

EyeLiD.



## 2/ ZADÁNÍ bakalářské práce

jméno a příjmení: KAROLÍNA ZBYTKOVÁ

datum narození: 19.02.1999

akademický rok / semestr: 2020/2021 LS

obor: DESIGN

ústav: ÚSTAV DESIGNU 15150

vedoucí bakalářské práce: prof. ak. soch. MARIÁN KAREL

téma bakalářské práce: DESIGN HELP

viz přihláška na BP

zadání bakalářské práce:

1/ popis zadání projektu a očekávaného cíle řešení

Návrh konceptu pomůcky pro nevidomé pro pohyb ve veřejném prostoru

2/ popis závěrečného výsledku, výstupy a měřítko zpracování

Portfolio, hmotový model 1:1 (podle epidemiologické situace)

3/ seznam případných dalších dohodnutých částí BP

Datum a podpis studenta

12.04.2021

Datum a podpis vedoucího BP

MARIÁN KAREL

*[Signature]*

registrováno studijním oddělením dne

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta architektury	
Autor:.....Karolína Zbytková.....	
Akademický rok / semestr:.....2020/2021 / 6. semestr.....	
Ústav číslo / název:.....15150 / Ústav Designu FA ČVUT.....	
Téma bakalářské práce - český název: DESIGN HELP	
Téma bakalářské práce - anglický název: DESIGN HELP	
Jazyk práce:.....český.....	
Vedoucí práce:	.....prof. ak. soch. Marian Karel.....
Oponent práce:	.....Ing. Miroslav Macík, Ph. D. ....
Klíčová slova (česká):	nevidomý, pomůcka, orientace, překážky, asistence
Anotace (česká):	Bakalářská práce se zabývá konceptem nositelné asistivní pomůcky pro zlepšení samostatného pohybu a orientace těžce zrakově postižených ve veřejném prostoru. Snažila jsem se o vhléd do života nevidomých a pochopit úskalí, která jejich handicap přináší. Cílem bylo nastínit možná řešení produktu, který by vyhodnocoval nebezpečné překážky a upozorňoval na ně uživatele. Navržená elektronická cestovní pomůcka by neměla nahradit klasickou bílou hůl, ale vhodně ji doplnit.
Anotace (anglická):	This bachelor thesis focuses on the concept of wearable assistive aid in order to help severely visually impaired with orientation in public spaces. The thesis considers the complicated aspects of life of people with visual impairments. The goal was to outline possible product solutions which addresses the detection and recognition of dangerous obstacles. Proposed electronical travel device should not replace the white cane but create a complementary supplement.

Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s „Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.“

V Praze dne 20.05.2021

*[Signature]*

Podpis autora bakalářské práce

Tento dokument je nedílnou, povinnou součástí bakalářské práce i portfolio (titulní list)

# OBSAH

ANOTACE . . . . .	4
ÚVOD . . . . .	5
<b>ANALÝZA . . . . .</b>	<b>6</b>
Zrakově postižené osoby . . . . .	6
Kompenzační pomůcky . . . . .	8
Orientace a pohyb zrakově postižených osob . . . . .	10
Nebezpečné překážky . . . . .	11
ETAs . . . . .	12
Konzultace s odborníky . . . . .	14
<b>REŠERŠE . . . . .</b>	<b>16</b>
Oblast hlavy . . . . .	17
Oblast rukou/bílé hole . . . . .	18
Oblast trupu . . . . .	19
Mobilní aplikace . . . . .	20
<b>VÝSTUP ANALÝZY A FORMULACE VÝZVY . . . . .</b>	<b>21</b>
<b>PROCES NAVRHOVÁNÍ . . . . .</b>	<b>22</b>
Umístění a zamyšlení se nad konceptem fungování systému . . . . .	22
Tvorba tvaru . . . . .	26
Příprava testování . . . . .	28
Průběh testování . . . . .	29
Výsledky testování . . . . .	31
<b>SYNTÉZA . . . . .</b>	<b>32</b>
Technický výkres . . . . .	38
<b>ZÁVĚR . . . . .</b>	<b>39</b>
<b>PODĚKOVÁNÍ . . . . .</b>	<b>40</b>
<b>ZDROJE . . . . .</b>	<b>41</b>
<b>OBRAZOVÉ ZDROJE . . . . .</b>	<b>43</b>

# ANOTACE

---

Bakalářská práce se zabývá konceptem nositelné asistivní pomůcky pro zlepšení samostatného pohybu a orientace těžce zrakově postižených ve veřejném prostoru. Snažila jsem se o vhled do života nevidomých a pochopit úskalí, která jejich handicap přináší. Cílem bylo nastínit možná řešení produktu, který by vyhodnocoval nebezpečné překážky a upozorňoval na ně uživatele. Navržená elektronická cestovní pomůcka by neměla nahradit klasickou bílou hůl, ale vhodně ji doplnit.

This bachelor thesis focuses on the concept of wearable assistive aid in order to help severely visually impaired with orientation in public spaces. The thesis considers the complicated aspects of life of people with visual impairments. The goal was to outline possible product solutions which addresses the detection and recognition of dangerous obstacles. Proposed electronic travel device should not replace the white cane but create a complementary supplement.

# ÚVOD

---

Nanotechnologie. Elektromobily. SpaceX. Kvantové počítače. Umělá inteligence. Svět ve 21. století je plný čipů, chytrých telefonů a zařízení, která nám umožňují komunikovat přes oceány, prozkoumávat povrch Marsu nebo jezdit v metru bez řidiče. Nevidomým pomáhá k životu převážně jediná věc: bílá hůl. Pochopitelně pomůcek, které jim usnadňují zvládat jejich handicap je už dnes daleko více a využívají i neuvěřitelný technologický pokrok minulých desetiletí. Přesto právě klasická bílá hůl zůstává nejčastější oporou lidí, kteří se narodili nevidomí, nebo o svůj zrak během života přišli. Právě tento moment mě přivedl k otázce, proč v roce 2021 neexistují uživatelsky komfortnější metody, které by jim usnadnily pohyb a orientaci v prostoru.

Ve své bakalářské práci jsem se proto snažila najít prostředky a metody, které by odpovídaly poznání současné vědy a techniky a zároveň by byly vhodným doplňkem osvědčeného pomocníka, za který drtivá většina nevidomých stále považuje bílou hůl. Během svých rešerší a výzkumu jsem došla k závěru, že lidé s úplnou či částečnou ztrátou zraku by uvítali, kdyby se kromě tradiční bílé hole mohli opřít i o další spolehlivou pomůcku. Na danou problematiku jsem se chtěla podívat očima designéra, tedy člověka, který se zaměřuje nejen na užitné vlastnosti předmětu, ale také na jejich estetickou stránku. Mým stěžejním zájmem však bylo nabídnout populaci s tímto handicapem předmět, který by byl nejcennější svou neviditelností.

V tomto ohledu byly pro mě zásadní zkušenosti zrakově postižených i odborníků, kteří se dlouhodobě věnují mapování problémů této komunity. Součástí mé práce byl také vstupní uživatelský výzkum, jenž měl prověřit, zda jsem se vydala správným směrem. Mou ambicí nebylo předvést finální produkt, který by byl zralý pro masovou výrobu. Jde o nástin řešení, jež musí být podroben dalším intenzivním analýzám, testování a komparacím.

# ANALÝZA

## Zrakově postižené osoby

Jako cílovou skupinu jsem si pro svou práci zvolila osoby zrakově postižené (především 3., 4. a 5. kategorie zrakové vady) bez ohledu na věk. Vzhledem ke komplexnímu charakteru těchto postižení, je nutné uvést alespoň základní údaje spojené s touto cílovou skupinou.

Podle globálního odhadu Světové zdravotnické organizace z roku 2010 existuje na světě více než 285 milionů lidí se zrakovým postižením, z čehož je přes 39 milionů nevidomých. [1] Co se České republiky týče, neexistuje přesná číselná hodnota vyjadřující počet těžce zrakově postižených osob (tím je míněno, že k odstranění zrakové vady už nestačí obyčejné dioptrické brýle). Avšak na základě několika průzkumů, statistik a počtu uživatelů využívajících určitých služeb se obvykle uvádí, že z celkové populace je přibližně 60 000 až 100 000 občanů takto postižených. Z nich je pak okolo 7 000 až 12 000 prakticky nevidomých až úplně nevidomých (viz tabulka vpravo). Je nutné zdůraznit, že velké procento těžce zrakově postižených občanů tvoří lidé nad 60 let, jelikož s přibývajícím věkem se přirozeně projevují v podstatně větší míře zrakové vady a často také bývají důsledkem jiných zdravotních poruch. [2, 3]

Zraková postižení se dají rozdělit či definovat z několika hledisek – např. dle doby vzniku, dle původu postižení, dle délky trvání postižení nebo dle typu postižení. Následující tabulka *Mezinárodní klasifikace nemocí* [4] vyjadřuje jeden z možných způsobů klasifikace zrakového postižení a využívá jako primární klasifikační faktor vizus nebo-li zrakovou ostrost. Jde o schopnost lidského oka rozlišit dva co nejbližší ležící body jako dva oddělené objekty. Vyšetřuje se pomocí optotypů (tabule se symboly, které mají stejnou velikost v jednotlivých řádcích, ale tyto řádky se postupně směrem dolů zmenšují) různého typu (např. Snellenova tabule, Pflügerovy háky nebo Landoltovy prstence). Ostrost se poté udává ve zlomku, přičemž hodnota v čitateli vyjadřuje vzdálenost vyšetřovaného od optotypu v metrech a hodnota ve jmenovateli vyjadřuje vzdálenost, ze které by daný řádek mělo přečíst zdravé oko opět v metrech.[5]

Kategorie zrakové vady	Uváděný rozdíl zrakové ostrosti	
	Horší než	Stejně nebo lepší než
0 Mírná nebo žádná zraková vada		6/18 3/10 (0,3) 20/70
1 Středně těžká zraková vada	6/18 3/10 (0,3) 20/70	6/60 1(10 (0,1) 20/200
2 Těžká zraková vada	6/60 1/10 (0,1) 20/200	3/60 1/20 (0,05) 20/400
3 Slepota	3/60 1/20 (0,05) 20/400	1/60 1/50 (0,02) 5/300 (20/1200)
4 Slepota (praktická nevidomost)	1/60 1/50 (0,02) 5/300 (20/1200)	Vnímání světla
5 Slepota (úplná nevidomost)		Žádné vnímání světla
9		Nezjištěna nebo nespecifikována

Jedním z podstatných témat souvisejících s životem s nevidomostí je psychické vyrovnávání se s handicapem. Na rozdílný přístup k tomuto postižení má zásadní vliv, zda se člověk jako nevidomý narodil, nebo zda o svůj zrak postupně přicházel či náhle přišel během života. Obecně se dá říct, že osoby z první skupiny, tedy nevidomí od narození, se se svým postižením vyrovnávají lépe, mají tendenci provozovat rozličné aktivity, které souvisejí s uspokojivou seberealizací, a jsou schopni dosahovat samostatnosti pomocí sofistikovaných strategií. Jedním z možných vysvětlení přístupu této skupiny je, že stav věcí je od počátku daný, k seznámení se se světem z vizuálního hlediska nikdy nedošlo, a je tudíž přirozené žít s absencí zraku.[6]

Oproti tomu druhá skupina zažívá mnohem větší psychický tlak a se svým postižením se vyrovnává komplikovaněji. Obvykle nabývá podoby adjustačního modelu Tuttle a Tuttllová, který sestává ze sedmi fází: 1) Trauma (zdrčení z prvotního zjištění, že dochází ke ztrátě zraku, zažívání strachu a úzkosti) 2) Šok a popírání (zpochybňování diagnózy, zmatek v myšlenkách a pocitech, snaha nenosit bílou hůl a neidentifikovat se s komunitou nevidomých) 3) Smutek a izolace (strach, frustrace, beznaděj, sebelítost, útlum vykonávání oblíbených činností) 4) Deprese (pesimismus, zoufalství, apatie) 5) Přehodnocení a opětovné potvrzení (nalézání smyslu života, vlastní hodnoty) 6) Zvládání (coping) a mobilizace (nabývání positivity, vědomí možností a kompetencí) 7) Sebepřijetí a sebevědomí.[7]

Obě skupiny ovšem sdílejí určité aspekty vyrovnávání se, jak dokládá například kvalitativní výzkumný projekt Jakuba France, Zdeňka Míkovce a Jana Vystrčila, v němž se mimo jiné nevidomých participantů dotazovali, jak se se svým postižením vyrovnávají: „Pro všechny respondenty byly ústředními motivy ve vyrovnávání se se ztrátou zraku ne/samostatnost, ne/svoboda a pocit vlastní ne/dostačivosti. Zejména samostatnost se zdá být pro nevidomé vysokou a bezprostřední hodnotou, kterou se snaží ve svém každodenním fungování naplnit.“[6]

## Kompenzační pomůcky

Při ztrátě zraku jsou pro nevidomé zásadní další smysly, protože jimi kompenzují svoje postižení, a proto jsou nazývány smysly kompenzačními (jde především o sluch a hmat). V případě zachovaných zbytků zraku mohou zrak do jisté míry využívat například při orientaci. Velkou roli v životě zrakově postižených hraje přítomnost tzv. *Assistive Technologies (AT)*, což je souhrnné označení pro technologie, zařízení, vybavení, služby, systémy či úpravy prostředí, které napomáhají (obzvláště lidem s handicapem) překonávat různorodé bariéry (např. fyzické, společenské, dopravní, aspekt přístupnosti apod.), podporují samostatnost jedince a snaží se o zkvalitnění jeho života.[8, 9]

Příkladem jedné z neznámějších pomůcek, které spadají do této kategorie a jsou nejčastěji asociovány s vážnějšími zrakovými vadami, je Braillovo písmo. Jde o systém, který využívá kombinace až šesti vytlačených bodů uspořádaných do dvou sloupců a tří řad.[10] Nelze ovšem všechny osoby se zrakovým postižením ve spojení s AT generalizovat, jelikož stupeň zrakového postižení ovlivňuje způsob, jakým člověk vykonává ne/každodenní činnosti a jak se mu v životě přizpůsobuje. Zároveň má každá z nich individuální schopnosti a vůli učit se, tím pádem ne všechny musí používat a využívat stejné pomůcky či coping strategie. Pro představu uvádím několik kompenzačních pomůcek, jež vidícímu člověku přiblíží, jak lze zvládnout naprosto běžné činnosti i s absencí zraku.

První vybranou pomůckou je tzv. braillovský řádek. Jde o čtecí přístroj s hmatovým výstupem v podobě piezoelektrických měničů se znaků braillovské abecedy. Jeho primární funkcí je zobrazit textovou informaci právě pomocí hmatu. Důvodem je fakt, že většina zařízení (např. osobních počítačů) umí zprostředkovat textovou informaci pouze za pomoci hlasového výstupu. To může být velmi nedostačující pro uživatele, kteří pracují s dlouhými a složitými texty. Avšak právě díky braillovským řádkům mohou v textech číst více rychle a efektivně. Kromě znaků obsahují také několik ovládacích a naváděcích tlačítek, která slouží např. pro posun zobrazovaného textu a některé řádky obsahují i braillovskou klávesnici pro zapisování textu.[11]



Obr. 1 - braillovský řádek



Obr. 2 - kuchyňská váha



Druhou pomůckou je kuchyňská váha. Funguje v podstatě stejně jako každá jiná kuchyňská váha, ale s tím rozdílem, že je opatřena hlasovým výstupem. Třetí pomůckou je indikátor hladiny, který slouží pro zjištění polohy hladiny tekutiny v nádobě. Na základě jednoduchého elektrického obvodu s čidly uživateli signalizuje přiblížení tekutiny k okraji hrníčku pomocí zvuku či vibrace.[12]

V posledních letech se na trhu začaly objevovat moderní pomůcky pro nevidomé, mezi něž lze zařadit například chytré hodinky Dot Watch vyvinuté v Jižní Koreji. Spolu s elegantním minimalistickým designem nabízí uživatelům možnost zjišťovat čas pomocí měnících se hmatových výstupů v podobě braillovského písma (podobně jako u braillovských řádků). Kromě času si uživatel může zobrazit datum, nastavit budík, stopky, minutku a zároveň si po spárování se smartphonem může zobrazit příchozí zprávy a jméno volajícího během příchozího hovoru.[13]

V souvislosti s AT také nelze opominout nástup chytrých dotykových telefonů a jejich postupnou komerční i funkční převahu nad tlačítkovými telefony, které představovaly pro komunitu zrakově postižených spolehlivou a nekomplikovanou formu komunikace. Své opodstatnění si ovšem v této skupině našla díky nejrozšířenějším mobilním operačním systémům Android a iOS, u nichž byl kladen důraz na zpřístupnění i handicapovaným uživatelům (převážně zrakově postiženým). Oba systémy nabízejí jinou formu zpřístupnění, jež má své výhody a nevýhody. V každém případě lze podotknout, že moderní chytré dotykové telefony se stávají čím dál více oblíbeným produktem i mezi zrakově postiženými.



Obr. 3 - indikátor hladiny



Obr. 4 - Dot Watch

## Orientace a pohyb zrakově postižených osob

Orientace by se dala obecně definovat jako schopnost vnímání aktuální polohy a cílové destinace, do které se chce jedinec vydat. Mobilita vyjadřuje schopnost efektivní a bezpečné navigace z jednoho místa na druhé a zahrnuje detekci překážek a vypořádávání se s nimi.[8] Problematika prostorové orientace a samostatného pohybu se týká všech zrakově postižených osob, avšak představuje markantnější výzvu a omezení obzvlášť u osob prakticky a úplně nevidomých. Samostatný pohyb mimo své obydlí může doprovázet mnoho negativních pocitů jako např. úzkost, stres, strach, nepatřičnost či stud. Nevidomý jedinec se tak dostává do konfrontace s protichůdnými motivy, kde je na jedné straně snaha vyvarovat se pocitu ohrožení a vyhnout se již zmíněným negativním pocitům a na druhé straně naplnění vlastních potřeb, jimiž mohou být sociální adaptace, seberealizace, nezávislost či rozšíření možností pracovního uplatnění.[6]

Pro pochopení základních technik a rozvoje prostorové orientace a samostatného pohybu nevidomých osob je nutné brát v potaz mnoho ovlivňujících faktorů, z nichž, jak uvádí ve své publikaci *Samostatný pohyb a prostorová orientace osob se zrakovým postižením* Veronika Růžičková, mezi hlavní lze zařadit: „*dobu vzniku zrakového postižení, důvod vzniku zrakového postižení, dosavadní zkušenosti jedince, včasnost poskytnutí základních podpůrných služeb a rodinné zázemí jedince.*“[6] V průběhu orientace a pohybu v prostoru získává vidící jedinec informace o okolním prostředí převážně díky vizuálním podnětům. Oproti tomu se nevidomý jedinec musí spoléhat na své již zmíněné kompenzační smysly, aby získal povědomí o svém okolí a mohl si vytvářet mentální mapu pro svou trasu. K tomu mu dopomáhají různé orientační body v podobě taktálních (např. vodící pásy na chodnících či na nástupištích metra, struktury a sklony povrchů atd.), zvukových (např. zvuky dopravních vozidel, zvuky semaforů, klapání podpatků, v interiéru využívané echolokace za pomoci lusknutí prsty atd.) i čichových vodítek (např. vůně z pekárny).[14]

Naprosto základní a nezbytnou pomůckou nevidomých pro usnadnění orientace a samostatného pohybu v prostoru je již od třicátých let 20. století bílá hůl. Obecně mohou mít bílé hole tyto hlavní funkce (s tím, že neexistuje univerzální bílá hůl, která by všechny funkce splňovala najednou): **orientační** – udržování kontaktu s vodící linií, rozpoznávání struktury povrchu, echolokace pomocí fukání, **ochrannou** – upozorňuje na překážku v předstihu a chrání tělo před úrazem, **signalizační** – dává najevo okolním kolemjdoucím či řidičům vozidel, že je jedinec zrakově postižený a **opěrnou** – platí zejména pro jedince s pohybovým handicapem.

Součástí hole bývá také poutko, které slouží pro případy, kdy jedinec potřebuje mít obě ruce volné. Někteří ho mohou také používat během chůze, aby při situaci, kdy hůl pustí z ruky (např. při náhlém nárazu) nemuseli hůl dlouze hledat.[15] Bílé hole lze rozlišovat také podle konstrukčního řešení (neskládací jednodílná, skládací dvou- a vícedílná, teleskopická dvou- a vícedílná a kombinovaná tří- a vícedílná) a konstrukčního materiálu (nejčastěji laminát či hliník).[16]

Užitečného pomocníka může představovat asistenční či vodící pes, který se do jisté míry stává vidícíma očima svého majitele a umožňuje pohodlnější a spolehlivější pohyb. Asistenční psi procházejí specifickým intenzivním výcvikem včetně procesu zkoušení spolupráce s potenciálním majitelem, aby byli schopni vyhovět jeho konkrétním požadavkům. Ne všichni nevidomí mají však na asistenční psy pozitivní názor a z různých důvodů si je pořizovat nechtějí (např. kvůli vysokým finančním nákladům, časovým nárokům nebo kvůli možné ztrátě přehledu o své poloze na trase, jelikož pes je do jisté míry zbavuje zodpovědnosti).[15]

V České republice je poměrně rozšířenou pomůckou vysílač VPN, který po stisknutí tlačítka vysílá dálkový povel akustickým orientačním a informačním majáčkům a zařízením umístěným např. u vchodů do veřejných budov (nemocnice, úřady, pošty), u vchodů do metra nebo na dopravních prostředcích MHD. Tyto majáčky/zařízení reagují na signál buď pouze instrumentálním zvukovým výstupem nebo hlasovou frází s podrobnějšími informacemi.[17] Tato pomůcka ovšem není přijímána jednoznačně kladně, jelikož u některých nevidomých vyvolává dojem, že zvukový výstup majáčeků/zařízení přitahuje nežádoucí pozornost a upozorňuje na jejich handicap.[6]

Poměrně unikátní navigační pomůcka vznikla ve spolupráci se společností Seznam.cz a středisky pro podporu studentů se specifickými potřebami Elsa na ČVUT v Praze a Teresiás na Masarykově univerzitě v Brně. Jde o tzv. haptické mapy, které využívají metodu tvoření hmatových map vytvořených na podkladě klasických vizuálních map.[18]

Kromě zmíněných základních navigačních pomůcek by se neměly opomíjet služby navigačních center. Nevidomí je mohou využít pro plánování cesty tvorbu itinerářů, pro vyhledání specifických informací ohledně trasy (např. dopravní spoje), pro vzdálenou asistenci přes kameru telefonu, nebo pro pomoc v nouzi.[19] Za zmínku stojí také pomoc od cizích kolemjdoucích, která je vítaná zvláště v nebezpečných či nepřehledných situacích. Je však důležité mít na paměti, že nepožádá-li o pomoc nevidomý sám, pomoc mu musí být nabídnuta citlivě a nesmí být vnucována.[6]

# Nebezpečné překážky

Samostatný pohyb nevidomých ovlivňuje mnoho prvků prostředí, které jim mohou znesnadnit orientaci, nebo je více či méně ohrožovat. Kromě fyzických překážek sem patří i změny počasí, jež jim do jisté míry znemožňují efektivně využívat kompenzační smysly. Jde například o sníh, kvůli němuž ztrácejí schopnost rozlišit původní povrchy a mizejí pod ním vodící linie, nebo o silný vítr či déšť, kvůli kterým se značně zhoršuje echolokace.[6] Následující seznam představuje reálné příklady několika běžných překážek rozdělených podle míry nebezpečí (0 – téměř žádné riziko až 3 – vysoké riziko):

**0** odpadkový koš – robustní pevná překážka dobře detekovatelná holí

**1** pítko – pevná vyšší překážka, která nepředstavuje vážné riziko, ale zejména při rychlejší chůzi může způsobit nepříjemnou kolizi

**2** dočasná značka, větve stromů a keře – nečekané nebezpečné překážky v úrovni hlavy, které lze detekovat velmi obtížně (dočasná značka) nebo vůbec (větve stromů, keře)

**3** špatně ohraničený výkop – hrozí pád, lešení – překážka v úrovni hlavy snižuje pohled v průchodu ke vchodu do prodejny, nevidomý chodec, který se pokusí do prodejny projít, narazí do překážky hlavou, zejména pokud bude přicházet zleva



## ETAs

Na základě limitujících aspektů konvenčních navigačních pomůcek pro zrakově postižené byly a jsou doposud vyvíjeny pomůcky s důrazem na jejich technologický potenciál. Všechny navigační systémy, zařízení či rozpoznávací metody by se daly v této souvislosti obecně shrnout do tří kategorií: **elektronické orientační pomůcky** (EOAs – electronic orientation aids), **pomůcky využívající lokátor polohy** (PLDs – position locator devices) a **elektronické cestovní pomůcky** (ETAs – electronic travel aids). EOAs jsou navrhovány pro asistenci zrakově postiženým v orientaci (do této kategorie bychom mohli zařadit např. již zmíněné VPN vysílače spolu s akustickými majáčky). PLDs slouží k určování přesné polohy a fungují na principu globálního družicového polohového systému (GPS – global positioning system), nebo geografického informačního systému (GIS – geographic information system).[20] Kombinace těchto systémů může sloužit k navigaci uživatele z jednoho místa na druhé. Tyto systémy ovšem představují pro zrakově postižené z různých důvodů určitá omezení (např. systémy nejsou schopny detekovat překážky nebo pohybující se objekty, určení aktuální polohy je přesné pouze do určité míry, aplikace v interiérech není možná atd.). ETAs napomáhají zrakově postiženým identifikovat překážky a orientační body a mohou také zlepšit jejich orientaci. ETA se sestává z jednoho či více typů sensorických jednotek pro analýzu prostředí a dále z jednotek poskytujících zpětnou vazbu uživateli. Vzhledem k zaměření mé práce převážně na problematiku rozpoznávání překážek, nikoliv na navigaci uživatele, se v následující sekci podrobněji zaměřím na poslední kategorii. [21]

### Mezi základní senzorické jednotky ETAs bychom mohli zařadit:

- RFID Tag (Radiofrekvenční identifikace) – jedná se o technologii kódování digitálních dat na štítky či chytré značky, které jsou zachycovány snímacím zařízením pomocí radiových vln. Jejich nevýhoda obvykle tkví v kolísavé přesnosti signálu, relativně pomalé čtecí rychlosti, občasných poruchách signálu. Navíc musí uživatel vědět, kde se zařízení nachází (což může být v případě nevidomých problém). Výhodou je nižší cena než u konkurenčních technologií.
- Bluetooth Low Energy beacons - jde o radiofrekvenční majáky, které vysílají pomocí normy Low Energy Bluetooth (Bluetooth s nízkým příkonem). Jsou schopny aktivně vysílat data, která posléze detekuje chytré zařízení (např. chytrý telefon). Výhodou je, že jsou schopny aktivně vysílat na delší vzdálenosti komplexnější data. Jejich nevýhoda je ovšem vysoká pořizovací i údržbová cena.
- Ultrazvukové systémy – vycházejí z jedné z nejstarších technologií – Sonaru (Sound navigation and ranging). Fungují na principu vysílání ultrazvukových vln, které se následně odrážejí od objektů (překážek). Vzdálenost těchto objektů se vypočítá díky znalosti rychlosti zvuku. Jedná se o jednu z nejméně prozkoumaných technologií k měření vzdáleností – její výhodou je proto nízká cena, dlouholeté zkušenosti s jejím používáním a možnost fungování za špatných světelných podmínek. Velkou nevýhodou je ovšem nízká přesnost kvůli velké vlnové délce ultrazvukové vlny a nemožnost rozlišování jednotlivých překážek.
- Systémy s infračerveným zářením – fungují podobně jako ultrazvukové systémy s tím rozdílem, že se místo zvuku používá infračervené záření (vzdálenost překážky se počítá na základě charakteristik paprsku odraženého světla). Stejně jako u sonarů jsou schopné operovat ve tmě, ale oproti nim jsou přesnější. Nevýhodou je jejich náchylnost k rušení, jelikož v prostředí existuje mnoho parazitních zdrojů infračerveného záření.
- Klasické kamery u chytrých telefonů – jejich výhoda spočívá v tom, že jsou integrovanou součástí zařízení, které má mnoho dalších funkcí, a z hlediska pořizování dalšího samostatného hardware nepředstavují zátěž pro uživatele. Přestože (obzvláště u novodobějších chytrých telefonů) jsou schopny zachytit kvalitní obraz prostředí, jejich největší nevýhodou je absence vyhodnocování dat o hloubce, tudíž nejsou schopné detekovat vzdálenost překážek.

• LiDaR (Light Detection and Ranging) – představuje jednu z nejnovějších a nejpřesnějších technologií na poli měření vzdálenosti od překážek a mapování okolního světa. Funguje na principu Time-of-flight, což znamená měření času mezi vysláním a detekcí odraženého paprsku světla od objektu (překážky). Z toho důvodu změna světelných podmínek nehraje roli. Jejich největší nevýhodou byla dlouho velká objemnost, hmotnost a vysoká cena. S rozvojem chytrých technologií a pokračujícím trendem miniaturizace elektroniky došlo okolo roku 2020 k velkému pokroku, kdy společnost Apple nainstalovala komerční mikro verzi LiDaRu do svého iPadu Pro.[22, 23] Tím začala éra masového používání LiDaRu ve spotřební mikroelektronice. Stále však platí jako u jiných technologií, že LiDaR není schopen identifikovat a rozlišovat jednotlivé objekty.

### Mezi základní druhy výstupu jednotek poskytujících zpětnou vazbu ETAS bychom mohli zařadit:

- Zvukový výstup – je zprostředkovaný buď pomocí sluchátek nebo reproduktoru. V případě uživatelů se zrakovým postižením se nejedná o ideální formu zpětné vazby zejména kvůli tomu, že využívají zvuky okolí pro svoji orientaci, a proto by je zvukový výstup z pomocného zařízení mohl rušit či zcela izolovat (klasická sluchátka) a na velmi rušných místech by mohl být špatně slyšet. Další podstatnou nevýhodou může být nedostatek diskrétnosti. Do jisté míry tyto problémy řeší konduktivní sluchátka, která přenášejí zvukové vlny vibracemi přes kost u zvukovodu do vnitřního ucha.
- Taktilní/Vibrační výstup – využívá dotek s lidským tělem nejčastěji ve formě vibrací. Tento druh zpětné vazby je pro uživatele se zrakovým postižením komfortnější, neboť je diskrétní, lépe zaznamatelný a neruší uživatele od orientace pomocí okolních zvukových vodítek.

## Konzultace s odborníky

Abych byla schopná si vymezit specifitější kritéria pro svůj produkt a lépe pochopit svou cílovou skupinu, potřebovala jsem znát názory odborníků ať už z oblasti výzkumu či práce se zrakově postiženými, nebo novodobých rozpoznávacích technologií. Prvním odborníkem, se kterým jsem v této souvislosti komunikovala, je docent Zdeněk Míkovec z katedry HCI na FEL ČVUT v Praze, jenž má dlouholetou praxi s výzkumem uživatelských potřeb u zrakově postižených osob a podílel se na vývoji mnoha projektů reagujících na problémy této komunity. Na rozdíl od ostatních odborníků jsem s ním svou práci konzultovala průběžně během celého semestru, proto jednotlivé výstupy z těchto konzultací v této sekci explicitně neuvádím.

Druhým odborníkem, se kterým jsem navázala kontakt, je Zdeněk Bajtl, vedoucí Knihovny digitálních dokumentů a Navigačního centra ve Sjednocené organizaci nevidomých a slabozrakých ČR. Poté, co jsem mu nastínila koncept své bakalářské práce a požádala ho o zodpovězení několika dotazů týkajících se problematiky navigace, orientace a samostatného pohybu zrakově postižených, inicioval diskuzní panel na platformě Clubhouse s asi 40 nevidomými účastníky. Poznatky z této diskuze mi později sdělil v průběhu našeho distančního rozhovoru.

V jeho první části jsme řešili, jak vlastně probíhá příprava na cestu z obydlí, nebo jaké komplikace se během ní mohou objevit. Jak na krátké, tak na dlouhé trasy si téměř ve všech případech nevidomí berou stejné věci – bílou hůl (někteří si zabalí i náhradní do batohu), mobilní telefon, vysílačku VPN a chytré hodinky Apple Watch, pokud je vlastní. Ne všichni se odváží vyrážet samostatně (tedy bez doprovodu známého/člena rodiny), pokud ovšem ano, využívají předem připraveného textového popisu trasy (ten začíná nejčastěji z konkrétních zastávek MHD), případně i asistence navigačního centra. Někteří využívají i navigační mobilní aplikace - velice pozitivně je mezi nevidomými hodnocena např. aplikace BlindSquare.

Během orientace patří mezi největší komplikace zvukové ruchy prostředí (např. rušné ulice, sbíječky, prudký déšť atd.), nebo špatně řešené prvky infrastruktury (např. absence povrchově odlišeného přechodu mezi chodníkem a silnicí). Problematické také bývají špatně slyšitelné prvky, které jim mohou poskytnout určitá orientační vodítka (např. slabě slyšitelné semaforey nebo tichá auta). Mezi největší překážky pro nevidomé patří překážky v úrovni hlavy (např. trubky od lešení, větve stromů, dočasné značky), špatně označené výkopy nebo náhodně a nečekaně rozmístěné překážky (např. městské koloběžky).

Mnoho rizikových situací se dá pomocí holí vyřešit, ovšem ani nevidomý se neumí neustále stoprocentně soustředit (např. nepředpokládá náhlou díru v chodníku).

V druhé části rozhovoru jsme se zaměřili na to, zda by komunita nevidomých ocenila spolehlivější pomůcku, která by (alespoň zpočátku) pouze detekovala a upozorňovala na překážky, co by od ní očekávala a také co si v této souvislosti myslí o již existujících řešeních. Zdeněk Bajtl zdůraznil, že by taková pomůcka byla přínosná pouze za předpokladu, že by neobsahovala falešně pozitivní hlášení (jinými slovy detekce jakýchkoliv překážek, zejména těch, které lze snadno identifikovat pomocí bílé hole). Soudí, že vidomí vývojáři pomůcek tohoto typu žijí v přesvědčení, že člověk zrakově postižený chce být informován o všech překážkách, jež se v jeho bezprostřední blízkosti nacházejí. Pravdou ovšem je, že většině uživatelů tak obrovské množství informací spíše škodí, jednak z hlediska soustředění se v orientaci, jednak z hlediska uživatelského komfortu (není příjemné dostávat neustálá upozornění v jakékoli podobě). Další problém spatřuje ve snahách nahradit bílou hůl, která je podle něj nenahraditelná.

Podstatnou otázkou je také forma zprostředkování takové pomůcky. Dle jeho slov existují mylné představy, že lidem zrakově postiženým „je jedno“, jak asistivní zařízení pro pohyb a orientaci vypadá a působí na své okolí, protože jim přece pomáhá. Pro tuto komunitu je ovšem estetické a s tím související stigmatizační hledisko velice důležité. Jím také vysvětluje, proč mnoho technologických řešeních v praxi selhalo – uživatelé si byli vědomi přínosu, ale nechtěli ještě více vybočovat a upozorňovat na sebe tím, že na sobě budou mít jakási zvláštní zařízení, které z nich dělá téměř kyborgy. To se týká i formy zpětné vazby – myslí si, že nejlepším výstupem jsou vibrace. Zvuková forma z reproduktoru sice není ideální, ale v případě kondukčních sluchátek v tom takový problém nespátřuje.

Pokusy s vylepšováním bílé hole označuje za nesmyslné z několika důvodů – celá hůl se tím zdraží a nebude tak dobře dostupná a nahraditelná, ve veřejném prostoru je vystavována mnoha negativním vlivům (může se zlomit, někde spadnout či zapadnout) a pro člověka by kvůli změně váhy a těžiště byla hůře a méně komfortně ovladatelná. V neposlední řadě se zmínil o své zkušenosti s testováním komerčně dostupných pomůcek. Rukama mu prošla již řada věcí, ale žádná z nich ho neuchvátila.

Z finančně přívětivějších produktů vypíchl SunuBand, který ho však velmi zklamal z funkčního hlediska. Z dražších uvedl OrCam, u něhož nejvíce kritizoval vysokou cenu za zařízení. Tu by dokázal pochopit, kdyby jeho funkce už dnes do jisté míry nedokázal nahradit téměř jakýkoliv chytrý telefon. Zdůraznil přitom, že komunita zrakově postižených nemá odpor vůči technologickému pokroku a novým zařízením – naopak. Platí to právě u chytrých mobilů na bázi iOS či Androidu, které si velice chválí a váží si jejich přínosu.

Na závěr jsem kontaktovala Dr. Lukáše Neumanna působícího na Oxfordské univerzitě jako výzkumník v oblasti umělé inteligence a na Fakultě elektrotechnické ČVUT v Praze jako člen skupiny vizuálního rozpoznávání. V rámci mého konceptu jsem s ním konzultovala především volbu adekvátní technologie, aspekty výpočetního výkonu pro danou aplikaci a rovněž výpočetní čas potřebný k provedení požadovaných operací.

Lukáš Neumann mi potvrdil moji hypotézu, že spojení technologie LiDAR pro spolehlivé a přesné měření vzdálenosti objektů s kamerou pro rozpoznávání objektů představuje optimální řešení. Kombinace těchto technologií se softwareovým vyhodnocováním dat pomocí hlubokých neuronových sítí umožní nejen rozpoznávání a klasifikaci překážek, ale rovněž detekci a třídění glyphů. Typickým příkladem již existujícího propojení těchto technologií je automobilový průmysl, který je využívá pro autonomní řízení vozidel. Velkou nevýhodou až donedávna bylo, že používané technologie byly příliš objemné, drahé a vyžadovaly velké množství elektrické energie (což ovšem v automobilech nepředstavuje velký problém). Rapidní technologický vývoj posledních let ale tyto problémy odstranil a otevřel nové možnosti pro použití těchto zařízení.

Příkladem vyhodnocování dat na bázi deep learningu je softwareový nástroj Deep TextSpotter, na němž se podílel právě Lukáš Neumann. Tento nástroj umožňuje v reálném čase zachycovat nápisy v prostředí, což by v mém případě šlo využít pro následný výběr relevantních klíčových slov a jejich předčítání uživateli.

Závěrem konzultace doktor Neumann konstatoval, že dané operace by bylo možné provádět pomocí dostupných mobilních výpočetních prostředků (procesorů) a bylo by možné je realizovat v řádech desítek až stovek milisekund, což je pro mou aplikaci více než dostačující.

# REŠERŠE

---

Přestože již existuje mnoho konceptů a prototypů ETAs, do své rešerše jsem zahrnula pouze komerční zařízení dostupná v současné době na trhu (pro zajímavost uvádím příklady i několika mobilních aplikací, byť se v pravém slova smyslu nejedná o ETAs ale spíše o kombinaci PLDs a EOAs). Jednotlivé produkty jsem rozdělila do několika kategorií podle toho, kam se u uživatele umisťují.



## Oblast hlavy



Obr. 5 - eSight

Uživatel: pro slabozraké

Popis: Obsahuje kameru, která přenáší obraz do dvou obrazovek nacházejících se na vnitřní straně brýlí v těsné blízkosti očí, uživatel si může pomocí zabudovaného trackpadu upravit určité parametry jako ostrost, kontrast nebo přiblížení/oddálení.[24]

Cena: 5.900 \$ (cca 123.000 Kč)



Obr. 6 - OrCam

Uživatel: pro jakékoliv oční vady

Popis: Malá nositelná kamerka (nejlépe se upevňuje na brýle) jejíž primární funkce neslouží k detekci překážek, za pomoci hlasového výstupu z reproduktoru (ale lze připojit i sluchátka) je schopna – předčítat text (např. cedule, dokumenty, smlouvy), rozpoznávat a předčítat čárové kódy, rozpoznávat obličeje, analyzovat a určovat pohlaví, oznamovat hodnotu bankovek, detekovat barvy, poznávat předem naskenované předměty případně i osoby (např. členy rodiny).[25]



Obr. 7 - BrainPort Vision Pro

Uživatel: převážně pro nevidomé

Popis: Jde o poměrně unikátní pomůcku v podobě nositelného zařízení s kamerkou, které zprostředkuje získaná data uživateli (např. tvar, velikost nebo pohyb objektů z okolí) prostřednictvím elektro-taktilní stimulace jazyka. Jinými slovy by se dalo říct, že tato pomůcka umožňuje „vidět jazykem“.[26]

Cena: nepodařilo se mi zjistit cenu u nejnovější verze, u starší se cena pohybovala okolo 10.000 \$ (cca 209.000 Kč)

## Oblast rukou/bílé hole



Obr. 8 - WeWalk

Uživatel: pro jakékoliv uživatele disponující bílou holí

Popis: Jde o přídatné držátko, které disponuje ultrazvukovými senzory a upozorňuje uživatele na překážky nacházející se v oblasti hrudi směrem nahoru pomocí vibrací či zvuku, uživatel si může k zařízení stáhnout i kompatibilní mobilní aplikaci. [27]

Cena: 599 \$ (cca 12.500 Kč)



Obr. 9 - BAWACane

Uživatel: pro jakékoliv uživatele disponující bílou holí

Popis: Jde o přídatný modul na bílou hůl, který pomocí senzorických jednotek a zvukových či vibračních signálů upozorňuje uživatele na jakékoliv překážky ve směru bílé hole od oblasti kolen směrem nahoru, dolů a dopředu v rozsahu 1,2 m, uživatel si může k zařízení stáhnout i kompatibilní mobilní aplikaci. [28]

Cena: 579 \$ (cca 12.100 Kč)



Obr. 10 - UltraCane

Uživatel: pro jakékoliv uživatele disponující bílou holí

Popis: Jde o klasickou bílou hůl doplněnou o držátko s ultrazvukovými senzory, které detekují překážky ve vzdálenosti 2 až 4 m směrem dopředu a až 1,5 m směrem nahoru, a dvěma tlačítky, která dávají uživateli vibrační zpětnou vazbu. [29]

Cena: 590 £ (cca 17.400 Kč)



Obr. 11 - Sunu Band

Uživatel: pro jakékoliv oční vady

Popis: Náramek, který disponuje ultrazvukovými senzory pro detekci překážek a vibračními jednotkami pro zprostředkování zpětné vazby uživateli, který si může k zařízení stáhnout i kompatibilní mobilní aplikaci. [30]

Cena: 299 \$ (cca 6.200 Kč)

## Oblast trupu



Obr. 12 - BuzzClip

Uživatel: pro jakékoliv oční vady

Popis: Malé nositelné zařízení, jež se dá připnout na oblečení, detekující překážky pomocí ultrazvukových senzorů a upozorňující uživatele vibrační zpětnou vazbou. [31]

Cena: 249 \$ (cca 5.200 Kč)



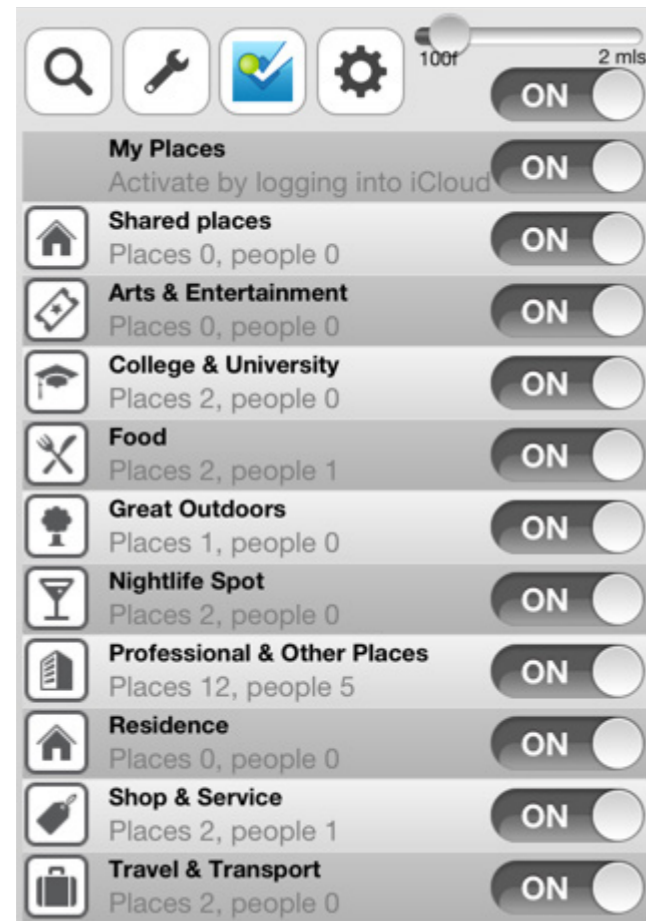
Obr. 13 - STRAP

Uživatel: pro jakékoliv oční vady, ale převážně pro nevidomé

Popis: Toto zařízení sice ještě nebylo uvedeno na trh, ale je možné si jej předobjednat, jde o nositelnou kombinaci senzoričké jednotky umístěné na hrudi spolu s několika vibračními pásy, které zajišťují zpětnou vazbu.[32]

Cena: předobjednávka za 500 \$ (cca 10.400 Kč)  
plná cena za 750 \$ (cca 15.700 Kč)

# Mobilní aplikace



Obr. 14 - BlindSquare

Uživatel: jakékoliv oční vady, nutné disponovat chytrým telefonem s OS na bázi iOS

Popis: Aplikace s vysokým důrazem na zpřístupnění, slouží převážně k popisu prostředí, ve kterém se momentálně uživatel nachází, a lze přímo vyhledávat nejbližší místa (např. restaurace, pošty, obchody atd.), mimo jiné také upozorňuje uživatele, pokud se dostává na křižovatku.

Cena: 1050 Kč



Obr. 15 - Lazarillo

Uživatel: jakékoliv oční vady, nutné disponovat chytrým telefonem s OS na bázi iOS či Android

Popis: Funguje podobně jako BlindSquare – oznamuje uživateli nejbližší místa, ulici na které se momentálně nachází, křižovatky atd.

Cena: Zdarma



Obr. 16 - Ariadne GPS

Uživatel: jakékoliv oční vady, nutné disponovat chytrým telefonem s OS na bázi iOS

Popis: Aplikace, která zprostředkovává zrakově postiženému uživateli navigační pokyny pomocí mluvicích map a inovativního uživatelského rozhraní.

Cena: 129 Kč

# VÝSTUP ANALÝZY A FORMULACE VÝZVY

Většinu každodenních činností provádí průměrný vidící člověk za pomoci zraku, aniž by si to uvědomoval. Lidé s těžkým zrakovým postižením ovšem toto „privilegium“ nemají, a tak se musí svému handicapu neustále přizpůsobovat a nedostatek či úplnou absenci zraku kompenzovat jinými smysly a technikami. Banální situace, jako jsou nalévání nápoje do sklenice nebo zhasnutí světla v místnosti, tak pro ně představují větší komplikaci než pro člověka se zdravým zrakem. Samostatnou kapitolou, ve které je takových komplikací spousta, je pohyb a orientace ve veřejném prostoru. Na trase do cílové destinace se může objevit mnoho překážek, které mohou vyústit v nepříjemnou srážku či dokonce ve velmi vážné zranění. Velká část zrakově postižených se proto drží známých osvědčených tras, neznámé trasy volí málokdy a většinou za doprovodu blízkého člověka (samostatně se na neznámé lokace vydávají spíše odvážlivci). Avšak i sebemenší změna prostředí na známé trase (např. výkop, umístění dočasné značky, lešení apod.) staví zrakově postiženého jedince do nepříjemné a stresové situace, kterou musí nějakým způsobem vyřešit. K zaznamenání překážek je ve většině případů spolehlivou a téměř všemi těžce zrakově postiženými osobami používanou kompenzační pomůckou bílá hůl. Jsou ovšem objekty, které hůl zaznamená příliš pozdě na to, aby udržela majitele v bezpečném odstupu, nebo které se nacházejí v oblasti horní části těla, jež neumí detekovat vůbec.

S vývojem Assistive Technologies a obecným technologickým pokrokem bylo vytvořeno a stále je vytvářeno mnoho nástrojů, které se snaží tyto bariéry minimalizovat. Mezi ně patří i elektronické cestovní pomůcky, jejichž primární účel spočívá v identifikaci překážek a upozornění na jejich přítomnost. Bohužel mnoho projektů, které vypadají velmi slibně v teorii, v praxi selhávají. Příčiny mohou být různé, nejčastěji jde o následující:

- 1) Nízká dostupnost kvůli příliš vysoké ceně
- 2) Nedostačující technologie, která neumí dostatečně rozlišovat jednotlivé překážky, což znamená příliš mnoho falešně pozitivních oznámení, či špatně zvolená technologická forma zpětné vazby
- 3) Špatné umístění produktu na uživateli (oblast hlavy, oblast rukou, spojení s bílou holí) – to má za následek jednak snížení uživatelského komfortu, jednak zhoršení funkční spolehlivosti
- 4) Nedostatečný důraz na estetické/stigmatizační hledisko

Ve své práci se chci zaměřit na navržení konceptu nositelné asistivní pomůcky převážně pro osoby se zrakovými vadami 3., 4. a 5. kategorie bez ohledu na věk či pohlaví. Pomůcka by alespoň zpočátku měla sloužit pouze k detekci nebezpečných překážek a k upozornění uživatele na tyto překážky. Na základě rešerše a analýzy byla pro prvotní postup v navrhování stanovena tato kritéria:

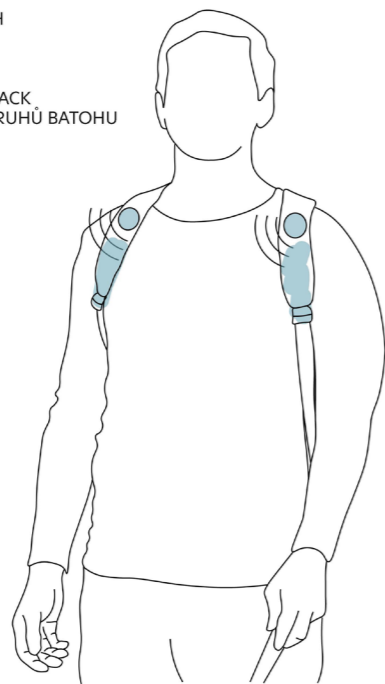
- 1) Zařízení by fungovalo na principu real-time rozpoznávacího algoritmu pomocí kombinace dvou širokoúhlých kamer a dvou LiDarových senzorů, aby byly eliminovány nepodstatné překážky. Nabízí se také možnost zakomponování OCR (optical character recognition) do software zařízení, který by mohl zaznamenávat podstatné nápisy (např. varovné cedule u rozkopaných chodníků).
- 2) Zařízení by mělo být umístěno v horní oblasti trupu uživatele (hlavním důvodem pro toto rozhodnutí je fakt, že trup lidského těla vždy míří dopředu ve směru pohybu a nedochází u něj k tikavým pohybům, je ve své poloze stabilní)
- 3) Zařízení nesmí interferovat s pomůckami a technikami, které uživatel využívá pro orientaci a pohyb.
- 4) Zařízení by mělo mít jednoduché ovládání a uživatelské rozhraní.
- 5) Uživatel nesmí pociťovat diskomfort ve vztahu k zatížení zařízení.
- 6) Během navrhování designu zařízení se nesmí podcenit estetické a stigmatizační hledisko. Cílem je, aby pomůcka svým vzhledem nevyvolávala nežádoucí pozornost.
- 7) Forma zpětné vazby by měla být primárně na bázi vibrací. Zvukový výstup ovšem bude součástí systému, především kvůli signálům, jež indikují zapnutí, vypnutí a správné či špatné fungování systému. Pokud by byla zakomponována OCR funkce, sloužil by také pro předčítání určitých textů.
- 8) Pomůcka nemá nahradit bílou hůl, musí sloužit jako doplněk k bílé holi.
- 9) Je nutné i rozpracovaná řešení konzultovat s odborníky a zejména s cílovými uživateli.

# PROCES NAVRHOVÁNÍ

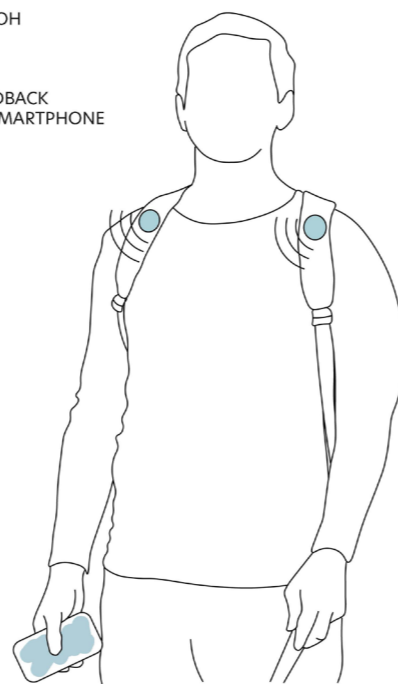
## Umístění a zamyšlení se nad konceptem fungování systému

V první řadě bylo nutné zamyslet se nad různými variantami umístění senzorických jednotek a jednotek se zpětnou vazbou.

BATOH  
+  
FEEDBACK  
Z POPRUHŮ BATOHU



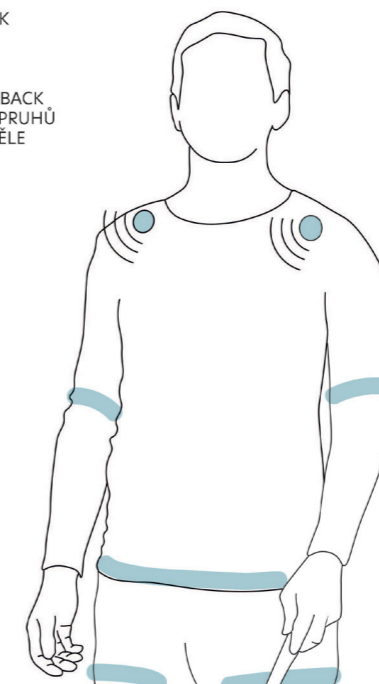
BATOH  
+  
FEEDBACK  
ZE SMARTPHONE



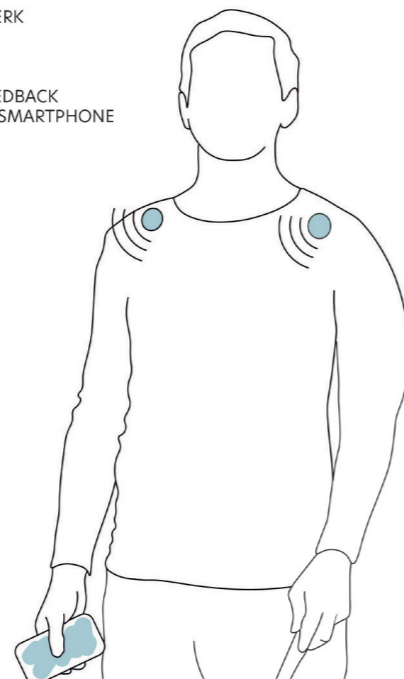
BATOH  
+  
FEEDBACK  
Z POPRUHŮ  
NA TĚLE



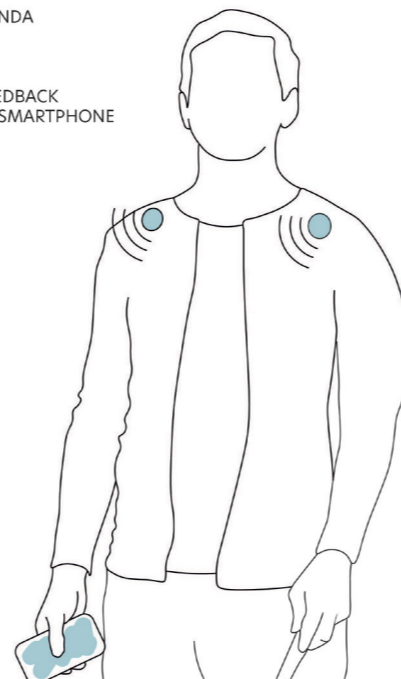
ŠPERK  
+  
FEEDBACK  
Z POPRUHŮ  
NA TĚLE



ŠPERK  
+  
FEEDBACK  
ZE SMARTPHONE



BUNDA  
+  
FEEDBACK  
ZE SMARTPHONE



BUNDA  
+  
FEEDBACK  
Z BUNDY



Z prvotních variant jsem na základě vlastní analýzy a konzultací eliminovala možnost pracující se systémem integrovaným do svrchního oděvu – např. v podobě bundy. Hlavními důvody byla jednak otázka údržby – bylo by příliš komplikované sundávat veškerou elektroniku, kdyby se svršek musel vyprat, jednak poměrně silný „diskriminační faktor“ – bylo by složité navrhnout univerzální kus oblečení, který by se líbil všem, navíc by nemusel vyhovovat v rozdílných teplotních podmínkách (např. v létě, nebo ve vnitřních prostorech s vysokou teplotou). Dále jsem vyřadila smartpho- ne jakožto formu zpětné vazby spárovanou se senzorickými jednotkami z následujících důvodů:

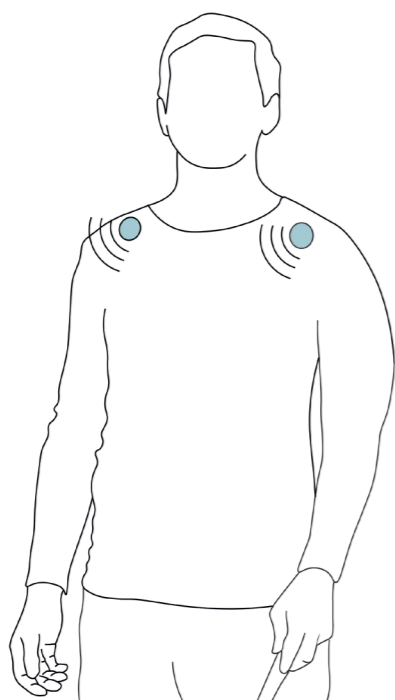
1) spolehlivost a kompatibilita – jde o systém vyžadující vysokou spolehlivost, která se bude zajišťovat u různých hardware od různých výrobců jen velice těžko (různé mobilní telefony různých výkonů, různé operační systémy a jejich verze), navíc mobilní telefony mají často nečekané aktualizace software, což by mohlo způsobit náhlou nekompatibilitu aplikace

2) nadměrná spotřeba energie – pokud by systém využíval mobilního telefonu, musela bych využít dodatečnou energii na přenos dat, který by se musel řídit standardem mobilního telefonu (např. Bluetooth), vzhledem k vyhodnocování obrazu z kamery by musely být do mobilu přenášeny jednotky megabajtu za sekundu, což by bylo katastrofální z hlediska životnosti baterie telefonu i zařízení

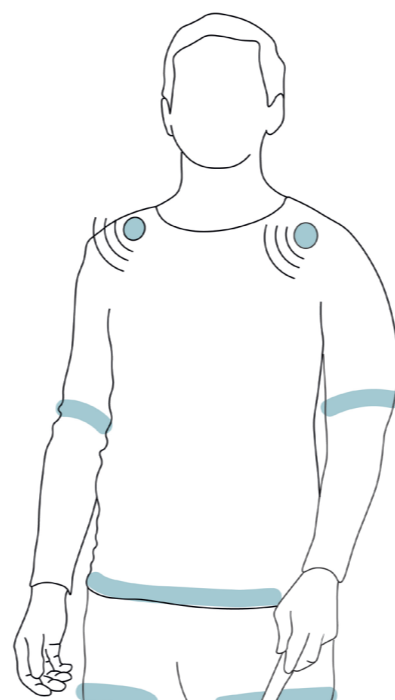
3) cena – je dost pravděpodobné, že vyvinout a vyrábět zařízení, které dokáže spoleh- livě komunikovat se všemi běžně dostupnými smartpho- nes na trhu, by bylo dražší než autonomní systém, nehledě na náklady spojené s aktualizacemi aplikace a její údržbu

4) diskriminační faktor – pokud by moje zařízení fungovalo efektivně a spo- lehlivě jen s nejnovějšími smartpho- ne, vytvářela bych tím tlak na uživate- le, aby si koupili tyto smartpho- nes, i když by je jinak nechtěli či nepotřebovali

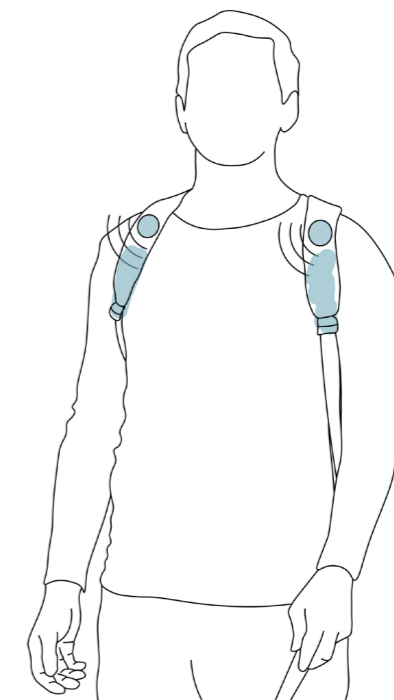
Využití chytrého telefonu ovšem zcela nezavrhují, avšak vidím v něm větší potenci- ál ve fázi, kdy by již byl vyvinut osvědčený autonomní systém s elementárními funk- cemi, ke kterým by se postupně daly přidávat customizační funkce na softwareové bázi.



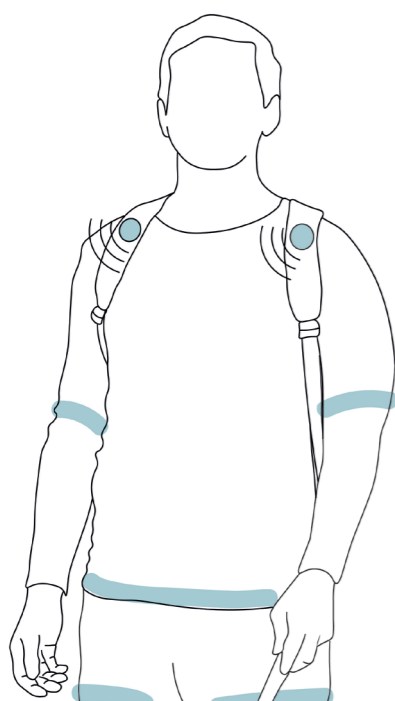
1) Dvě zařízení s kamerami a senzory v podobě „krabiček“ (jejich design by měl být nenápadný, vkusný, uživatelsky přívětivý, ideálně by mohly imitovat šperk, aby na první pohled nebylo jasné, že jde o nějaké technické kamery a senzory) si uživatel připne na oblečení zhruba v přední oblasti levého a pravého ramene (magneticky nebo klipsem). Zařízení, které by informovalo uživatele o překážce, by bylo součástí jedné nebo obou „krabiček“ a šlo by o zvukový výstup z reproduktoru (buď prostřednictvím nějakého zvukového signálu nebo konkrétního hlasového pokynu).



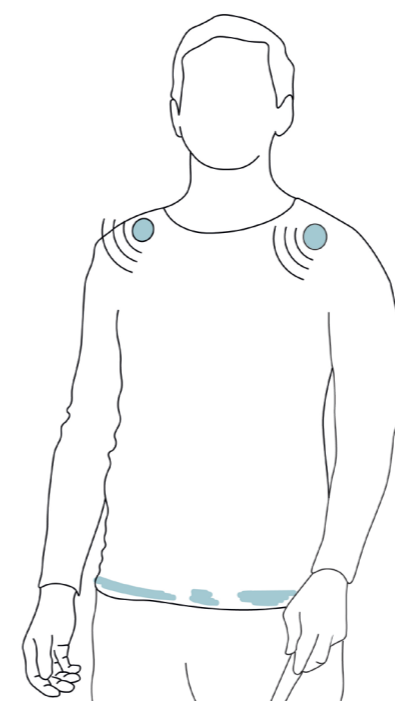
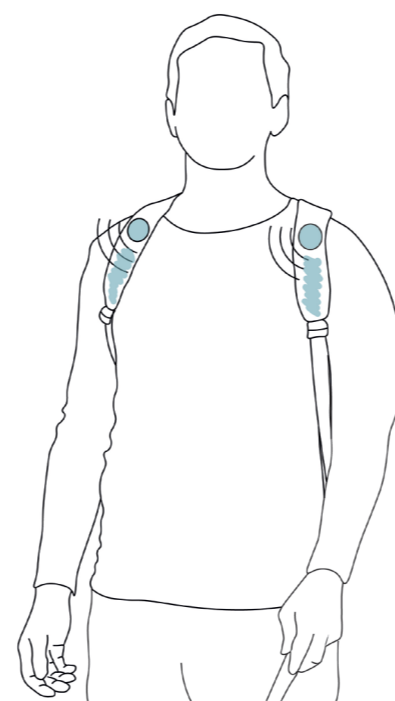
2) Dvě zařízení s kamerami a senzory v podobě „krabiček“ (jejich design by měl být nenápadný, vkusný, uživatelsky přívětivý, ideálně by mohly imitovat šperk, aby na první pohled nebylo jasné, že jde o nějaké technické kamery a senzory) si uživatel připne na oblečení zhruba v přední oblasti levého a pravého ramene (magneticky nebo klipsem). Zařízení, jež by informovalo uživatele o překážce, by bylo v podobě popruhů/pásků, které si uživatel nasadí v několika oblastech těla pod oblečení (obě ruce, obě nohy, kolem boků – aby se lépe rozlišily překážky nacházející se ve směru nahoru od středu těla, ve směru dolů od středu těla, vlevo, vpravo a vepředu). Buď by vibrovaly, nebo nějakým jiným způsobem by poskytly haptický feedback. Pokud by nebylo nutné rozlišit překážku ve výškové úrovni, eliminoval by se počet popruhů/pásků na tři, případně na dva (pokud by se překážka nacházela ve směru naproti uživateli/vepředu, mohly by naráz zavibrovat oba popruhy).



3) Celý systém by byl součástí batohu – konkrétně dvou popruhů batohů, na kterých by byly přístroje s kamerami a senzory v podobě „krabiček“ (jejich design by měl být nenápadný, vkusný, uživatelsky přívětivý, ideálně by mohly imitovat šperk, aby na první pohled nebylo jasné, že jde o nějaké technické kamery a senzory). Zařízení, které by informovalo uživatele o překážce, by bylo obsažené v popruzích (překážky nalevo od uživatele, překážky napravo od uživatele), které by vibrovaly, nebo nějakým jiným způsobem poskytly haptický feedback. Feedback ohledně překážek nacházejících se naproti uživateli/vepředu by buď vycházel z horní prostřední části batohu na zadní straně, nebo by oba popruhy naráz zavibrovaly/poskytly jiný haptický feedback.



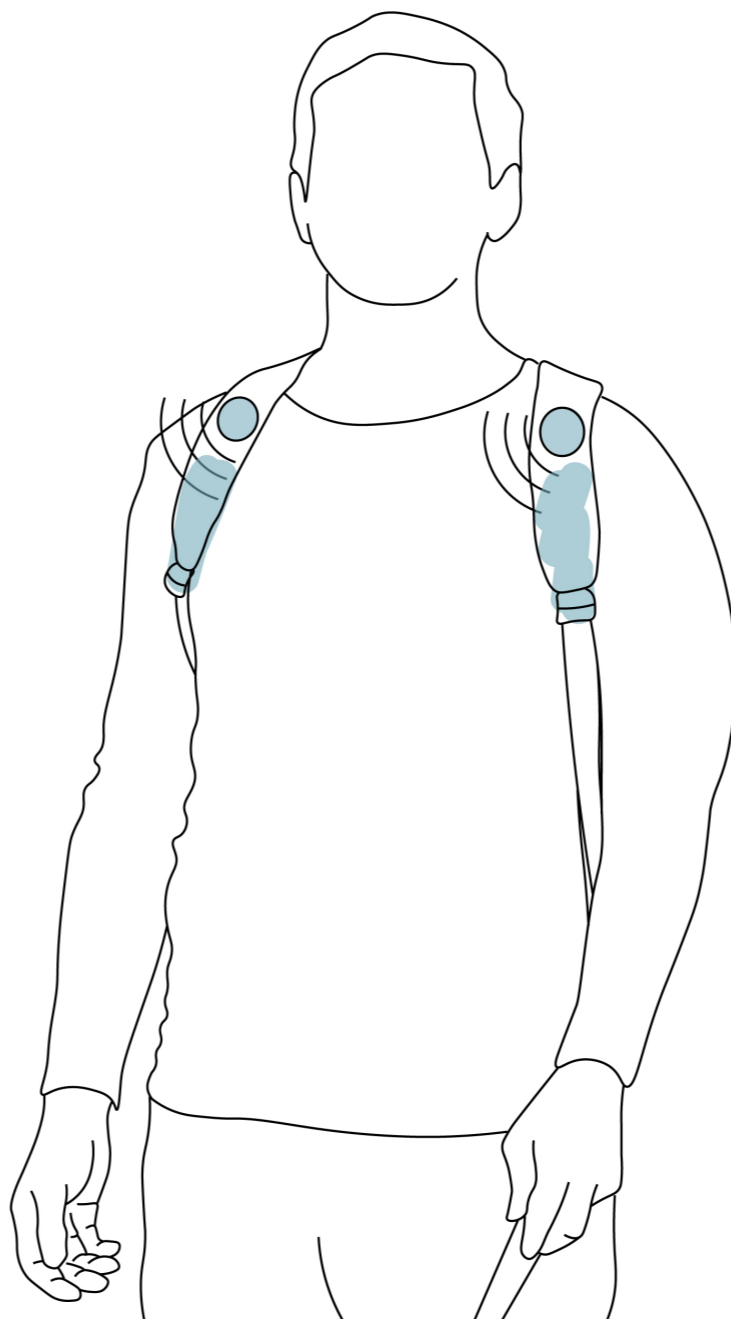
4) Dvě zařízení s kamerami a senzory v podobě „krabiček“ (jejich design by měl být nenápadný, vkusný, uživatelsky přívětivý, ideálně by mohly imitovat šperk, aby na první pohled nebylo jasné, že jde o nějaké technické kamery a senzory) jsou součástí popruhů batohu. Zařízení, které by informovalo uživatele o překážce, by bylo v podobě popruhů/pásků, které si uživatel nasadí v několika oblastech těla pod oblečení (obě ruce, obě nohy, kolem boků – aby se lépe rozlišily překážky nacházející se ve směru nahoru od středu těla, ve směru dolů od středu těla, vlevo, vpravo a vepředu). Buď by vibrovaly, nebo nějakým jiným způsobem by poskytly haptický feedback. Pokud by nebylo nutné rozlišit překážku ve výškové úrovni, eliminoval by se počet popruhů/pásků na tři, případně na dva (pokud by se překážka nacházela ve směru naproti uživateli/vepředu, mohly by naráz zavibrovat oba popruhy).



5) Celý systém by byl modulární a fungoval by ve dvou možných variantách: A) Odnímatelné popruhy batohu, které by pouze obsahovaly vibrující zařízení/haptický feedback a na ně by se daly připnout samostatné „krabičky“ = přístroje s kamerami a senzory (jejich design by měl být nenápadný, vkusný, uživatelsky přívětivý, ideálně by mohly imitovat šperk, aby na první pohled nebylo jasné, že jde o nějaké technické kamery a senzory) B) Odnímatelné popruhy se sundají z batohu a zacvaknou k sobě, čímž vytvoří pásek, který si uživatel nasadí v oblasti boků a schová jej pod oblečení. Poskytovaly by vibrace/haptický feedback. Připínací krabičky s kamerami a senzory si uživatel uchytí na oblečení.

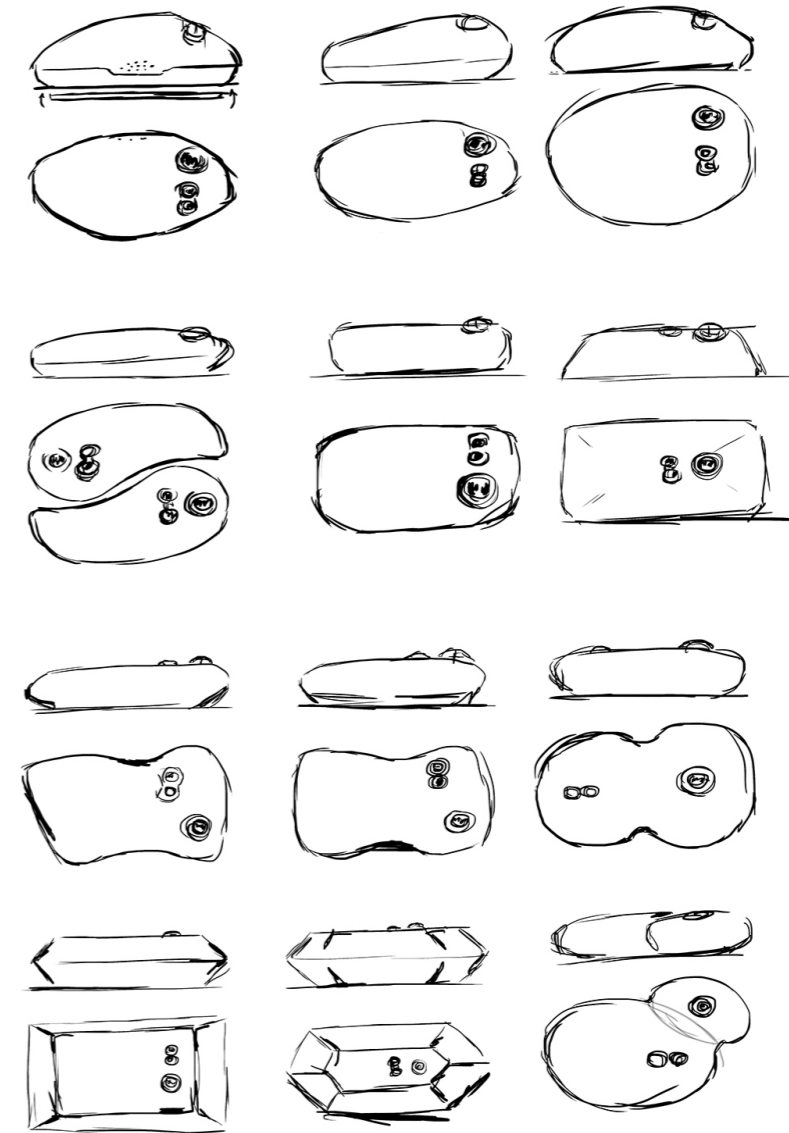


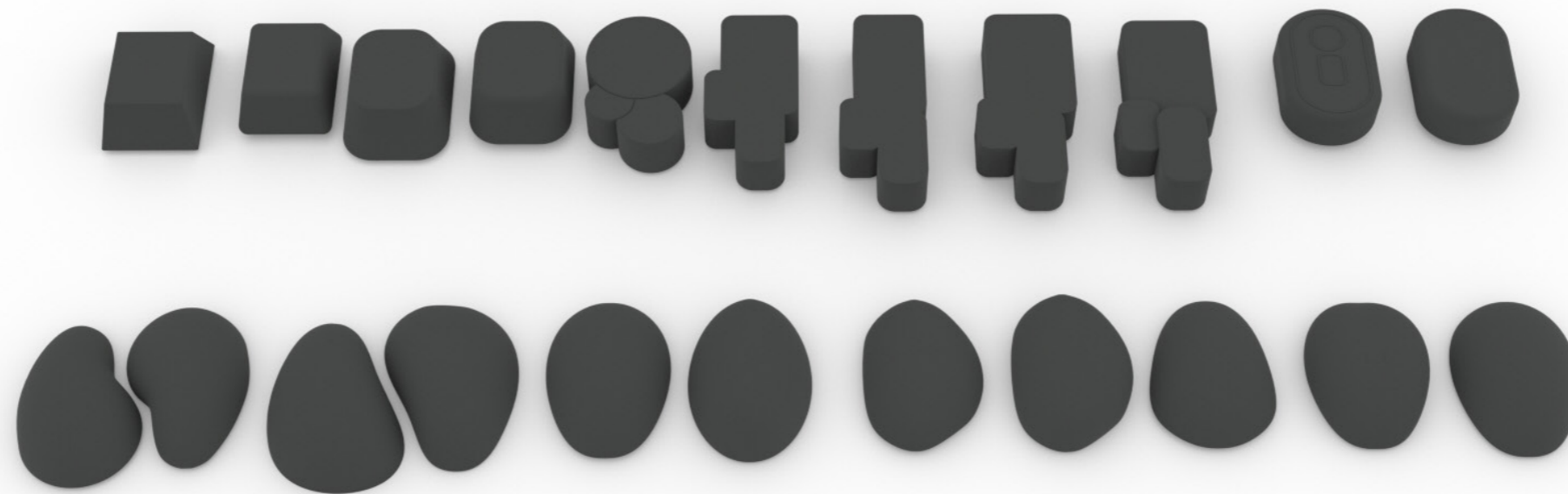
Následně jsem si u zbylých možností umístění snažila více specifikovat koncept fungování systému. Ani jednu variantu jsem v zásadě zcela nevyločila s výjimkou možnosti, kde by zařízení bylo upínací pouze na oblečení a poskytovalo by zpětnou vazbu pouze ve formě výstupu z reproduktoru či sluchátek. Vzhledem k časovým i pandemickým omezením jsem se ovšem musela rozhodnout pro jednu variantu k následnému ověřování. Zvolila jsem proto variantu 3.



## Tvorba tvaru

Po stanovení hrubých základních technických parametrů, které vycházejí především z existujících technických komponentů a jejich rozměrů (širokoúhlá kamera, lidary s detekční vzdáleností na 12 metrů, plně nabitá baterie o výdrži cca 3 hodin, procesor, plošné spoje, reproduktor atd.), jsem začala hledat vhodný tvar obalu, ve kterém by byl uchovaný hardware. Snažila jsem se vycházet ze tří přístupů – symetrický geometrický a konvenční tvar (typický pro klasické přenositelné kamery, chytré telefony apod.), symetrický i asymetrický ergonomický organický tvar (inspirace prvky v přírodě) a nahodilá asymetrická kombinace několika tvarů (myšlenka vychází z konceptu minimalistických broží a šperků).





Vzhledem k plánovanému uživatelskému výzkumu jsem potřebovala vybrat adekvátní množství tvarů pro tvorbu fyzických nefunkčních modelů. Nakonec jsem zvolila 6 výchozích tvarů tak, aby byl zastoupeny všechny přístupy. Modely jsem posléze vytiskla na 3D tiskárně z PET-G filamentu a opatřila je závažím. Výsledná hmotnost jednoho modelu činí 160 gramů.



## Příprava testování

V předposlední fázi jsem zorganizovala uživatelský výzkum pod odborným dohledem docenta Zdeňka Míkovce (zajišťoval nábor participantů a byl přítomen u testování) kvalitativního rázu, aby se vyzkoušely základní parametry navrhovaného konceptu na cílové skupině. Výzkum se uskutečnil formou testování hmotových modelů spolu se standardizovaným rozhovorem. Probíhal v budově Fakulty elektrotechnické ČVUT na Karlově náměstí a zúčastnilo se jej 6 participantů (kategorie zrakového vady 4.-5.).

Participant 1 – muž 38 let	
Doba ztráty zraku	Před více než 5 lety
Navigační pomůcky	Bílá hůl, mobilní aplikace
Využití zraku při orientaci a navigaci	Ano, rozeznává světlo a je schopen vidět kontrastní věci
Dominantní ruka	pravá
Nošení batohu, jak často	Ano, v zásadě pořád
Vztah k módním doplňkům	Nenosí žádné doplňky kromě Apple Watch

Participant 3 – žena 45 let	
Doba ztráty zraku	Před více než 5 lety
Navigační pomůcky	Bílá hůl, vysílač VPN
Využití zraku při orientaci a navigaci	Ano, využívá asi 10-15% zraku z jednoho oka pokud jde za světla
Dominantní ruka	Pravá
Nošení batohu, jak často	Ano, denně s výjimkou např. kulturních akcí
Vztah k módním doplňkům	Nenosí žádné doplňky

Participant 5 – muž 50 let	
Doba ztráty zraku	Před více než 5 lety
Navigační pomůcky	Bílá hůl
Využití zraku při orientaci a navigaci	Ne
Dominantní ruka	Pravá
Nošení batohu, jak často	Ano, v zásadě pořád
Vztah k módním doplňkům	Nenosí žádné doplňky kromě hodinek

Participant 2 – muž 58 let	
Doba ztráty zraku	Před méně než 5 lety
Navigační pomůcky	Bílá hůl, vysílač VPN
Využití zraku při orientaci a navigaci	Ne
Dominantní ruka	Pravá
Nošení batohu, jak často	Batoh nenosí
Vztah k módním doplňkům	Nenosí žádné doplňky

Participant 4 – žena 73 let	
Doba ztráty zraku	Před více než 5 lety
Navigační pomůcky	Bílá hůl, asistenční pes, vysílač VPN
Využití zraku při orientaci a navigaci	Ne
Dominantní ruka	Pravá
Nošení batohu, jak často	Ano, denně
Vztah k módním doplňkům	Nenosí žádné doplňky

Participant 6 – žena 30 let	
Doba ztráty zraku	Před více než 5 lety
Navigační pomůcky	Bílá hůl, asistenční pes, vysílač VPN, mobilní aplikace
Využití zraku při orientaci a navigaci	Ne
Dominantní ruka	Pravá
Nošení batohu, jak často	Ano, poměrně často
Vztah k módním doplňkům	Je zvyklá nosit hodinky, řetízky a náušnice

## Průběh testování

A) Úvodní představení celého konceptu a vysvětlení účelu testování participantovi. Participant posléze zodpoví otázky vstupního dotazníku:

1. Pohlaví
2. Věk
3. Kdy jste přišel/přišla o zrak, kdy se vám váš stav ustálil?
4. Jak se pohybujete v terénu (např. se slepeckou holí, s asistenčním psem, s pomocí navigačního centra apod.)?
5. Používáte při orientaci a navigaci zrak a pokud ano, jak?
6. Jakou ruku máte dominantní?
7. Jste zvyklý/á nosit batoh, a pokud ano, jak často?
8. Jaký máte vztah k módním doplňkům?

B) Participant dostane k osahání 6 dvojic hmotových modelů stejného tvaru, z nichž každý má na přední straně mírně vystouplý kroužek symbolizující místo, kde by byla umístěná kamera. Všechny modely mají stejnou hmotnost – 160 gramů. Participant může tvary libovolně komentovat, ovšem po osahání všech modelů musí dát jednotlivým dvojicím bodové ohodnocení na škále 1-5 (1 nejlepší, 5 nejhorší) s tím, že lze dát vícero tvarům stejnou známku.

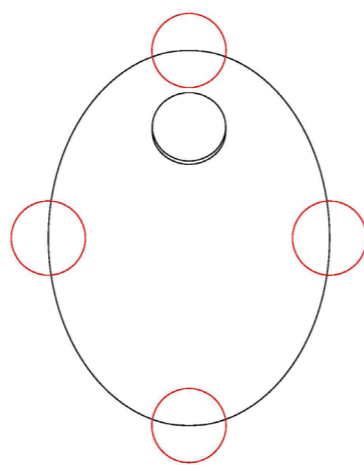
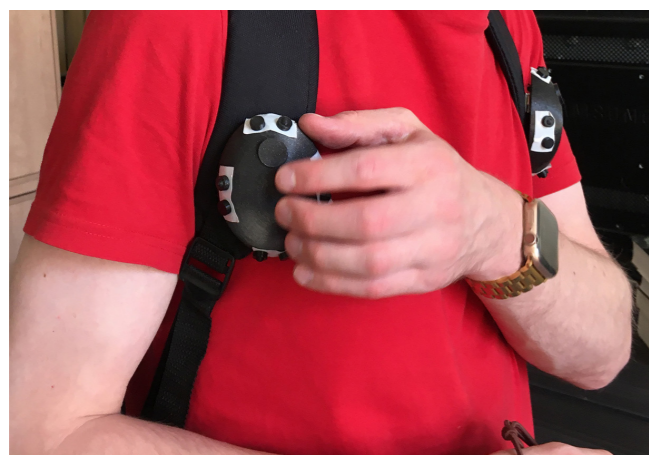


C) Participant zkouší různé polohy dvou zatížených hmotových modelů (se stejným zatížením, jaké měly předešlé modely, tvar se nehodnotí) na popruzích modelu. Je upozorněn, aby zkusil jinou polohu, v případě, že se dostane do nežádoucích oblastí (moc vysoko/moc nízko). Následně sdělí, která poloha mu nejvíce vyhovuje.

D) Participant zkouší různé polohy dvou zatížených nefunkčních modelů (se stejným zatížením, jaké měly předešlé modely, tvar se nehodnotí) na svršku oblečení (např. na bundě nebo svetru). Je upozorněn, aby zkusil jinou polohu, v případě, že se dostane do nežádoucích oblastí (moc vysoko/moc nízko). Následně sdělí, která poloha mu nejvíce vyhovuje. Pokud chce, může zkusit najít vhodnou polohu modelů i na první vrstvě oblečení (např. na tričku, košili apod.).



E) Participant zkouší na dvou připevněných hmotových modelech (se stejným zatížením, jaké měly předešlé modely, tvar se nehodnotí) hledat nejvíce příjemnou polohu tlačítek na pravé i levé straně (tlačítka symbolizují dva tvarově odlišné výstupky, tvar tlačítek se nehodnotí). Na výběr má ze 4 možných pozic (nahore, dole, vlevo, vpravo).



F) Participant zkouší ve velice zjednodušené formě fungování celého zařízení. Je simulována následující situace:

- 1) Participant se nachází ve svém bytě a připravuje se na cestu ven. Nasazuje si batoh, na který si připne obě zařízení. Zapne je zmáčknutím tlačítek na levé i pravé straně – z obou zařízení se ozve signál zapnutí (simulováno krátkým zvukovým upozorněním). Participant předpaží obě ruce a ukáže gesto zvednutého palce – z obou zařízení se ozve pozitivní signál (simulováno krátkým zvukovým upozorněním), který znamená, že sensorické jednotky fungují a je vše v pořádku.
- 2) Participant odchází z bytu ven. Na cestě před ním se nachází překážka – z obou zařízení se ozve signál zaznamenání překážky (simulováno krátkým zvukovým upozorněním). Participant překážku úspěšně obejde, dochází do cílové destinace a vrací se opět do bytu.
- 3) Participant je zpátky ve svém bytě a obě zařízení vypíná zmáčknutím tlačítek na levé i pravé straně – z obou zařízení se ozve signál vypnutí (simulováno krátkým zvukovým upozorněním). Participant si sundává obě zařízení i batoh.

G) Participant sděluje celkové dojmy z testování. Poté zodpoví otázky finálního dotazníku:

1. Co jste vnímal/a jako největší problém?
2. Jak vám ne/vyhovovala váha modelů?
3. Preferoval/a byste, kdybyste měl/a na sobě dvoje zařízení stejného tvaru, nebo odlišného?
4. Byla vám příjemnější varianta nošení zařízení na batohu, na oblečení, nebo jste vnímal/a obě varianty jako stejně příjemné?
5. Když jsme si zkoušeli, jak by se zhruba produkt používal, jak by fungoval - jak moc vám to připadalo komplikované?
6. Jak hodnotíte celkový koncept pomůcky pro nevidomé a těžce zrakově postižené, která detekuje specifické překážky? Ocenil/a byste ji?

## Výsledky testování

Na základě uživatelského testování uvádím nejpodstatnější zjištění:

- 1) Participanti se převážně shodli, že by takovou pomůcku ocenili.
- 2) Názory na hmotnost se trochu lišily - někomu přišla zařízení příliš těžká bez ohledu na způsob nošení (na popruzích batohu vs. na oblečení), někomu v případě umístění na popruzích batohů hmotnost nevadila vůbec. Všichni se shodovali v tom, že na oblečení jim hmotnost nevyhovovala.
- 3) Všichni participanti - až na jednoho - se shodli, že by preferovali nošení zařízení na batohu oproti variantě na oblečení. Nesouhlasící participant uvedl, že batoh nenosí, avšak dodal, že by ho takové zařízení možná přimělo batoh nosit.
- 4) Všichni participanti se shodli, že by chtěli, aby obě zařízení měla stejný tvar, pokud by měla stejnou funkci.
- 5) Žádnému participantovi nepřipadá způsob ovládání a fungování systému komplikovaný.
- 6) Nejvíce preferované polohy tlačítek byly na bočních stranách u obou zařízení.
- 7) Ze zprůměrování hodnocení a také s přihlédnutím ke komentářům vyšel jako nejlepší tvar typu C. Vysvětluji si to tím, že přestože jde o tvar spíše konvenční, pravidelný a symetrický, je zároveň elegantně zaoblený a nepůsobí tak „technicky“. Představuje tak „zlatou střední cestu“ mezi tvary, které jsou více geometrické a techničtější, a tvary, jež jsou více organické a asymetrické.

# SYNTÉZA

---

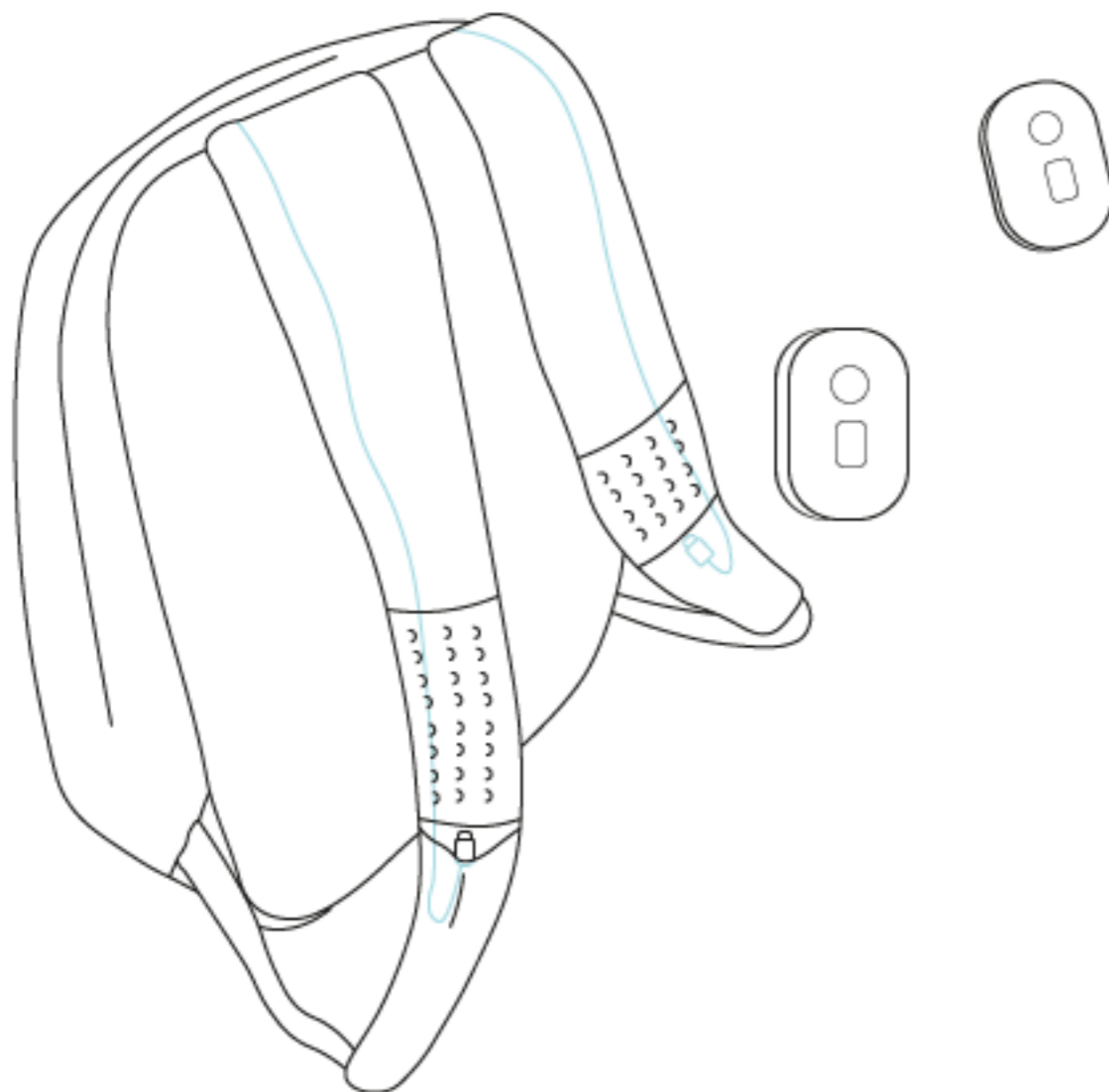








EyeLid představuje asistivní pomůcku pro usnadnění pohybu ve veřejném prostoru. Sestává z dvojice sensorických jednotek a příslušenství zajišťující zpětnou vazbu.

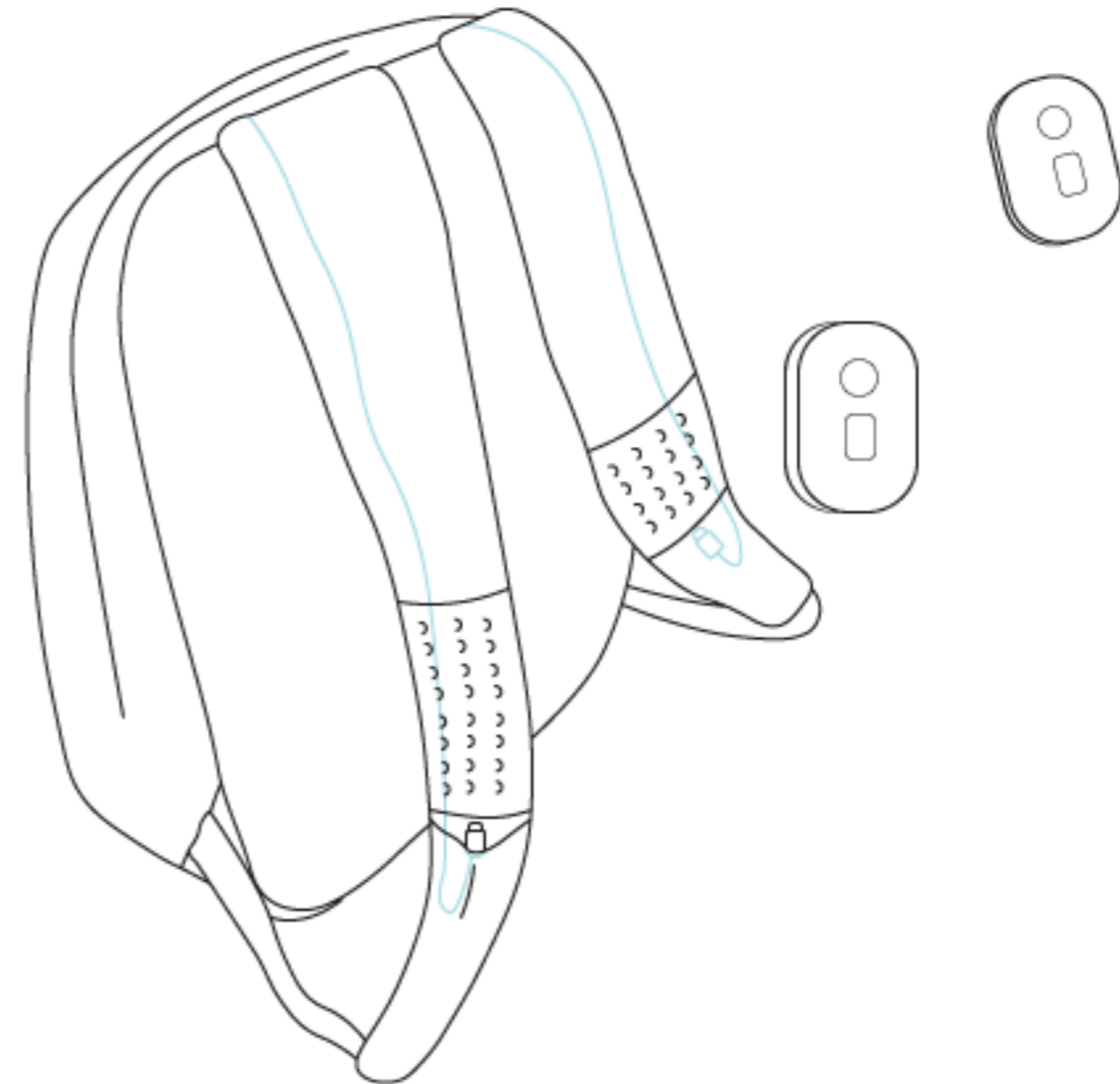


1) Sensorické jednotky rozlišujeme na levou a pravou, přičemž obě jsou identické jak po funkční, tak po vzhledové stránce. Obě jednotky jsou továrně spárované pomocí Bluetooth a poté, co se obě zapnou, automaticky se bezdrátově propojí. Úspěšné propojení je indikováno zvukovým signálem. Jednotky jsou dvě kvůli zajištění stereoskopického vidění kamer, zajištění správného fungování systému i při náhodné okluzi jedné z jednotek (např. když uživatel zastíní jedno zařízení rukou), umožnění koincidenčního vyhodnocování (pro zvýšení spolehlivosti) a rovněž pro zachování funkčnosti v případě poruchy či mechanickém poškození jedné z jednotek.

Uvnitř sensorické jednotky se nachází plošný spoj, na kterém je umístěna veškerá mikroelektronika. Jedná se především o procesor, který zajišťuje veškerou komunikaci jednotlivých komponent a vyhodnocuje data ze sensorů. Na plošném spoji je dále umístěn Bluetooth modul, reproduktor, elektronika pro nabíjení baterie a další podpůrné obvody, jako je modul akcelerometru (zajišťuje detekci nepohybujícího se uživatele pro šetření baterie). V sensorické jednotce se dále nacházejí Li-ion baterie napájející veškerou elektroniku a především hlavní dva senzory – CCD kamera se širokoúhlou čočkou z tvrzeného otěruodolného skla a modul LiDAR.

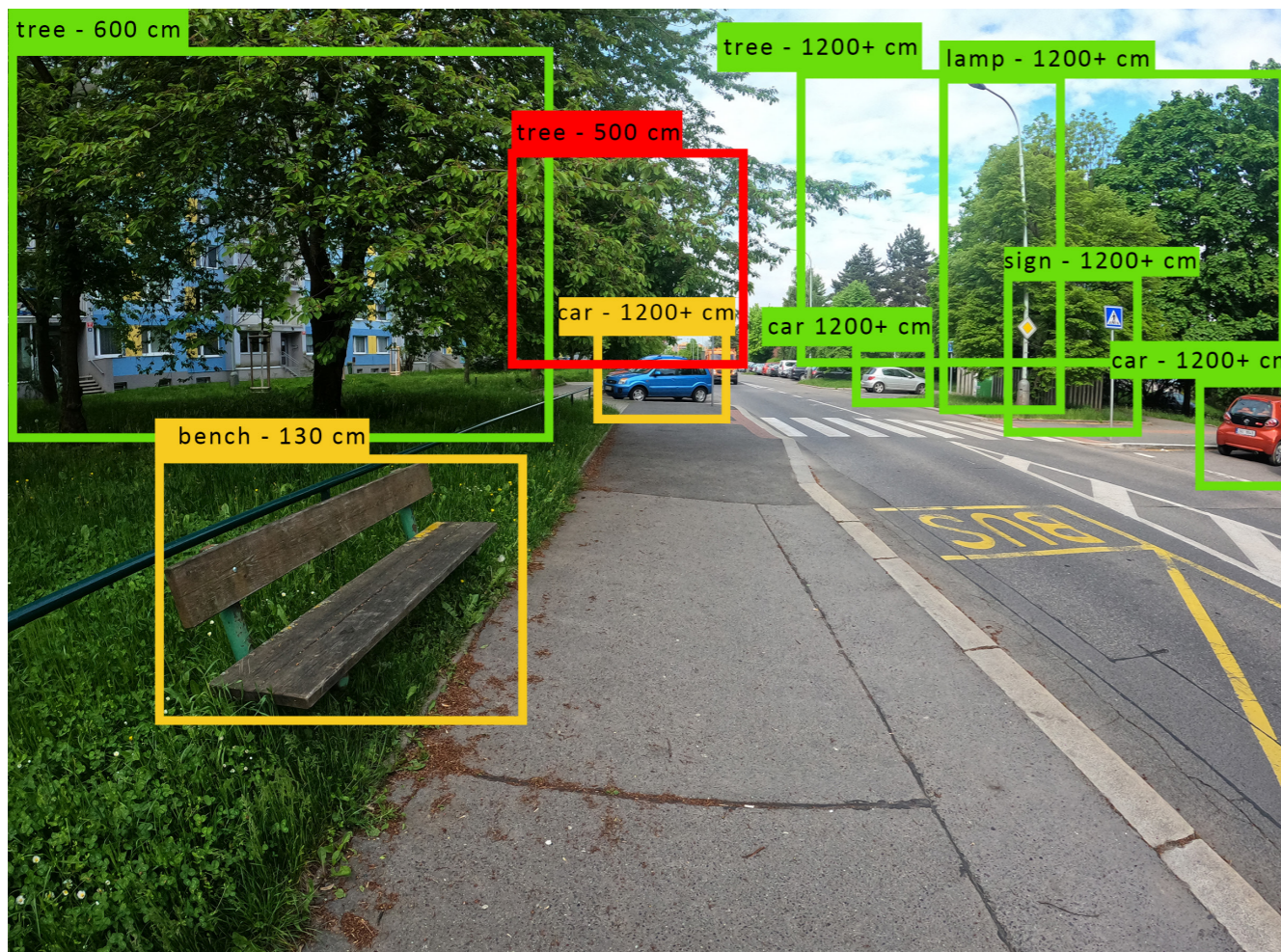
Prvotní model jednotek zatím počítá pouze s elementárními funkcemi, které se postupně budou doplňovat na základě potřeb uživatelů. Z toho důvodu je uživatelské rozhraní omezeno na tři tlačítka – na levé boční straně jedno větší pro zapnutí a vypnutí a na pravé boční straně dvě menší reliéfně odlišená pro zvyšování a snižování hlasitosti. Na spodní straně modelu se nachází USB-C port pro nabíjecí USB-C konektor, který je opatřený krytkou, aby nedocházelo ke vstupu vody či nečistot.

2) Zpětná vazba indikující přítomnost nebezpečné překážky bude realizována pomocí vibračních motorků umístěných na vnitřní straně popruhů batohu. V batohu se rovněž nachází samostatná „sekce“ pro elektroniku komunikující pomocí Bluetooth se sensorickými jednotkami. Zde je také umístěna rozšiřující a objemnější baterie pro zajištění delšího fungování zařízení. Z toho důvodu je uvnitř popruhu veden napájecí kabel, který se připojuje do USB-C portu sensorických jednotek. Konektor je chráněn vodětěsným uzávěrem typu „spring squeeze pouch“, jenž je součástí popruhů batohu.



Uživatel si obě sensorické jednotky připevní na popruhy batohu v oblasti všího vysoce pevnostního suchého zipu. Po zmáčknutí obou tlačítek pro zapnutí/vypnutí (doprovázeno zvukovým signálem/hlasovou frází) se systém zapne a uživatel předpaží obě ruce a zvedne palce obou rukou. Toto gesto funguje jako ověřovací metoda, zda systém běží, jak má. Je-li vše v pořádku, ozve se z obou zařízení pozitivní zvukový signál/hlasová fráze, pokud ne, ozve se z obou zařízení hlasová fráze popisující problém (např. *Levá kamera nevidí, otřete ji*). Jakmile uživatel znovu zmáčkne obě tlačítka zapnutí/vypnutí (doprovázeno zvukovým signálem/hlasovou frází), systém se vypne.

Ve chvíli, kdy jsou zapnuty sensorické jednotky, se zároveň spouští rozpoznávací algoritmus, který vyhodnocuje objekty v okolí. Na základě předem definovaných parametrů objektů, které vycházejí ze seznamu nejvíce nebezpečných překážek, automaticky eliminuje nepodstatné prvky a na nic neupozorňuje. V případě, že se uživatel blíží k nebezpečné překážce, začnou vibrovat popruhy batohu. Jejich intenzita se postupně zvyšuje v závislosti na vzdálenosti uživatele od překážky. Podobný proces nastává v případě, kdy zařízení zachytí jakékoliv glyfy, které porovná se slovníkem a vyhodnotí kontext. Pokud obsahují výraz zájmu (opět na základě předem stanovených podmínek), přečte je nahlas reproduktorem.



červená – překážka, na kterou je nutno upozornit

žlutá – překážka detekovatelná holí, neupozorňovat (nicméně v budoucnu by mohlo docházet k větší customizaci, myšleno upravit si, jaké překážky chce uživatel detekovat)

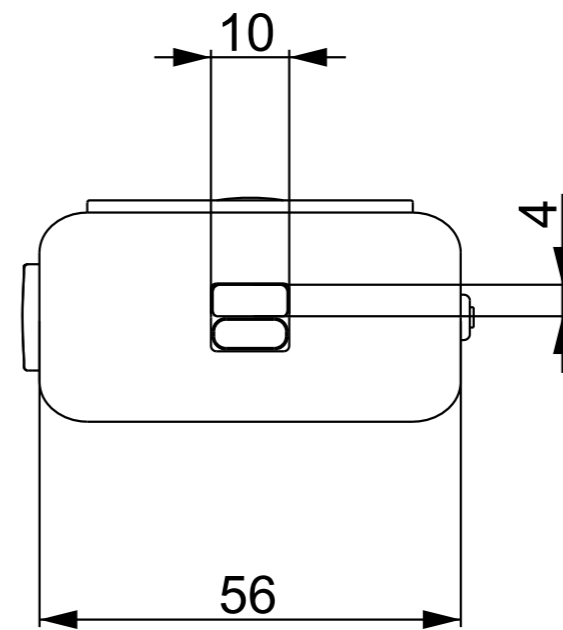
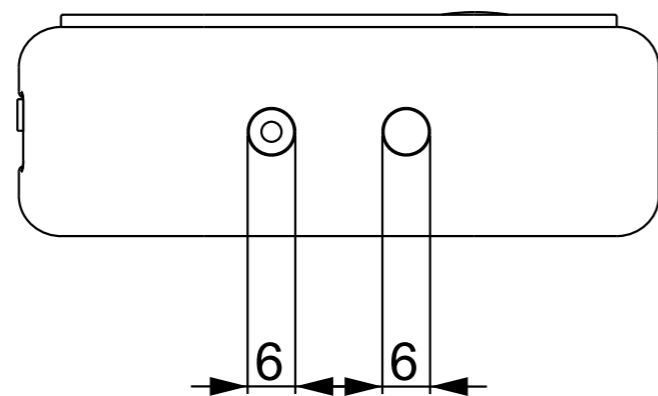
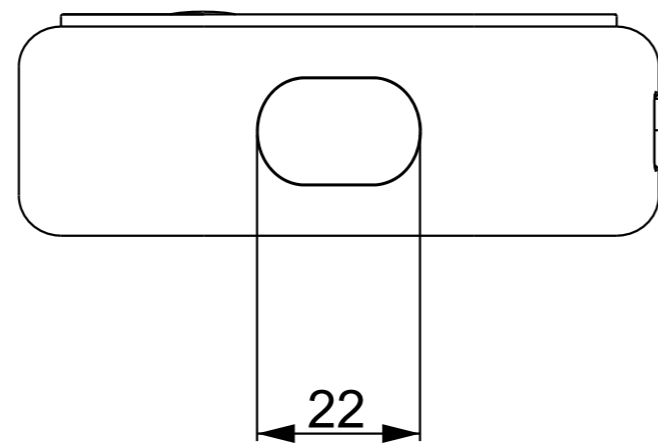
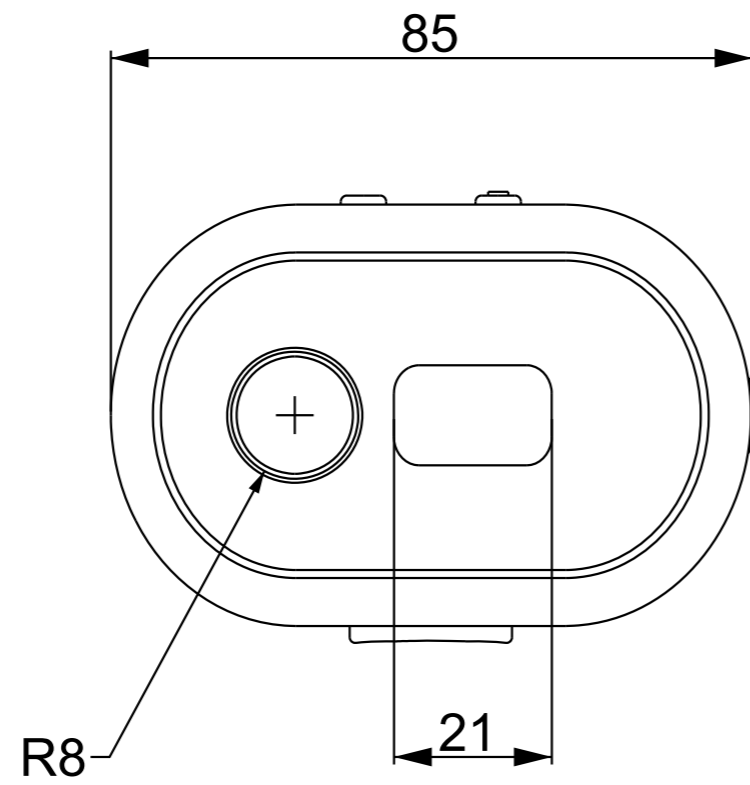
zelená – překážka mimo očekávanou cestu chůze, neupozorňovat

růžová – glyfy žádané

modrá – glyfy nežádané

# Technický výkres

M 1 : 1 (mm)



# ZÁVĚR

---

Cílem bakalářské práce bylo porozumět potřebám lidí s těžkým zrakovým postižením a navrhnout asistivní pomůcku, která by byla vhodným doplňkem k bílé holi. Na základě rešerše a provedeného uživatelského výzkumu se mi úspěšně podařilo definovat základní kritéria pro toto nové zařízení. V rámci své bakalářské práce jsem představila koncept nového produktu včetně nástinění jeho technologických parametrů.

Výsledný návrh slouží především jako ukázka možného přístupu k celkovému konceptu, který je ovšem stále v počáteční fázi rozpracování. Z toho důvodu nejsou u návrhu zohledněna či doladěna veškerá hlediska (např. konečný výběr technických prvků, výroba, materiál, způsob nasazování, barevné varianty atd.). Zvolený přístup také počítá se zakomponováním batohu, jehož designu zatím nebyla věnována samostatná pozornost, neboť by měl být předmětem dalších analýz, navrhování a testování s uživateli. Proto je jeho vzhled pouze ilustrativní.

Můj projekt dospěl do fáze prvotního testování. Jako do všech lidských činností, i do mé bakalářské práce zasáhla pandemie koronaviru. Myslím, že za daných okolností, jsem udělala maximum pro naplnění stanoveného zadání. Kvůli několikaměsíčnímu nouzovému stavu jsem nemohla prověřit veškeré varianty návrhu na dostatečně velkém vzorku. Jsem však ráda, že i v této situaci se mi povedlo pro svůj koncept získat šest účastníků, kteří na vlastní kůži vyzkoušeli mnou navrženou pomůcku. Podmínky neumožnily testovat veškeré aspekty, jež by vedly k definování parametrů funkčního prototypu. Proto chci na záměru tvorby asistivní pomůcky pro nevidomé dále pracovat, aby mohla reálně sloužit handicapovaným spoluobčanům. Důležitým impulsem pro rozpracování mého konceptu je významný pokrok v oboru AI, který umožňuje uvažování v jiných kvalitativních dimenzích. Dá se to přirovnat k počátkům mobilního telefonu, který byl ještě před čtvrtstoletím luxusní masově nedostupnou záležitostí pro vyvolené, zatímco dnes ho má opravdu téměř každý. Právě tento převratný technologický posun by se měl odrážet i v bourání bariér handicapovaných.

I z tohoto důvodu by mě velmi těšilo, kdyby se má vize přetavila do reálného produktu. Avšak i kdyby se nepodařilo mou myšlenku dotáhnout do komerční fáze, nepovažovala bych své úsilí za zbytečné. Svou prací a komunikací s cílovou skupinou jsem totiž chtěla zdůraznit, že vyspělé a bohaté firmy by sice měly využívat veškeré technické vymoženosti, ale přitom by nikdy neměly zapomínat na potřeby uživatelů. Ani designér nesmí řešit jen estetickou stránku věci, ale i její přínos pro spotřebitele. Největším poučením, které mi doba strávená nad touto bakalářskou prací dala, je, že designér musí lidem, pro které tvoří, naslouchat.

# PODĚKOVÁNÍ

---

Ráda bych poděkovala vedoucímu bakalářské práce prof. ak. Soch. Marianu Karlovi a odbornému asistentovi MgA. Josefu Šafaříkovi, DiS., PhD. za cenné rady a připomínky, za podporu a za ochotu věnovat mi svůj čas i nad rámec svých povinností. Taktéž chci poděkovat doktorandce MgA. Jitce Frouzové za užitečné komentáře během konzultací.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Lukáši Neumannovi, PhD. za poskytnutí odborných technických poznatků a Zdeňkovi Bajtlovi z centra SONS díky němuž jsem mohla lépe pochopit úskalí spojená s pohybem a orientací nevidomých. Poděkování také patří Ing. Miroslavovi Macíkovi, Ph.D. za ochotu ujmout se oponentury mé práce.

Děkuji také rodině, přátelům a všem, kteří mi byli oporou i ve velice vypjatých a stresových situacích.

Má práce by nemohla být kompletní bez odborných konzultací, jež mi velice ochotně během semestru poskytoval doc. Ing. Zdeněk Míkovec, Ph.D., za což jsem mu velmi vděčná. Také mu děkuji za jeho obrovskou pomoc při organizování uživatelského výzkumu. Tím chci rovněž v neposlední řadě velice poděkovat všem nevidomým, kteří se výzkumu zúčastnili, a bez kterých by má práce nemohla vzniknout.



# ZDROJE

- [1] MARIOTTI, Silvio P. Global data on visual impairments 2010. *World Health Organization*. 2012, 20.
- [2] SJEDNOCENÁ ORGANIZACE NEVIDOMÝCH A SLABOZRÁKÝCH ČR. *Koncepce činnosti* [online]. [vid. 2021-05-16]. Dostupné z: <http://www.brailnet.cz/sons/docs/konc98.htm>
- [3] POSLEPU.CZ. *Kolik je v České republice zrakově postižených lidí?* [online]. 1. červen 2018 [vid. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://poslepu.cz/kolik-je-v-ceske-republice-zrakove-postizenych-lidi/>
- [4] ÚZIS ČR. *MKN-10 klasifikace* [online]. 1. leden 2021 [vid. 2021-05-14]. Dostupné z: <https://mkn10.uzis.cz/>
- [5] BUBENÍČKOVÁ, Hana, Petr KARÁSEK a Radek PAVLÍČEK. *Zrakové vady | Přílohy | Kompenzační pomůcky pro uživatele se zrakovým postižením* [online]. 2012 [vid. 2021-05-14]. Dostupné z: <http://pomucky.blindfriendly.cz/zrakove-vady.html>
- [6] FRANC, Jakub, Zdeněk MÍKOVEC a Jan VYSTRČIL. *PROSTOROVÁ NAVIGACE V KAŽDODENNÍM ŽIVOTĚ NEVIDOMÝCH – PARTICIPAČNÍ VÝZKUM. Psychologie pro praxi*. 2014, XLIX(3), 47–58. ISSN 1803-8670.
- [7] BRENDAN TEDRICK. *Adjustment, Losses and Positive Attitude: Dealing With Vision Impairment and Blindness | Alliance for Equality of Blind Canadians* [online]. 2006 [vid. 2021-03-23]. Dostupné z: <http://www.blindcanadians.ca/publications/cbm/25/adjustment-losses-and-positive-attitude-dealing-vision-impairment-and-blindness>
- [8] KURIAKOSE, Bineeth, Raju SHRESTHA a Frode Eika SANDNES. *Tools and Technologies for Blind and Visually Impaired Navigation Support: A Review. IETE Technical Review* [online]. 2020, 1–16. ISSN 0256-4602, 0974-5971. Dostupné z: doi:10.1080/02564602.2020.1819893
- [9] WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Assistive technology* [online]. [vid. 2021-05-15]. Dostupné z: <https://www.who.int/westernpacific/health-topics/assistive-technology>
- [10] BUBENÍČKOVÁ, Hana, Petr KARÁSEK a Radek PAVLÍČEK. *Česká abeceda Braillova písmo | Přílohy | Kompenzační pomůcky pro uživatele se zrakovým postižením* [online]. 2012 [vid. 2021-05-15]. Dostupné z: <http://pomucky.blindfriendly.cz/ceska-abeceda-braillova-pisma.html>
- [11] BUBENÍČKOVÁ, Hana a Roman KABELKA. *Braillové řádky | Blind Friendly Web* [online]. březen 2008 [vid. 2021-05-15]. Dostupné z: <http://blindfriendly.cz/braillovske-radky>
- [12] KARÁSEK, Petr. *Drobné pomůcky denní potřeby / Pro domácnost | Kompenzační pomůcky pro uživatele se zrakovým postižením* [online]. 2012 [vid. 2021-05-15]. Dostupné z: <http://pomucky.blindfriendly.cz/drobne-pomucky-denni-potreby-pro-domacnost.html>
- [13] DOT. *Braille Device (Dot Incorporation)* [online]. [vid. 2021-05-18]. Dostupné z: <http://dotincorp.com/page/31?gbn2=Dot+Watch>
- [14] BALATA, Jan, Jakub FRANC, Zdeněk MIKOVEC a Pavel SLAVIK. *Collaborative navigation of visually impaired. Journal on Multimodal User Interfaces* [online]. 2013, 8(2), 175–185. ISSN 1783-7677, 1783-8738. Dostupné z: doi:10.1007/s12193-013-0137-9
- [15] RŮŽIČKOVÁ, Mgr Bc Veronika. *SAMOSTATNÝ POHYB A PROSTOROVÁ ORIENTACE OSOB SE ZRAKOVÝM POSTIŽENÍM*. 2012, 60.
- [16] SONS. *Archivní verze stránek SONS ČR - Bílé hole - Kategorizace a názvosloví bílých holí* [online]. [vid. 2021-05-18]. Dostupné z: <http://archiv.sons.cz/docs/bilehole/01.php>
- [17] JOSEF KONEČNÝ. *AKUSTICKÉ ÚPRAVY PRO NEVIDOMÉ* [online]. [vid. 2021-05-18]. Dostupné z: <http://www.centrumpronevidome.cz/subdom/bariery/bariery/akusticke.htm>
- [18] PAVLÍČEK, Radek. *Haptické mapy pro nevidomé. POSLEPU* [online]. 20. březen 2014 [vid. 2021-05-18]. Dostupné z: <https://poslepu.cz/hapticke-mapy-pro-nevidome/>
- [19] SONS. *SONS ČR - Navigace* [online]. [vid. 2021-05-18]. Dostupné z: <https://www.sons.cz/navigace>
- [20] DAKOPOULOS, D. a N.G. BOURBAKIS. *Wearable Obstacle Avoidance Electronic Travel Aids for Blind: A Survey. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews)* [online]. 2010, 40(1), 25–35. ISSN 1094-6977, 1558-2442. Dostupné z: doi:10.1109/TSMCC.2009.2021255
- [21] RAMADHAN, Ali. *Wearable Smart System for Visually Impaired People. Sensors* [online]. 2018, 18(3), 843. ISSN 1424-8220. Dostupné z: doi:10.3390/s18030843
- [22] LEE, Timothy B. *Lidar used to cost \$75,000—here's how Apple brought it to the iPhone | Ars Technica* [online]. 15. říjen 2020 [vid. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://arstechnica.com/cars/2020/10/the-technology-behind-the-iphone-lidar-may-be-coming-soon-to-cars/>
- [23] DANS, Enrique. *The Incredible Shrinking LiDAR. Forbes* [online]. 11. září 2020 [vid. 2021-05-16]. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/enriquedans/2020/09/11/the-incredible-shrinking-lidar/>
- [24] ESIGHT. *Low vision device for the visually impaired and legally blind. eSight* [online]. [vid. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://esighteyewear.com/low-vision-device-for-visually-impaired/>

- [25] SAGITTA. OrCam MyEye ŽIVOT S ORCAM - Pomáháme lidem, kteří jsou slepí nebo slabozrací. *OrCam MyEye* [online]. [vid. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://www.orcameye.cz/zivot-s-orcam>
- [26] BRAINPORT TECHNOLOGIES. BrainPort Vision Pro | United States | BrainPort Technologies. *Brainport* [online]. [vid. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://www.wicab.com/brainport-vision-pro>
- [27] WEWALK. WeWALK. *WeWALK Smart Cane* [online]. [vid. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://wewalk.io/en/product/>
- [28] BAWA CANE. BAWA Cane - BAWA Cane - Recreating Hope for the Visually Impaired. *BAWA Cane* [online]. [vid. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://www.bawa.tech/product/bawacane/>
- [29] ULTRACANE. *About the UltraCane* [online]. [vid. 2021-03-23]. Dostupné z: [https://www.ultracane.com/about\\_the\\_ultracane](https://www.ultracane.com/about_the_ultracane)
- [30] SUNU. *Sunu Band* [online]. [vid. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://www.sunu.com/en/index>
- [31] IMERCIV. *iMerciv. Wearable Assistive Technology* [online]. [vid. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://www.imerciv.com/index.shtml>
- [32] STRAP TECHNOLOGIES. STRAP. *STRAP Technologies* [online]. [vid. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://strap.tech/product/>

# OBRAZOVÉ ZDROJE

---

**Obr. 1** RYSZAWY, Jiří. Hmatový displej. Plus.rozhlas.cz [online]. [cit. 2021-5-20]. Dostupné z: <https://plus.rozhlas.cz/monitory-bez-obrazovek-6690130>

Obr 10 Plnospektrální simulátor

**Obr. 2** Váha kuchyňská česky mluvící do 5kg. Handicapzn.cz [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.handicapzn.cz/katalog/pomucky-pro-nevidome-a-slabozrake/vaha-kuchynska-cesky-mluvici-do-5kg-detail>

**Obr. 3** Indikátor hladiny s vibrací zvukem a magnetem. Handicapzn.cz [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.handicapzn.cz/katalog/pomucky-pro-nevidome-a-slabozrake/vaha-kuchynska-cesky-mluvici-do-5kg-detail>

**Obr. 4** Dot Watch. Buy.dotincorp.com [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://buy.dotincorp.com/product/dot-watch/>

**Obr. 5** ESight 4. Lowvisionsource.com [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://lowvisionsource.com/product/esight-4-glasses/>

**Obr. 6** Asistenční zařízení pro nevidomé OrCam MyEye 2 nahrazuje zrak pomocí umělé inteligence. Systemonline.cz [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/zpravy/asistencni-zarizeni-pro-nevidome-orcam-myeye-2-nahrazuje-zrak-pomoci-umele-inteligence-z.htm>

**Obr. 7** BrainPort Vision Pro. Wicab.com [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.wicab.com/brainport-vision-pro>

**Obr. 8** WeWalk Smart Cane. Specialneedscomputers.ca [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: [https://www.specialneedscomputers.ca/index.php?l=product\\_detail&p=6678](https://www.specialneedscomputers.ca/index.php?l=product_detail&p=6678)

**Obr. 9** BAWACane. Bawa.tech [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://bawa.tech/>

**Obr. 10** UltraCane. Specialneedscomputers.ca [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: [https://www.specialneedscomputers.ca/index.php?l=product\\_detail&p=3345](https://www.specialneedscomputers.ca/index.php?l=product_detail&p=3345)

**Obr. 11** SUNU Náramek. Giebhhelp.eu [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://giebhhelp.eu/sunu-naramek/>

**Obr. 12** The BuzzClip: Wearable Mobility Tool for the Blind. Indiegogo.com [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.indiegogo.com/projects/the-buzzclip-wearable-mobility-tool-for-the-blind#/>

**Obr. 13** Strap Technologies – The world's first total replacement of the white cane for the blind. Closingthegap.com [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.closingthegap.com/the-worlds-first-total-replacement-of-the-white-cane-for-the-blind/>

**Obr. 14** BlindSquare. Slunecnice.cz [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.slunecnice.cz/ios/sw/blindsquare/>

**Obr. 15** Lazarillo. Mip.qa [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://mip.qa/solution/lazarillo/>

**Obr. 16** Ariadne GPS. Ariadnegps.eu [online]. [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: <https://www.ariadnegps.eu/en/more-on-the-app/>