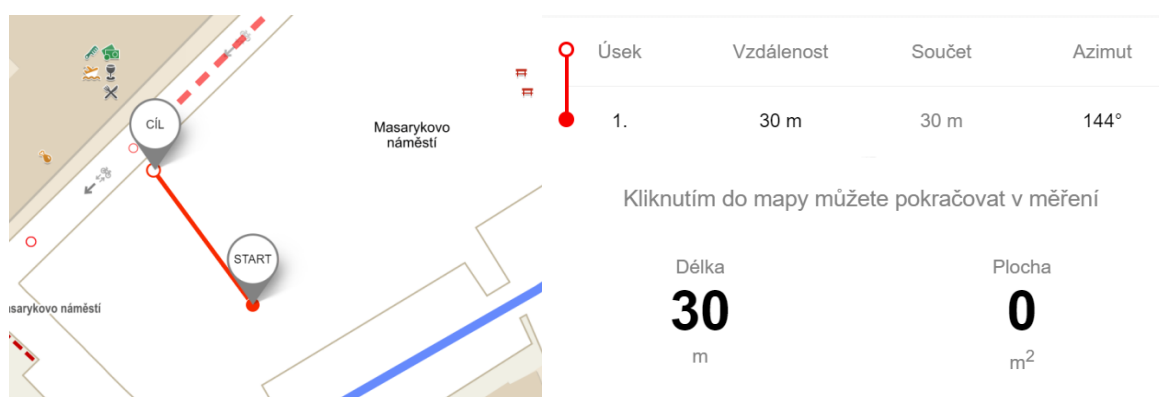
Obrázek 32 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti [49]

5.4.6 Senzoor Klik Loc

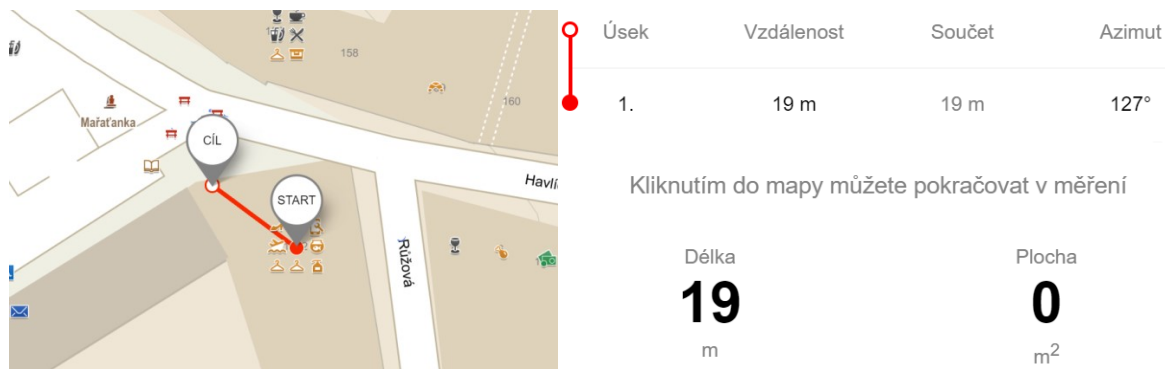
Produkt je určen pro přivolání pomoci v případě zhoršení zdravotního stavu osob. Oproti konkurenčním nabídkám má tu výhodu, že ukazuje pozice přístroje na mapě a zachycuje i jejich historii. Přesnost určení lokace se liší podle okolí přístroje (obydlená oblast, les ...).

Prodejce při představení produktu poskytuje zavádějící informace; např. u základního balíčku služeb uvádí výhody zařízení, které ale fungují pouze při zakoupení kompletního balíčku služeb.

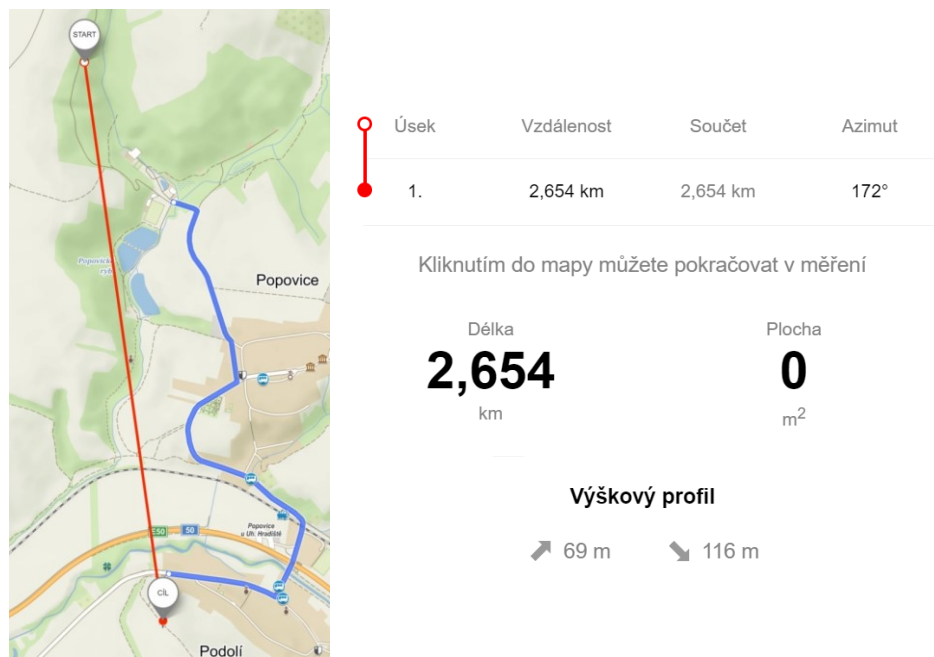
Testování:



Obrázek 33 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti [50]



Obrázek 34 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti[51]

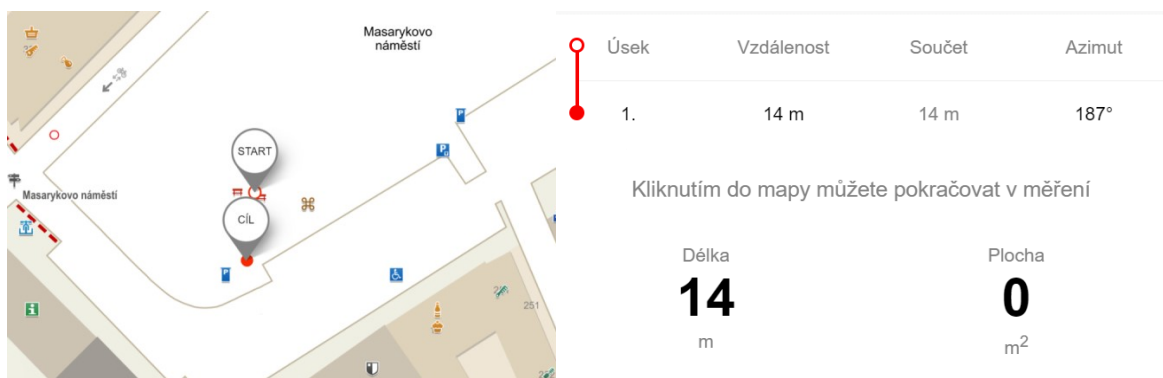


Obrázek 35 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti [52]

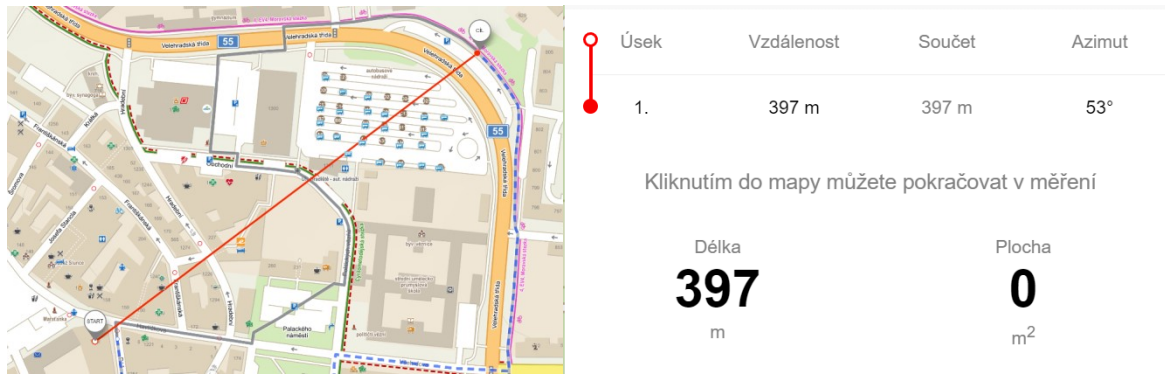
5.4.7 Chytré hodinky Helmer LK 707 dětské s GPS lokátorem modré

Díky jednotné aplikaci, kterou mají i SOS hodinky pro seniory, může mít rodič pod dohledem děti i prarodiče. Oproti SOS hodinkám mají spoustu jiných využití, proto je dobré obzvláště děti poučit, aby přístroj nepoužívaly často k hrám, zkoušení nových aplikací a k videohovorům, hrozí totiž rychlejší vybití baterie. Důležité je pravidelně kontrolovat dobíjení baterie.

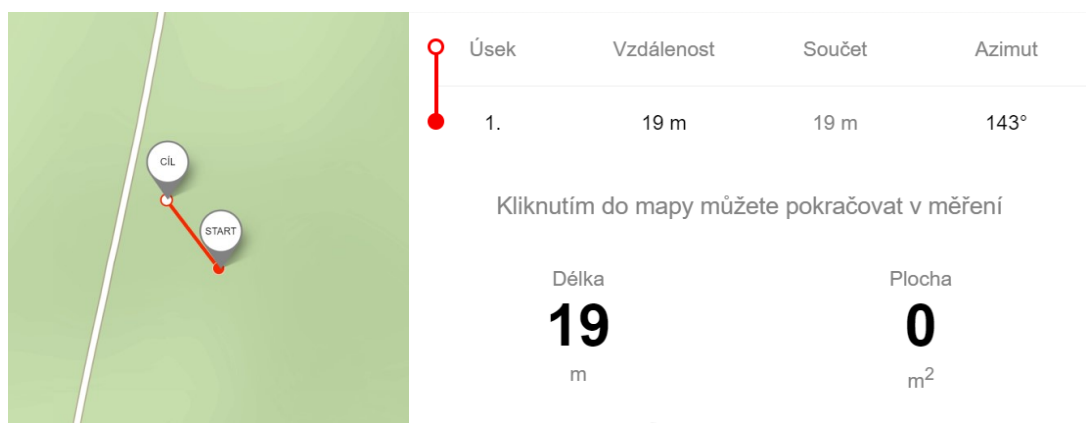
Testování:



Obrázek 36 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti [53]



Obrázek 37 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti [54]

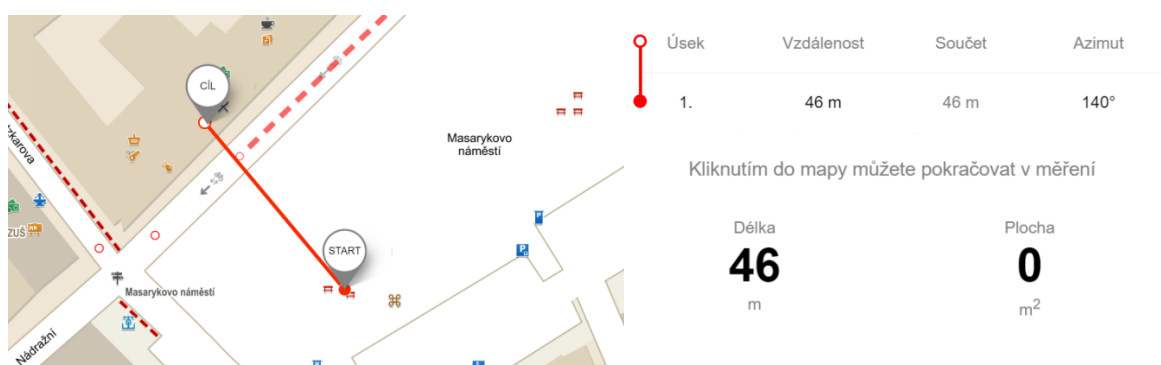


Obrázek 38 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti [55]

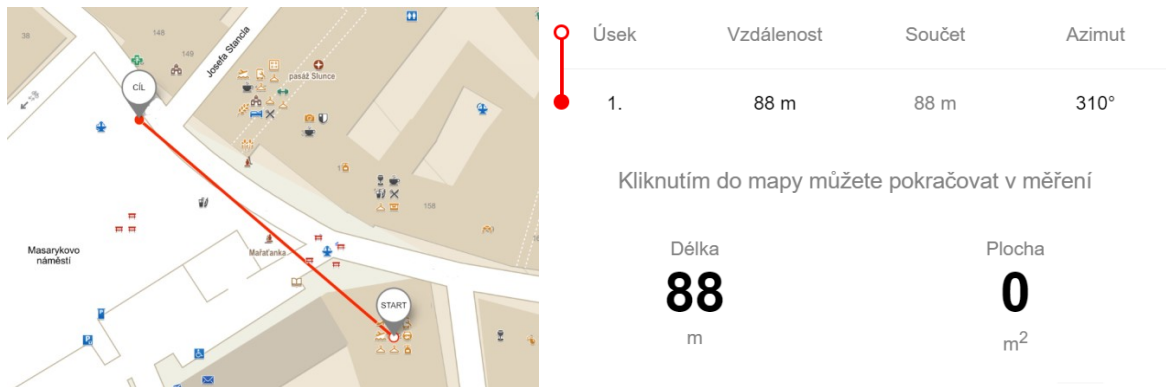
5.4.8 Chytré hodinky Helmer LK 710 dětské s GPS lokátorem

Vylepšená řada proti Helmer 707 disponuje více funkcemi, a to více možnostmi nastavení hodinek, 4G podporou sítě, nano SIM kartou, nabíjením pomocí magnetického konektoru.

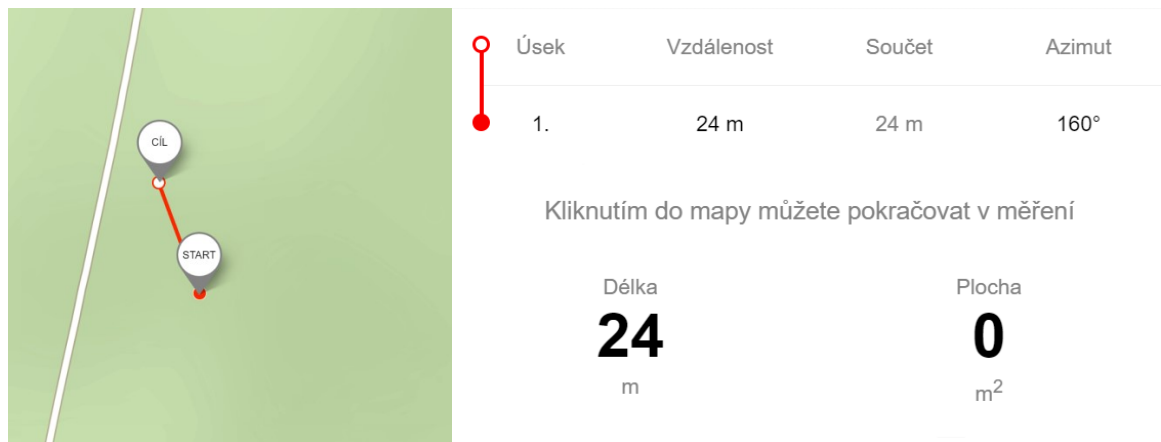
Testování:



Obrázek 39 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti [56]



Obrázek 40 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti [57]



Obrázek 41 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti [58]

5.4.9 REX IoT SOS tlačítko s poplachy na mobil

Při pokusu o zprovoznění přístroje nefungovalo na mobilu tlačítko pro vyvolání poplachu. Teprve na dotaz sdělil provozovatel služby, že mění poskytovatele internetového připojení, a proto nebude zařízení ještě určitou dobu funkční. Test proto nešlo provést.

Nyní už prodejce na své webové stránce píše o momentální nedostupnosti produktu, ale pravděpodobnější je, že ví o problému se zařízením a dočasně omezil jeho nabídku, dokud se problém neodstraní.



Obrázek 42 REX IoT SOS tlačítko s poplarchy na mobil [59]

5.5 Vyhodnocení testování

Před samotným vyhodnocením výsledků, došlo ke změnám u testovaných přístrojů, kdy REX IoT SOS nemohl být otestován z důvodu omezení služby (migrace poskytovatele) a Surtep Bluetooth mini GPS zobrazuje polohu pouze v okruhu 30 metrů od uživatele.

Prodej zařízení Surtep bluetooth mini GPS a REX IoT SOS tlačítko je v současné době omezen.

Aplikace mapy.cz neumožňuje přesné umístění měřicích bodů do mapy, což zkresluje výsledky měření. Zjištěná nejlepší odchylka 30 metrů v sobě zahrnuje i míru nepřesnosti při zadávání měřicích bodů.

Součástí testů pro zařízení se záznamem trasy bylo hodnocení přesnosti zobrazení na mapě. Záznam s velkou přesností zobrazuje i pozici uvnitř budov.

Výsledky měření jsou zobrazeny v tabulkách 2 a 3 dále.

Tabulka 2 Výsledky měření lokátorů [vlastní]

Název zařízení	Rozdíl v lokaci testování oproti referenční poloze		
	Obydlená oblast venku [m]	V lese [m]	Uvnitř budovy [m]
Tractive GPS DOG 4	4	21	29
Bentech TK102B	8	10	19
Helmer LK 505	6	13	30
Surtep Bluetooth mini GPS	-	-	-
Senior SOS Band	2	23	139
Senzoor Klik Loc	30	2654	19
Helmer LK 707	14	19	397
Helmer LK 710	46	19	88
REX IoT SOS	-	-	-

Tabulka 3 Souřadnice referenčních bodů a míst změřenými lokátory [vlastní]

Referenční bod	Obydlená oblast venku	V lese	Uvnitř budovy
Souřadnice GPS	49.0682428N, 17.4602486E	49.0655572N, 17.5140817E	49.0683267N, 17.4618742E
Název zařízení	Rozdíl v lokaci testování oproti referenční poloze		
Tractive GPS DOG 4	49.0682140N, 17.4602930E	49.0653597N, 17.5140833E	49.0685314N, 17.4616339E
Bentech TK102B	49.0681811N, 17.4602528E	49,068471N, 17.461985E	49.0655653N, 17.5139278E
Helmer LK 505	49.0682489N, 17.4603361E	49.065590N, 17.513957E	49.068558N, 17.461678E
Surtep bluetooth mini GPS	-	-	-
Senior SOS Band	49.0682366N, 17.4602640E	49.0655689N, 17.5143836E	49.068984N, 17.460253E
Senzoor Klik Loc	49.068461N, 17.460007E	49.041925N, 17.519136E	49.068423N, 17.461669E
Helmer LK 707	49.0681195N, 17.4602241E	49.065692N, 17.513924E	49.0704968N, 17.4662571E
Helmer LK 710	49.0685560N, 17.4598520E	49.065764N, 17.513970E	49.068844N, 17.460950E
REX IoT SOS	-	-	-

5.6 Hodnocení testovaných zařízení

5.6.1 Tractive GPS DOG 4

Zařízení překvapivě přesně dokáže sledovat pohyb domácího mazlíčka a zaznamenat jeho trasu. Při jízdě automobilem byla zakreslená dráha, pravděpodobně při návratu stejnou cestou. Aplikace nedokázala správně vyhodnotit trasu.

Aplikace umí v historii sledování pohybu vyznačit zóny, ve kterých se mazlíček nejdéle zdržoval.

Zařízení splňuje požadavky pro provoz v běžných podmínkách v obydlených oblastech i ve volné krajině. Uvnitř budov zobrazuje poslední známou pozici před budovou, a to s odchylkou 20–30 metrů.

Uživatel tohoto zařízení musí počítat s pravidelnými poplatky za jeho provoz.

5.6.2 Bentech TK102B a Helmer LK 505

Obě zařízení jsou v podstatě identická, pouze s jinou značkou. Prodejce zdržel doručení o tři týdny.

Prodejce neinformuje o poplatku za používání aplikace ve výši 490 Kč za kus. Bez aplikace zařízení sdělí polohu prostřednictvím SMS, teprve po zavolání na vloženou sim kartu.

Uživatelský komfort aplikace umožňuje současné sledování více zařízení včetně záznamu trasy.

Pokud se provede lokalizace zařízení uvnitř budovy, získáme poslední známou polohu, kdy byl k dispozici signál GPS. Při provedení lokalizačního měření uvnitř budovy se silnějšími zdmi ukázala zařízení svou polohu u vstupu do budovy nebo v jejím blízkém okolí. Záznam trasy zobrazil v aplikaci i pohyb uvnitř budovy, pokud byla pokrytá signálem Wi-Fi sítě.

Monitoring zařízení pomocí SMS zpráv je nepohodlný, protože je nutné zadávat získané informace ručně do mapy. Pokud zařízení přestane pracovat, je nutné vyjmout baterii. Při opakovaném vyjmutí však hrozí riziko poškození kontaktů a obalu baterie. Omezená životnost baterie neumožňuje využít zařízení pro dlouhodobé sledování, například v zasilatelství.

Určení polohy zařízení je díky GPS signálu velmi přesné, a proto je vhodné pro krátkodobý monitoring.

5.6.3 Senzoor Klik Loc

Zařízení se nastavuje pomocí vlastní aplikace. Uživatel může definovat interval pro pravidelné informování o jeho pozici v rozmezí 10 minut až 18 hodin. Pokud však zařízení nezmění polohu, informace se neodešle. Není-li odeslána zpráva o pozici zařízení minimálně jednou za den, spustí se poplach, kdy uživatel obdrží upozornění prostřednictvím nastavených kanálů (e-mail, SMS). Rozsah poskytovaných služeb se liší podle sjednaného tarifu (počet poplachů).

Baterie má životnost až jeden rok, a to v závislosti na nastaveném intervalu odesílání zpráv o poloze. Přesnost v obydlené oblasti se pohybuje kolem 30 metrů i uvnitř budovy. Pokud uživatel setrvá delší dobu na místě, zařízení ukazuje pozici na místech, kde ani nemohlo být. V místech bez pokrytí Wi-Fi sítí a vysílačů mobilní sítě je nepřesnost určení pozice větší než 1,5 km. Zařízení není vhodné pro přesnou lokalizaci mimo obydlenou oblast. Výhodou je dlouhá životnost baterie, která se dá vyměnit bez dobíjení.

5.6.4 Helmer LK 707, Helmer LK 710 a Senior SOS Band

Dětské hodinky LK 710 se nastavují jako dotykový mobil, verze LK 707 má zjednodušené ovládání. Seniorské hodinky mají pouze dvě tlačítka bez displeje.

Při nákupu vráceného zboží je problém s nastavením zařízení, kdy byl nutný servisní zásah provozovatele a obnovení továrního nastavení, které trvalo několik dní.

Dětské hodinky mohou přes vestavěný fotoaparát pořizovat fotografie a odesílat je do uložiště. Paměť zařízení má kapacitu paměti pouze na jeden snímek. Cena dětských hodinek je srovnatelná s cenou průměrného dotykového mobilu.

Mimo obydlenou oblast určovala všechna tři zařízení pozici s přesností 20 m. Přesnost lokalizace v budově byla horší, viz. tabulka č. 2. Například u hodinek LK 707 hovoří recenzenti až o 15km nepřesnosti.

Přesnost je výrazně lepší při použití GPS signálu. Podle výsledků testování se hodinky hodí k určení polohy mimo budovy. Přesnost do 30 metrů je srovnatelná s dohledovou vzdáleností na otevřeném prostranství.

Aplikace neukládá historii polohy, na rozdíl od GPS Trackerů nebo lokátorů pro psy.

5.6.5 REX IoT SOS tlačítko s poplarchy na mobil a Surtep bluetooth mini GPS

Tato zařízení nebyla zahrnuta do hodnocení

Tabulka 4 Zhodnocení lokátorů [vlastní]

Název zařízení	Cena	Výdrž baterie [dny]	Přesnost Venku [m]	Přesnost uvnitř [m]
Tractive GPS DOG 4	Střední	2-7	Do 20	Do 50
Bentech TK102B	Střední	2-3	Do 20	Do 20
Helmer LK 505	Střední	2-3	Do 20	Do 50
Surtep bluetooth mini GPS	Nízká	180	-	-
Senior SOS Band	Střední	2	Do 20	Do 200
Senzoor Klik Loc	Vysoká	365	Přes 1000	Do 20
Helmer LK 707	Střední	2	20	Do 400
Helmer LK 710	Vysoká	2	Do 25	Do 100
REX IoT SOS	Střední	365	-	-

5.7 Konečné zhodnocení

Ze všech testovaných lokátorů byly vybrány tři, které splňují potřeby pro sledování vozidel, převážného majetku a sledování osob (děti).

Jak vyplývá z tabulky č. 4, nejvšestrannější použití mají lokátory Bentech TK102B a Helmer LK 505. Oba jsou rovněž cenově přijatelné. Jejich jediným nedostatkem je poměrně malá kapacita baterie, díky které se nehodí pro dlouhodobé používání. Ideální jsou pro užití v automobilu, kde se mohou nabíjet pomocí USB-A – mikro.

Pro sledování dětí se jeví jako optimální Tractive GPS DOG 4, oproti dětským hodinkám disponuje delší provozuschopností baterie, přesnějším určením polohy a má možnost záznamu historie trasy. Doporučuji pořídit si prémiovou verzi, díky které bude mít uživatel přístup k roční historii pohybu a možnost sdílet ji i s ostatními příbuznými (babička, dědeček). V porovnání s dětskými hodinkami postrádá zařízení možnost komunikace s nositelem, SOS tlačítko a SMS komunikaci.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo srovnání zvolených GPS lokátorů a posouzení jejich vhodnosti pro vyhledávání poloh sledovaných subjektů.

Testování vybraných zařízení proběhlo na třech referenčních lokacích (uvnitř budovy, v lese a venku v obydlené oblasti). Výsledky byly zaznamenány do tabulek č.2, č.3 a č.4.

V tabulce č.2 jsou zapsány výsledky měření venku v obydlené oblasti, měření uvnitř budovy a měření v lese. Zjištění odchylky přesnosti bylo provedeno výpočtem vzdálenosti ze změřené pozice zařízení (GPS souřadnice) vůči referenčnímu bodu (GPS souřadnice). Zjištěné výsledky ukázaly přesnost lokátorů ve venkovní oblasti (obydlená oblast a les), ale při testování uvnitř budovy došlo k zhoršení výsledků u hodinek LK 707, LK 710 a Senior SOS Band oproti ostatním zařízením.

V tabulce č.3 jsou uvedeny GPS souřadnice změřených pozic pro každé zařízení v jednotlivých oblastech. Tabulka č. 4 obsahuje zhodnocení jednotlivých lokátorů v podobě ceny, výdrže baterie, přesnosti ve venkovní oblasti a uvnitř budovy.

Výsledky testování ukázaly silné a slabé stránky jednotlivých zařízení, viz. tabulka č.2 a tabulka č.4. Na jejich základě doporučuji zařízení Tractive GPS DOG 4, které splňuje požadavky na přesnost, výdrž baterie, cenu a záznam trasy pohybu.

Lokátory Bentech TK102B a Helmer LK 505 se umístily na druhém místě, a to kvůli nižší výdrži baterie. Ostatní zařízení měla horší celkovou přesnost nebo byla vyšší jejich cena. Pokud chce rodič použít lokátor při sledování dětí starších 15 let, musí mít jejich informovaný souhlas, obdobným způsobem se řeší i sledování dospělých osob.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Základní lokalizační metody v GSM* [online]. Praha: CVUT, 2006 [cit. 2022-12-16]. Dostupné z: <http://access.feld.cvut.cz/view.php?cislocclanku=2006022801>
- [2] RAPANT, Petr. *Družicové polohové systémy*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2002. ISBN 1-58053-894-0.
- [3] KAPLAN, Elliott D a C HEGARTY. *Understanding GPS: principles and applications*. 2nd ed. Boston: Artech House, 2006, xvii, 703 p. ISBN 1580538940.
- [4] *Co to je GPS?: Historie a úvod do problematiky* [online]. Brno: oXyShop, 2005 [cit. 2022-12-16]. Dostupné z: <https://www.svetmobilne.cz/co-to-je-gps-historie-a-uvod-do-problematiky/244>
- [5] *Obecné vlastnosti GPS* [online]. Internet: Encyklopedie fyziky, 2022 [cit. 2022-12-16]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1639-obecne-vlastnosti>
- [6] *What is GLONASS And How It Is Different From GPS* [online]. Beebom Media: <https://beebom.com>, 2016 [cit. 2022-12-16]. Dostupné z: <https://beebom.com/what-is-glonass-and-how-it-is-different-from-gps/>
- [7] BeiDou: *Čínská verze GPS má více satelitů na oběžné dráze i globální pokrytí* [online]. inSmart, 2021 [cit. 2022-12-16]. Dostupné z: <https://insmart.cz/beidou-co-umi-cinska-verze-gps/>
- [8] SCHMID, Andreas. *Advanced Galileo and GPS receiver techniques: enhanced sensitivity and improved accuracy*. New York: Nova Science Publishers, c2009, vii, 235 p. ISBN 978-1-61209-808-1.
- [9] *After 13 years, Galileo satellite navigation complete at last*. [online] De Ingenieur, 2018 [cit. 2022-12-16]. Dostupné z: <https://www.deingenieur.nl/artikel/after-13-years-galileo-satellite-navigation-complete-at-last>
- [10] What3words [online]. Internet: what3words.com, 2022 [cit. 2022-12-16]. Dostupné z: <https://what3words.com/products/what3words-app>

- [11] Čísla na lampách, nově i QR kódy [online]. Internet: metro.cz, 2019 [cit. 2022-12-16]. Dostupné z: https://www.metro.cz/cisla-na-lampach-nove-i-qr-kody-dk8-/praha.aspx?c=A190107_122759_metro-praha_jsk
- [12] *Dopplerův jev – shrnutí* [online]. Internet: khanacademy, 2022 [cit. 2022-12-16]. Dostupné z: <https://cs.khanacademy.org/science/fyzika-vlneni-a-zvuk/x34b3f391df7f0014:mechanicke-vlneni/x34b3f391df7f0014:doppleruv-jev/a/doppler-effect-ap1>
- [13] MENDIZÁBAL SAMPER, Jaizki, Roc BERENGUER a Juan MELÉNDEZ. : *dual RF front-end receiver and design, fabrication, and test* [online]. New York: McGraw-Hill, c2009 [cit. 2022-12-16]. ISBN 978-0-07-159869-9.
- [14] *Plán zavádění programu Galileo*. Ministerstvo dopravy: Odbor kosmických technologií a družicových systémů [online]. [cit. 2022-12-16]. Dostupné z: <http://www.spacedepartment.cz/3-sekce/galileo/plan-zavadeni-programugalileo/>
- [15] ŠEBESTA, Jiří. *Globální navigační systémy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav radioelektroniky, 2012. ISBN 978-80-214-4500-0.
- [16] Komponenty systému Galileo. In: Ministerstvo dopravy: Odbor kosmických technologií a družicových systémů [online]. [cit. 2022-12-16]. Dostupné z: <http://www.spacedepartment.cz/3-sekce/galileo/komponenty-systemu-galileo/>
- [17] *Understanding GPS: principles and applications*. 2nd ed. Editor Elliott D Kaplan, Christopher J Hegarty. Boston: Artech House, c2006, 703 s. ISBN 15-805-3894-0.
- [18] *Tisíce GPS lokátorů mají chybu, prozrazují polohu uživatelů včetně dětí* [online]. Praha: Avast Software, 2019 [cit. 2023-05-24]. Dostupné z: <https://blog.avast.com/cs/unsecure-child-trackers>
- [19] S. GILLIS, Alexander. *What is the internet of things (IoT)?* [online]. London: TechTarget, 2023 [cit. 2023-05-24]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/Internet-of-Things-IoT>
- [20] *GPS Lokátor* [online]. Praha: Vodafone Czech Republic, 2023 [cit. 2023-05-24]. Dostupné z: <https://www.vodafone.cz/uzitecne-odkazy/slovník-pojmu/gps-lokalizace/>

- [21] Po nehodě může dezorientovaný řidič nahlásit na tísňové lince číslo nejbližší lampy. In: *Pražský patriot* [online]. Internet: Pražský Patriot, 2019, 18.11.2019 [cit. 2023-01-30]. Dostupné z: <https://www.prazskypatriot.cz/kde-vlastne-jste-urcit-polohu-volajicich-na-tisnovou-linku-pomahaji-stitky-na-sloupech-osvetleni/>
- [22] *FIXED Sense červený* [online]. Praha: Alza.cz, 2023 [cit. 2023-05-24]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/fixed-sense-cervenyy-d6971790.htm>
- [23] *AlzaGuard Hero Tag with FindMy bílý* [online]. Praha: Alza.cz, 2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/alzaguard-hero-tag-with-findmy-bily-sleva-d7747678.htm>
- [24] *OXE GF-22 - GPS lokátor* [online]. Praha: Alza.cz, 2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/oxe-gf-22-gps-lokator-d7180897.htm>
- [25] *Helmer LK 505* [online]. Praha: Alza.cz, 2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/helmer-lk-505-levne-d2922376.htm>
- [26] *Tractive GPS DOG 4* [online]. Praha: Alza.cz, 2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/tractive-gps-dog-4-gps-sledovani-polohy-a-aktivity-pro-psy-modry-d6994295.htm>
- [27] *Tractive GPS CAT 4 LTE* [online]. Praha: Alza.cz, 2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/tractive-gps-cat-4-lte-tracker-a-monitor-aktivity-pro-kocky-pulnocni-modra-d6994294.htm>
- [28] *Tracker Bentech TK103* [online]. Praha: Alza.cz, 2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/gps-tracker-bentech-tk103-gsm-gprs-gps-d6727696.htm>
- [29] *GPS lokátor na autobaterii REXlink EASY* [online]. Praha: Alza.cz, 2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/gps-lokator-na-autobaterii-rexlink-easy-d6713198.htm>
- [30] *Senzoor Klik Loc* [online]. Praha: Alza.cz, 2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/senzoor-klik-loc-d7434234.htm?evt=ac>
- [31] *WowME Senior SOS Band black* [online]. Praha: Alza.cz, 2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/wowme-senior-sos-band-black-d6532360.htm?o=7>

- [32] *Chytré hodinky Helmer LK 707* [online]. Zlín: HP TRONIC, 2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.datart.cz/chytre-hodinky-helmer-lk-707-detske-s-gps-lokatorem-helmer-lk-707-b-modre.html>
- [33] *Chytré hodinky Helmer LK 710* [online]. Zlín: HP TRONIC, 2023 [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.datart.cz/chytre-hodinky-helmer-lk-710-detske-s-gps-lokatorem-hlmlk710gy-sede.html>
- [34] Mapy.cz: Obchodní dům DUHA, Masarykovo náměstí 1232, Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?source=coor&id=17.4618742%2C49.0683267&ds=1&x=17.4617602&y=49.0684242&z=19>
- [35] Mapy.cz: Les Bukovina, Velký Amfik, Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?q=49°3%2756.006"N%2017°30%2750.694"E&source=coor&id=17.5140817%2C49.0655572&ds=1&x=17.5152404&y=49.0637787&z=17](https://mapy.cz/zakladni?q=49°3%2756.006)
- [36] Mapy.cz: Lavička Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?source=osm&id=1104340880&x=17.4601990&y=49.0681049&z=19>
- [37] *GPS lokátor světla modrá Gaylene* [online]. Praha: Rivalenti, 2023 [cit. 2023-05-24]. Dostupné z: https://rivalenti.cz/p/gps-lokator-svetle-modra-gaylene/?attribute_barva=gps-lokator-svetle-modra&gclid=EA1aIQobChMI39WusJ-i_wIV35RoCR34BwckEAQYCCABEGIyNvD_BwE
- [38] Mapy.cz: Lavička Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwNaMR&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B"c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.4604102&y=49.0680863&z=19](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwNaMR&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B)
- [39] Mapy.cz: Obchodní dům DUHA, Masarykovo náměstí 1232, Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwNaMR&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B"c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.4604102&y=49.0680863&z=19](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwNaMR&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B)

- [40] Mapy.cz: Les Bukovina, Velký Amfik, Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSNAIV&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.5140578&y=49.0655521&z=19](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSNAIV&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [41] Mapy.cz: Lavička Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwNCLd&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.4604102&y=49.0680863&z=19](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwNCLd&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [42] Mapy.cz: Obchodní dům DUHA, Masarykovo náměstí 1232, Uherské Hradiště [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975r3xTHLuOOP4&rs=coor&rs=stre&ri=&ri=135453&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.4618747&y=49.0684685&z=19](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975r3xTHLuOOP4&rs=coor&rs=stre&ri=&ri=135453&mrp=%7B%c)
- [43] Mapy.cz: Les Bukovina, Velký Amfik, Uherské Hradiště [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSLKNJ&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.5144386&y=49.0658509&z=19](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSLKNJ&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [44] Mapy.cz: Lavička Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJw6ANH&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.4602486&y=49.0682850&z=17](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJw6ANH&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [45] Mapy.cz: Obchodní dům DUHA, Masarykovo náměstí 1232, Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975r3xTHLuKIR8&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.4618742&y=49.0683689&z=17](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975r3xTHLuKIR8&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [46] Mapy.cz: Les Bukovina, Velký Amfik, Uherské Hradiště online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSLcN7&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.5140162&y=49.0658799&z=18](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSLcN7&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [47] Mapy.cz: Lavička Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwKJRE&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwKJRE&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)

%7D&xc=%5B%5D&rup=1%3B975itxTHLVROQJKyQYISRrIYLd&rut=1&x=17.4604377&y=49.0680980&z=19

- [48] Mapy.cz: Obchodní dům DUHA, Masarykovo náměstí 1232, Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975r3xTHLuKfOM&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rup=1%3B975rhxTHPH&rut=1&x=17.4619015&y=49.0684658&z=19](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975r3xTHLuKfOM&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [49] Mapy.cz: Les Bukovina, Velký Amfik, Uherské Hradiště online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSgvuxS.fi&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rup=1%3B97r3gxT2S.gW4e5JTAfUeGmB-felfAlgQg0ogc8f3Qg8OfPcA7f60fbbPX&rut=1&x=17.5235018&y=49.0555837&z=14](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSgvuxS.fi&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [50] Mapy.cz: Lavička Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwNIMt&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.4608012&y=49.0685898&z=18](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwNIMt&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [51] Mapy.cz: Obchodní dům DUHA, Masarykovo náměstí 1232, Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975r3xTHLufkF-Q&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rup=1%3B975rhxTHPHHYpvKtOJK-Ph&rut=1&x=17.4618519&y=49.0684685&z=19](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975r3xTHLufkF-Q&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [52] Mapy.cz: Les Bukovina, Velký Amfik, Uherské Hradiště online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z : [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSPaNO&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.5143139&y=49.0659062&z=18](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSPaNO&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [53] Mapy.cz: Lavička Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwI8TP&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rup=1%3B975itxTHLVROQJKyQYISRrIYLd&rut=1&x=17.4604062&y=49.0680863&z=19](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwI8TP&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)

- [54] Mapy.cz: Obchodní dům DUHA, Masarykovo náměstí 1232, Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975r3xTHLu2MXC&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rwp=1%3B975rhxTHPHYPvKtOJ&rut=1&x=17.4613000&y=49.0687099&z=19](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975r3xTHLu2MXC&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [55] Mapy.cz: Les Bukovina, Velký Amfik, Uherské Hradiště online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z : [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSLkQr&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.5141758&y=49.0658228&z=19](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSLkQr&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [56] Mapy.cz: Lavička Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwMIKH&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.4607965&y=49.0685898&z=18](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975bhxTHJwMIKH&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [57] Mapy.cz: Obchodní dům DUHA, Masarykovo náměstí 1232, Uherské Hradiště [online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z: [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975r3xTHLugpDgod&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rwp=1%3B975zDxTHNxVrKqRMDVStOS8hRrXkNZNjX0NxxgRbN383&rut=1&x=17.4615555&y=49.0686244&z=19](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=975r3xTHLugpDgod&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [58] Mapy.cz: Les Bukovina, Velký Amfik, Uherské Hradiště online]. [cit. 2023-5-24]. Dostupné z : [https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSL4PH&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c"%3A111%7D&xc=%5B%5D&rut=1&x=17.5139759&y=49.0659256&z=18](https://mapy.cz/zakladni?planovani-trasy&rc=97qRsxTGLSL4PH&rs=coor&rs=coor&ri=&ri=&mrp=%7B%c)
- [59] *SOS tlačítko s poplarchy na mobil* [online]. Kamenice u Prahy: REX, 2023 [cit. 2023-06-02]. Dostupné z: <https://eshop.rex.eu/iot-nezavisle-detektory-internet-veci/sos-tlacitko-s-poplachy-na-mobil/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

GPS	Global positioning system.
GSM	Groupe Spécial Mobile
LMU	Location Measurement Unit
RTD	Real Time Difference
NAVSTAR	Navigation Satellite Timing And Rangigg
GLONASS	Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistěma
GSA	General Services Administration
Wi-Fi	Wireless Fidelity
IZS	Integrovaný záchranný systém
QR	Quick Response
USCG DGPS	United States Coast Guard Differential Global positioning systém
WAAS	Wide Area Augmentation System
LAAS	Local Area Augmentation System
Loran-C	Long Range Navigation
VOR/DME	Omnidirectional Range / Distance Measurement Equipment
ILS	Instrument Landing System
ICAO	International Civil Aviation Organization
MLS	Microwave Landing Systém
USA	United States America
OHB Systems AG	Orbital- und Hydrotechnologie Bremen
ERIS	External Region Integrity Systems
EU	Evropská unie
GCC	Ground Control Center
GMS	Ground Mission Segment
TT&C	Telemetry, Tracking and Commands

OS	Open Service
SPS	Standard Positioning Service
CS	Commercial Service
PRS	Public Regulated Service
PPS	Precise Positioning Service
SoL	Safety of Life
SAR	Search And Rescue
F/NAV	Freely accessible NAVigation message
I/NAV	Integrity NAVigation message
C/NAV	Commercial NAVigation message
G/NAV	Governmental NAVigation message
SIM	Subscriber identity module
SOS	Save Our Souls
IoT	Internet of Things
m	Metry

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Lokalizace s využitím metody Cell ID [1]	13
Obrázek 2 Metoda Timing advance [1]	13
Obrázek 3 Oblasti konstantních časových rozdílů u metody E-OTD [1]	14
Obrázek 4 Metoda Angle of Arrival [1]	15
Obrázek 5 Jednotlivé segmenty v navigačních systémech [5]	18
Obrázek 6 Trajektorie jednotlivých satelitů [5]	19
Obrázek 7 Využití označení sloupů veřejného osvětlení složkami IZS [22]	20
Obrázek 8 Dopplerův jev při pohybu vozidla se sirénou [12]	23
Obrázek 9 Bluetooth lokalizační čipy, vlevo AlzaGuard Hero Tag,	34
Obrázek 10 GPS trackery, vlevo HELMER LK 505,	34
Obrázek 11 Lokátory pro domácí zvířata, vlevo pro psy, vpravo pro kočky [26][27]	35
Obrázek 12 Lokátory do automobilů, vlevo Bentech,	36
Obrázek 13 SOS lokátory, vlevo Senzoor Klick Loc,	36
Obrázek 14 Dětské hodinky s lokátorem, vlevo Helmer LK 710,	37
Obrázek 15 Referenční body pro testování, vlevo pozice v lese, vpravo pozice v budově [35][34]	38
Obrázek 16 Referenční pozice pro testování venku v obydlené oblasti[36]	38
Obrázek 17 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti [38]	39
Obrázek 18 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti[39] ..	40
Obrázek 19 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti[40] ..	40
Obrázek 20 Dodatečné testování trasování aplikace, vlevo trasování cesty do Kostelce ve Zlíně, uprostřed trasování v centru Zlína, vpravo trasování ve velkoobchodní prodejně [vlastní]	40
Obrázek 21 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti[41]	41
Obrázek 22 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti[42] ..	41
Obrázek 23 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti[43] ..	42
Obrázek 24 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti[44]	42
Obrázek 25 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti[45] ..	42
Obrázek 26 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti[46] ..	43
Obrázek 27 Dodatečné testování trasy pomocí aplikace, vlevo uvnitř velkoobchodní prodejny, vpravo trasa jízdy automobilu [vlastní]	43

Obrázek 28 Surtep Bluetooth mini [37].....	44
Obrázek 29 Testování Bluetooth lokátoru [vlastní].....	44
Obrázek 30 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti [47]	45
Obrázek 31 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti.....	45
Obrázek 32 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti ...	45
Obrázek 33 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti [50]	46
Obrázek 34 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti[51] ..	46
Obrázek 35 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti [52]	47
Obrázek 36 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti [53]	47
Obrázek 37 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti [54] ..	48
Obrázek 38 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti [55]	48
Obrázek 39 Testování lokalizace zařízení venku v obydlené oblasti s měřenou odchylkou přesnosti [56]	48
Obrázek 40 Testování lokalizace zařízení v budově s měřenou odchylkou přesnosti [57] ..	49
Obrázek 41 Testování lokalizace zařízení venku v lese s měřenou odchylkou přesnosti ...	49
Obrázek 42 REX IoT SOS tlačítko s poplarchy na mobil [59].....	50

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Určení cenové kategorie pro lokátory [vlastní]	33
Tabulka 2 Výsledky měření lokátorů [vlastní]	51
Tabulka 3 Souřadnice referenčních bodů a míst změřenými lokátory [vlastní]	52
Tabulka 4 Zhodnocení lokátorů [vlastní].....	55