

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra informačních technologií**



**Diplomová práce**

**UX/UI design automobilového infotainmentu**

**Bc. Miroslav Zapletal**

© 2023 ČZU v Praze



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Miroslav Zapletal

Systémové inženýrství a informatika  
Informatika

Název práce

**UI/UX design automobilového infotainmentu**

Název anglicky

**UI/UX design of car infotainment**

---

### Cíle práce

Cílem diplomové práce je vytvoření návrhu digitální palubní desky automobilu na základě teoretických znalostí UX a jeho testování z pohledu použitelnosti.

Teoretická část má za cíl analýzu problematiky tvorby UI, konkrétně s tématem HMI (Human Machine Interface – rozhraní mezi člověkem a strojem) v automobilových rozhraních. Dílčím cílem bude provedení rešerše dosavadních metod tvorby digitálních palubních desek a jejich charakteristika z pohledu User Experience. Teoretickou část uzavře definice faktorů ovlivňující tvorbu HMI.

Cílem praktické části bude tvorba několika variant uživatelsky přívětivých HMI a jejich následné testování z pohledu použitelnosti a UX. Součástí bude také přehledná ukázka postupů identifikovaných v teoretické části a přehled možností praktického využití vytvořených HMI prototypů v praxi.

### Metodika

První část diplomové práce bude založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů zabývajících se tématem Human Machine Interface v prostředí automobilového průmyslu. Na tuto část naváže definice možností využití User Experience a použitelnosti při návrhu HMI s popisem metod uživatelského hodnocení použitelnosti.

Na základě provedené analýzy budou následně vytvořeny návrhy vhodného vzorového HMI řešení splňující podmínky přístupnosti. Vytvořená UI prostředí budou poté podrobena uživatelskému testování s definicí cílů a požadavků na konkrétní řešení a možností praktického využití.

Na základě syntézy teoretických poznatků a výsledků v praktické části budou formulovány závěry diplomové práce.

## Doporučený rozsah práce

60 – 80 stran

## Klíčová slova

UX, použitelnost, uživatelské rozhraní, UI, HMI, automotive, hodnocení použitelnosti, uživatelské testování, testování použitelnosti

---

## Doporučené zdroje informací

- ALBERT, William a TULLIS Thomas. Measuring the user experience: collecting, analyzing, and presenting usability metrics. Newnes, 2013. ISBN 9780124157811.
- BULEY, Leah. The User Experience Team of One: A Research and Design Survival Guide. 21. ilustrované vydání. New York: Rosenfeld Media, 2013. ISBN 9781933820187.
- COURAGE, Catherine, Kathy BAXTER a Kelly CAINE. Understanding your users: a practical guide to user research methods. Second edition. Boston: Elsevier, Morgan Kaufmann, 2015. ISBN 9780128002322.
- KRUG, S. *Nenuťte uživatele přemýšlet! : praktický průvodce testováním a opravou chyb použitelnosti webu*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2923-4.
- MEIXNER, Gerrit a Christian MÜLLER. Automotive User Interfaces: Creating Interactive Experiences in the Car. Cham (Switzerland): Springer, 2017. ISBN 9783319494487.

---

## Předběžný termín obhajoby

2022/23 LS – PEF

## Vedoucí práce

Ing. Petr Benda, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra informačních technologií

Elektronicky schváleno dne 17. 8. 2021

**doc. Ing. Jiří Vaněk, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2021

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**


Děkan

V Praze dne 28. 03. 2023

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "UX/UI design automobilového infotainmentu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28. 3. 2023



---

**Miroslav Zapletal**

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu své diplomové práce panu Ing. Petru Bendovi, Ph.D., za spolupráci a za cenné připomínky a rady k obsahu práce. Dále také své rodině za jejich podporu nejen v průběhu vypracovávání této práce, ale především po celou dobu studia.

# UX/UI design automobilového infotainmentu

## Abstrakt

S rostoucím technologickým vývojem v automobilovém průmyslu se lze setkat s otázkou kompromisu mezi použitím moderních technologií a bezpečností řidiče, kdy může docházet k odvádění pozornosti od řízení interakcí s dotykovou obrazovkou umístěnou na palubní desce. Právě tématem HMI (Human-Machine Interface – rozhraní mezi člověkem a strojem) v prostředí automotive se zabývá tato diplomová práce.

Na základě rešerše dosavadních metod tvorby designu dotykových palubních obrazovek a jejich charakteristik z pohledu User Experience, spolu s definicí faktorů ovlivňující tvorbu HMI, je v této práci vytvořeno několik variant uživatelsky přívětivých HMI. Ty jsou následně, kvantitativní i kvalitativní metodikou, otestovány z pohledu použitelnosti v UX laboratoři, s důrazem na měření distrakce řidiče při plnění úkolů na dotykové obrazovce během jízdy.

Z uživatelského testování připravených konceptů vzešel konkrétní návrh HMI, který nejen že získal nejlepší výsledky při měření distrakce řidiče, ale i nejpozitivnější uživatelská hodnocení. Z dosažených výsledků testování jsou identifikovány vhodné způsoby tvorby grafických návrhů těchto rozhraní tak, aby došlo k minimalizaci distrakce řidiče a zároveň k uživatelské akceptaci vytvořeného rozhraní.

**Klíčová slova:** UX, použitelnost, uživatelské rozhraní, UI, infotainment, HMI, automotive, hodnocení použitelnosti, uživatelské testování, testování použitelnosti

# UX/UI Design of Car Infotainment

## Abstract

With the increasing technological development in the automotive industry, we can face the issue of compromise between the use of modern technologies and the safety of driver, where attention can be diverted from driving to control of the touch screen located on the dashboard. This diploma thesis deals with the topic of HMI (Human-Machine Interface) in the automotive environment.

Based on the research of existing methods of creating digital dashboards and their characteristics from the point of view of User Experience, together with the definition of factors influencing the creation of HMIs, several variants of user-friendly HMIs are created in this work. These are subsequently tested from the usability point of view in the UX laboratory, using quantitative and qualitative methodology, with an emphasis on measuring the driver's distraction when performing tasks on the touch screen while driving.

From the user testing of the prepared concepts, a specific HMI design emerged, which obtained not only the best results when measuring driver distraction, but also the most positive user evaluations. From the achieved testing results, appropriate ways of creating graphic designs of these interfaces are identified to minimize driver distraction and at the same time ensure user acceptance of the created interface.

**Keywords:** UX, User Experience, UI, User Interface, Infotainment, Automotive, Usability, Usability Testing, User Testing, Driver Distraction,



# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>14</b>
<b>2 Cíl práce a metodika .....</b>	<b>16</b>
2.1 Cíl práce .....	16
2.2 Metodika.....	16
<b>3 Teoretická východiska .....</b>	<b>17</b>
3.1 Definice pojmů .....	17
3.1.1 Human-Machine Interface .....	17
3.1.2 Human-Centered Design.....	17
3.1.3 Automotive.....	18
3.2 HMI v prostředí automotive .....	20
3.2.1 Displej před řidičem (FPK).....	21
3.2.2 Head-up displej (HUD).....	21
3.2.3 Středový displej (ABT).....	21
3.2.4 Vývoj automobilového HMI.....	22
3.3 User Interface .....	26
3.3.1 Nástroje pro vizuální návrh UI.....	27
3.3.2 Nástroje pro návrh a prototypování UI .....	29
3.3.3 Ukázky dosavadní tvorby uživatelského rozhraní v prostředí automotive	30
3.4 User Experience .....	34
3.4.1 Faktory ovlivňující UX .....	35
3.4.2 Definice použitelnosti .....	38
3.5 Metody průzkumu uživatelské zkušenosti .....	40
3.5.1 Deníkové studie.....	41
3.5.2 Rozhovory.....	41

3.5.3	Ankety.....	41
3.5.4	Card Sorting.....	42
3.5.5	Skupinová diskuse .....	42
3.5.6	Terénní studie .....	42
3.6	Hodnotící metody uživatelské zkušenosti.....	43
3.6.1	Testování použitelnosti .....	44
3.6.2	AB testing .....	44
3.6.3	Eye tracking .....	45
3.6.4	Pozorování .....	47
3.7	Faktory ovlivňující tvorbu HMI v automotive.....	47
3.7.1	Použitelnost.....	48
3.7.2	Rozptýlení.....	49
3.7.3	Akceptace řidičem .....	52
<b>4</b>	<b>Vlastní práce .....</b>	<b>54</b>
4.1	Identifikace cílové skupiny, tvorba person .....	55
4.1.1	Persona 1 .....	56
4.1.2	Persona 2.....	57
4.1.3	Persona 3.....	58
4.2	Dotazníkový průzkum.....	59
4.2.1	Tvorba návrhů.....	59
4.2.2	Dotazník.....	61
4.2.3	Výsledky online průzkumu .....	61
4.2.4	Výsledky jednotlivých grafických návrhů.....	64
4.2.5	Porovnání výsledků a výběr nejvhodnějších variant .....	75
4.3	Tvorba návrhů pro závěrečné testování .....	77
4.3.1	Definování požadavků a základní rozložení.....	78

4.3.2	Figma – popis prostředí a klíčové vlastnosti.....	81
4.3.3	Figma – tvorba komponent .....	82
4.3.4	Figma – tvorba jednotlivých návrhů .....	84
4.3.5	Výsledné grafické návrhy .....	87
4.4	Popis prostředí a měřené metriky pro uživatelské testování .....	91
4.4.1	Popis prostředí simulátoru .....	91
4.4.2	Měření a sběr dat.....	93
4.5	Uživatelské testování.....	96
4.5.1	Hlavní cíle a otázky k testování .....	96
4.5.2	Metodologie testování.....	98
4.5.3	Popis vzorku účastníků .....	100
4.5.4	Výsledky uživatelského testování.....	101
4.5.5	Detailní poznatky ke konceptům.....	103
4.5.6	Výsledky z měření distrakce řidiče .....	107
4.5.7	Výsledky z uživatelského hodnocení .....	111
<b>5</b>	<b>Výsledky a diskuse .....</b>	<b>117</b>
<b>6</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>119</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>121</b>
<b>8</b>	<b>Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk .....</b>	<b>127</b>
8.1	Seznam obrázků .....	127
8.2	Seznam tabulek.....	128
8.3	Seznam grafů.....	129
8.4	Seznam použitých zkratk.....	130
<b>9</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>131</b>
9.1	Struktura online dotazníku .....	131

9.2	Grafy z měření distrakce řidiče – záznam jízdy při plnění úkolu .....	136
-----	---	-----

# 1 Úvod

Jak šel čas, technologie zařízení umístěných ve vozidle se vyvinula od rádií a externích navigací až po vysoce moderní atraktivní infotainment<sup>1</sup> systémy, které uživatelům nabízí velké množství funkcí. Tyto systémy jsou neustále pokročilejší a s růstem jejich možností narůstá také jejich potenciální problém. Střetáváme se s otázkou kompromisu mezi moderní technologií a bezpečností řidiče, která může být snižována právě kvůli odvádění pozornosti od řízení k interakci s obrazovkou infotainmentu. K použitelnosti těchto systémů se tedy obrací zvýšená pozornost. Jsou vyvíjeny rozhraní, která mají usnadnit uživateli interakci a zefektivnit používání tohoto zařízení tak, aby byl co nejméně rozptýlen. Složitost a rozmanitost úkolů řízení představuje jedinečnou výzvu při definování použitelnosti. Interakce uživatele se zařízeními ve vozidle vytváří scénář tzv. dvojího úkolu, ve kterém mohou vznikat konflikty mezi primárními a sekundárními úkoly řízení. Tato a bezpečnostně kritická povaha řízení musí být zohledněno při definování a hodnocení použitelnosti zařízení ve vozidle. Je zřejmé, že definování použitelnosti závisí na kontextu použití daného zařízení.

Výsledky ukazují, že úkony, jako je telefonování nebo psaní textové zprávy na mobilním zařízení při řízení, významně ruší pozornost (Drews, 2008). Podle studie vypracované pro Evropskou komisi hraje rozptýlení řidiče roli v 10-30 % všech nehod na evropských cestách (2015). Podle NHTSA jen v roce 2019 zahynulo v důsledku nehod spojených s rozptýlením řidiče třes 3 tisíce osob a zraněno bylo 424 tisíc lidí (2021). Jednou z příčin rozptýlení je i interakce s infotainment systémy. V důsledku toho je v automobilovém kontextu klíčové navrhovat systémy zaměřené na snížení rozptýlení řidiče. Koncepce interakce musí být jasné, spolehlivé a konzistentní a modality musí být pro daný úkol a uživatele vhodně zvoleny. Uživatel nesmí mít žádné pochybnosti nebo dotazy ohledně způsobu interakce se systémem. S rostoucí složitostí a rozmanitostí funkcí automobilového HMI se tyto aspekty stávají ještě důležitějšími.

Právě na problematiku spojenou s rozptýlením řidiče při používání dotykové obrazovky, umístěné na palubní desce automobilu, se zaměřuje tato práce. Konkrétně se jedná o praktické návrhy těchto obrazovek a jejich testování z pohledu použitelnosti se zaměřením na identifikaci způsobů, jak lze ovlivnit distrakci řidiče zvoleným grafickým

---

<sup>1</sup> Infotainment – jde o složeninu z anglických výrazů information a entertainment – informace a zábava

stylem infotainmentu a rozložením jednotlivých prvků. Pro zajištění správných postupů tvorby je nutné si nejprve uvědomit, pro koho jsou takové návrhy dotykové obrazovky určeny, kdo bude jejich primárním uživatelem a jaké funkce by měly obsahovat. Na to navazuje potřeba ověřit preference uživatelů vzhledem ke grafickému stylu – tedy vytipování konkrétního designu, aby byl uživatelsky přívětivý a zároveň co nejméně rušivý při praktickém použití. Pro možnost porovnání je zase vhodné vytvoření několika různých variant návrhů dotykových obrazovek, jež vychází z teoretických poznatků a dosavadních metod tvorby interaktivních rozhraní používaných v automobilech.

Na tvorbu těchto komplexních návrhů poté navazuje uživatelské testování – tedy kvantitativní i kvalitativní metodikou ověřená použitelnost vytvořených konceptů a porovnání mezi nimi. Zkoumaní nejen toho, jak působí na uživatele formou zpracování, ovladatelností či stimulací, ale především jakým způsobem ovlivňují rozptýlení řidiče od řízení při používání nejběžnějších funkcí infotainmentu. Z výsledků testování vzešel nejvhodnější návrh rozhraní, jenž splňuje definované požadavky uživatelů a zároveň nenaplnuje předpoklady pro vysoké rozptýlení řidiče při jízdě v simulovaném prostředí. V závěru jsou zmíněny možnosti praktického použití a možné postupy pro další testování.

## **2 Cíl práce a metodika**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem diplomové práce je vytvoření návrhu infotainmentu automobilu na základě teoretických znalostí UX a jeho testování z pohledu použitelnosti.

Teoretická část má za cíl analýzu problematiky tvorby UI, konkrétně s tématem HMI (Human-Machine Interface – rozhraní mezi člověkem a strojem) v automobilových rozhraních. Dílčím cílem bude provedení rešerše dosavadních metod tvorby designu digitálních palubních obrazovek a jejich charakteristika z pohledu User Experience. Teoretickou část uzavře definice faktorů ovlivňující tvorbu HMI.

Cílem praktické části bude tvorba několika variant uživatelsky přívětivých HMI a jejich následné testování z pohledu použitelnosti a UX. Součástí bude také přehledná ukázka postupů identifikovaných v teoretické části a přehled možností praktického využití vytvořených HMI prototypů v praxi.

### **2.2 Metodika**

První část diplomové práce bude založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů zabývajících se tématem Human-Machine Interface v prostředí automobilového průmyslu. Na tuto část naváže definice možností využití User Experience a použitelnosti při návrhu HMI s popisem metod uživatelského hodnocení použitelnosti.

Na základě provedené analýzy budou následně vytvořeny návrhy vhodného vzorového HMI řešení splňující podmínky přístupnosti. Vytvořená UI prostředí budou poté podrobena uživatelskému testování s definicí cílů a požadavků na konkrétní řešení a možností praktického využití.

Na základě syntézy teoretických poznatků a výsledků v praktické části budou formulovány závěry diplomové práce.

## **3 Teoretická východiska**

Teoretická část se zabývá především tématem Human-Machine Interface v prostředí automobilového průmyslu. Kromě definice pojmů i analýzou současného a historického vývoje HMI v automobilech. Na to navazuje definice uživatelského prostředí UI a uživatelské zkušenosti UX a rozdíly mezi nimi. Jsou popsány aktuální nástroje pro tvorbu UI a metody průzkumu uživatelské zkušenosti. V závěru této části jsou popsány faktory ovlivňující tvorbu HMI v automotive, na které se navazuje v praktické části.

### **3.1 Definice pojmů**

#### **3.1.1 Human-Machine Interface**

Human-Machine Interface, zkráceně HMI, je uživatelské rozhraní, které spojuje osobu se strojem, systémem nebo zařízením (Debkaliuk, 2022). HMI může být vše od fyzického ovládacího panelu s tlačítky a kontrolkami až po průmyslové PC s barevným grafickým displejem a speciálním softwarem. Jak napovídá anglický název, jde o interakci mezi člověkem a strojem. HMI zobrazuje data v reálném čase a umožňuje uživateli ovládat zařízení pomocí grafického uživatelského rozhraní (tzv. GUI, Graphical User Interface), nebo pomocí fyzického uživatelského rozhraní (tzv. SUI, Solid User Interface).

#### **3.1.2 Human-Centered Design**

Human-Centered Design (design zaměřený na člověka, respektive uživatele) je přístup k vývoji interaktivních systémů, jehož cílem je učinit systémy použitelnými a užitečnými tím, že se zaměřují na uživatele, jejich potřeby a požadavky za použití lidských faktorů, či ergonomie, znalostí a technik použitelnosti (ISO 9241-210:2019, 2019). Tento přístup zvyšuje efektivitu a účinnost, zlepšuje lidskou pohodu, spokojenost uživatelů, dostupnost a udržitelnost a působí proti možným nepříznivým účinkům používání na lidské zdraví, bezpečnost a výkon.

Human-Centered Design vyžaduje určitou míru přizpůsobení uživateli v kontextu jeho potřeb a také kulturního zázemí (Meixner, 2017, s. 143-146). Zároveň je v dnešní době globalizace export v automobilovém průmyslu tak rozvinutým trendem, že je běžné, že uživatelé z druhé strany zeměkoule používají vůz a jeho software vyvinutý v naprosto



odlišném kulturním prostředí. Je tedy důležité, aby se úspěšné HMI umělo empaticky dostatečně modifikovat, aby bylo použitelné pro různá kulturní prostředí. Například pokud HMI používá člověk z arabských zemí, je třeba přizpůsobit nejen jazyk softwaru a klávesnici, ale také je třeba otočit textová pole pro umožnění čtení zprava doleva.

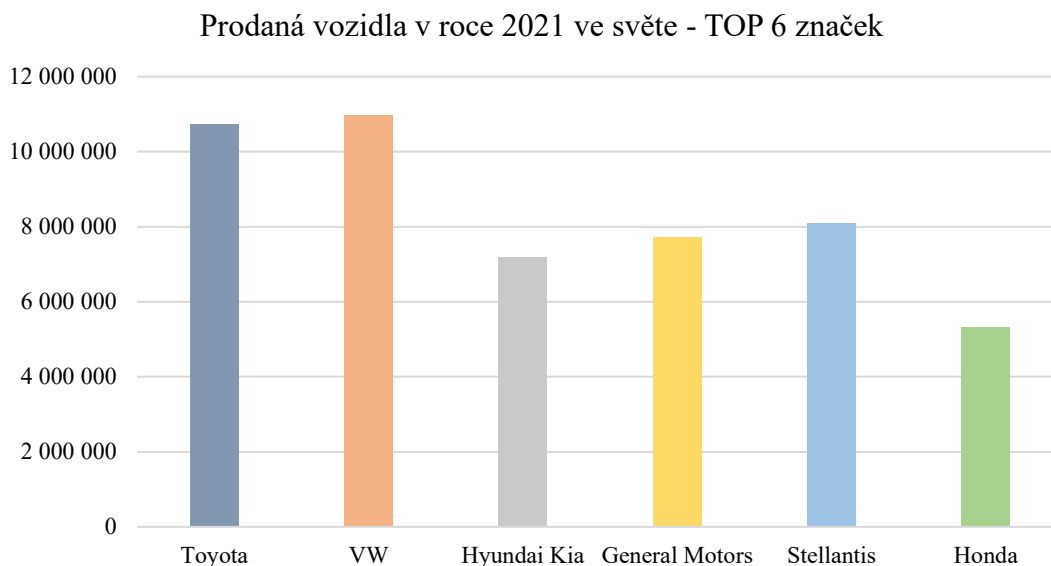
### 3.1.3 Automotive

Automobilový průmysl reprezentují všechny firmy a subdodavatelé zapojení do výroby motorových vozidel, včetně většiny jejich součástí, jako jsou motory a karoserie, s výjimkou pneumatik, baterií a paliva. Zahrnuje vývoj, výrobu, marketing a prodej motorových vozidel. Hlavními produkty tohoto odvětví jsou osobní automobily a lehká nákladní vozidla, včetně pickupů, dodávek a sportovních užitkových vozidel. Užitková vozidla (tj. dodávkové vozy a velké přepravní vozy, často nazývané návěsy), přestože jsou pro průmysl důležitá, jsou druhořadá.

Přestože se silniční vozidla s parním pohonem vyráběla už dříve, počátky automobilového průmyslu mají kořeny u vývoje benzinových motorů v 60. a 70. letech 19. století, především ve Francii a Německu (Bell Rae, 2022). Na začátku 20. století se k německým a francouzským výrobcům připojili britští, italské a američtí výrobci. Human-Centered Design (design zaměřený na člověka, respektive uživatele) je přístup k vývoji interaktivních systémů, jehož cílem je učinit systémy použitelnými a užitečnými tím, že se zaměřují na uživatele, jejich potřeby a požadavky za použití lidských faktorů, či ergonomie, znalostí a technik použitelnosti (ISO 9241-210:2019, 2019). Tento přístup zvyšuje efektivitu a účinnost, zlepšuje lidskou pohodu, spokojenost uživatelů, dostupnost a udržitelnost a působí proti možným nepříznivým účinkům používání na lidské zdraví, bezpečnost a výkon.

Raná výroba automobilů zahrnovala ruční montáž lidským pracovníkem. Proces se vyvinul od inženýrů pracujících na stojícím voze k systému dopravníkového pásu, kde vůz procházel několika stanicemi specializovanějších inženýrů. Počínaje 60. lety bylo do procesu zavedeno robotické zařízení a dnes se většina automobilů vyrábí převážně pomocí automatizovaných strojů.

Mezi současné hlavní výrobce automobilů se řadí japonská Toyota, německá Volkswagen group, jihokorejský Hyundai Kia a americký General Motors.



*Graf 1: Prodaná vozidla v roce 2021 ve světě – TOP 6 značek*

Zdroj: Vlastní zpracování, (Worldwide Car Sales by Manufacturer, 2023)

V současné době se automobilový průmysl rychle rozvíjí. Mezi hlavní trendy patří zajištění elektrifikace. Globální iniciativou je myšlenka, že elektřina použitá k nabíjení vozidel bude pocházet z obnovitelných zdrojů, aby byla zajištěna CO<sub>2</sub> neutrální mobilita, tedy jízda bez emisí (Kuhnert, 2018). Dalším trendem jsou autonomní vozidla, které nevyžadují zásah člověka do řízení ani ve složitých dopravních situacích. To zcela předefinuje používání jednotlivých platform mobility. Objevují se nové aplikační scénáře, které by byly ještě před několika lety nemyslitelné. Mezi další trendy patří sdílení aut, které je dostupné prostřednictvím různých platform především ve velkých městech. S růstem počtu autonomních vozů bude tento trend nabývat na síle. V současnosti se také rozvíjí propojení vozidla s ostatními vozy a s dopravní infrastrukturou, ale také propojení cestujících s vnějším světem. Témata vývoje elektrifikované, autonomně propojené a sdílené povedou k jasnějšímu zvýšení míry inovací v rámci automobilového průmyslu. Modelové cykly pěti až osmi let, které byly v tomto odvětví vždy běžné, by mohly být brzy minulostí. Místo toho bude řada modelů každoročně aktualizována s cílem integrovat nejnovější vývoj hardwaru a softwaru. Vzhledem k tomu, že zákazníci přirozeně nebudou chtít kvůli vysokým pořizovacím

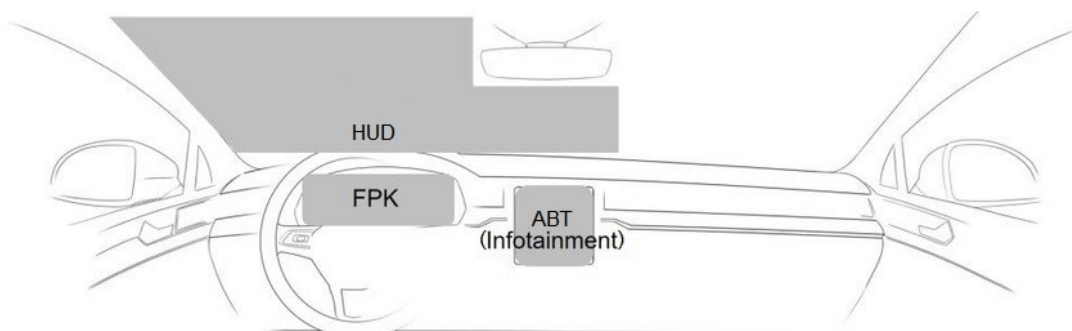
nákladům kupovat každý rok nové vozidlo, vstoupí krátké inovační cykly na trh především prostřednictvím pravidelných upgradů sdílených vozidel.

### 3.2 HMI v prostředí automotive

Automobilové HMI reprezentují funkce a komponenty hardwarových a softwarových aplikací automobilu, které umožňují řidičům a cestujícím komunikovat s vozidlem i s vnějším světem (Debkaliuk, 2022). Toto řešení zahrnuje dotykové obrazovky navigačního systému, sdružené systémy infotainmentu vozidla s hlasovým ovládáním, volant, tlačítka, displeje a asistenční nástroje pro řízení, které lidem umožňují porozumět technologii v autě, bezpečně ovládat svá vozidla, cítit se pohodlně a umožňují vnitřní kontrolu, díky čemuž se autonomní řízení stává stále dostupnějším. Ve skutečnosti autonomní a elektrická vozidla nemohou dosáhnout úspěšného přijetí zákazníky, pokud výrobci nevěnují dostatek pozornosti kvalitnímu HMI.

V mnoha neautomobilových odvětvích je interakce s počítači nebo smartphony primární úlohou uživatele (Debkaliuk, 2022). Uživatelé mohou svou kognitivní kapacitu zcela věnovat interakci s HMI a méně se soustředit na své okolí. Avšak v typickém automobilovém nastavení uživatelé současně řídí svůj vůz a k tomu musí zůstat v jízdním pruhu, hlídat si rychlost nebo reagovat na aktuální dopravní situaci. Menší pozornost může být věnována výběru destinací nebo změně rozhlasové stanice. To je zásadní rozdíl automobilového HMI od ostatních HMI, na který by se mělo při jeho vývoji pamatovat.

Součástí HMI může být displej před řidičem (FPK), head-up displej (HUD) a středový displej (ABT) - neboli také infotainment.



Obrázek 1: Rozložení automobilového HMI

Zdroj: Vlastní zpracování, (Bauerfeind, 2017, s. 4)

### **3.2.1 Displej před řidičem (FPK)**

Konvenční sdružené přístroje, umístěné za volantem, se skládají z elektromechanických tachometrů, rychloměrů, počítadel ujetých kilometrů, olejoměru atd. (Meixner, 2017, s. 28). Ty jsou často doplněny displejem sloužícím k zobrazování informací, jako je palubní počítač nebo varování ACC (adaptivní tempomat). Zatímco ve vozidlech luxusní třídy jsou běžné plnobarevné displeje a displeje s vysokým rozlišením, ve vozidlech s nižší cenou se stále používají jednoduché sedmisegmentové LCD displeje. Existuje však jasný trend směřující k nahrazení elektromechanických komponent virtuálními nástroji zobrazenými na displejích, které se naopak zvětšují. Tento trend vede k volně programovatelným sdruženým přístrojům (FPK) bez klasických mechanických komponent. Jeho velikost může být přestavitelná a v závislosti na tom, která informace je v aktuální situaci důležitá, může uživatel změnit grafické znázornění. Například když uživatel potřebuje větší rozložení navigace, ostatní prvky se zmenší.

### **3.2.2 Head-up displej (HUD)**

Head-up displeje (HUD), které se používaly v primitivních verzích v letadlech, jsou oblastí nedávné inovace v automobilech (Meixner, 2017, s. 28). HUD se skládá se z projektoru, optické čočky, informačního zdroje, odrazného prvku a také slučovače a vykazuje dobrou čitelnost zobrazovaných informací za denního světla i ve tmě. Stejně jako FPK může i HUD zobrazovat virtuální přístroje a navigační informace, jako jsou manévrovací ukazatele. Jejich obraz je zobrazen na čelním skle v zorném poli řidiče. Pomocí optických prostředků je možné dosáhnout toho, že se obraz HUD jeví jako by byl umístěn v určité vzdálenosti od řidiče, takže se oči za jízdy při pohledu na HUD nemusí přizpůsobovat. To je důvod, proč použití HUD k zobrazení informací souvisejících s řízením řidiči slibuje snížit rozptylování, a tudíž zvýšení bezpečnosti.

### **3.2.3 Středový displej (ABT)**

Hlavní displej je v moderních automobilech umístěn na středové jednotce a zobrazuje grafické uživatelské rozhraní infotainmentu (Meixner, 2017, s. 27). Někteří výrobci používají uživatelské koncepty založené na dotykových obrazovkách. Kromě toho může být tento středový displej (ABT) rozšířen o 3D schopnost.

Vzhledem k tomu, že displej hlavní jednotky používá řidič i spolujezdec, některé nejnovější systémy používají displeje Split View. V závislosti na úhlu pohledu se mohou zobrazovat dvě různé obrazovky s různým obsahem. Takového zobrazení se dosáhne aplikací speciálního optického filtru na vrchní vrstvu displeje, čímž se rozdělí obraz na obrazovce na dva samostatné obrazy, které jsou viditelné z různých úhlů (zatímco jeden z těchto obrázků se skládá ze všech sloupců s lichými pixely, druhý se skládá ze všech sloupců se sudými pixely).

### **3.2.4 Vývoj automobilového HMI**

První automobilová HMI byla primárně mechanická (Meixner, 2017, s. 3-8). Jejich hlavním účelem a implementovanými funkcemi bylo poskytnout řidiči relevantní informace o voze nebo o jízdě, jako je rychlost, hladina plynu nebo otáčkoměr. Později již zobrazování pouze těchto informací nestačilo. Řidiči se chtěli při jízdě také bavit. Historie vývoje automobilového HMI odhaluje, že vývoj nových interaktivních funkcí ve vozidle (jako jsou systémy infotainmentu) byl zároveň výrazně ovlivněn novými technologiemi, na které si zákazníci zvykli ve svém každodenním životě. Mezi takové technologie patřilo například první autorádio, které bylo představeno kolem roku 1922, nebo první autotelefon, který byl představen kolem roku 1952.



*Obrázek 2: Palubní deska Fordu Taunus z roku 1958*

Zdroj: (Meixner, 2017, s. 5)

Dnes si auto bez takových funkcí lze jen těžko představit a konkurenceschopnost na trhu táhne automobilový průmysl k vyvíjení a integrování stále většího množství inovativních funkcí.

V kombinaci s neustálým přísunem nových technologií z ostatních sfér jsou moderní auta díky infotainment systémům mobilnější a komfortnější. Proto vývoj v oblasti automobilového HMI úzce souvisí se zkušenostmi a očekáváním zákazníků na základě jiných technologií (Meixner, 2017, s. 21). Rané počítačové systémy a jejich interakční koncepty bývaly vysoce efektivní, nicméně pro uživatele nebylo snadné s nimi pracovat. Systémy byly primárně provozovány technologickými nadšenci pomocí příkazových řádků. Dnes však můžeme počítače používat, aniž bychom znali detaily o architektuře systému nebo technickém zázemí. Bez počítačů se v současném každodenním životě neobejdeme. Téměř v každé profesi je vyžadována počítačová gramotnost a znalost práce s digitálními daty na počítači je už základní dovedností. A také v osobním životě význam počítačů neustále roste. Dnešní mládež vyrůstá s digitálními multimédii a službami sociálních sítí. Výhodou pro vývoj automobilového HMI je, že uživatelé se tím pádem nebojí interakce s počítači, avšak i přesto k tomu musí být motivováni. Znají základy zpracování dat a osvojili si strategie, jak

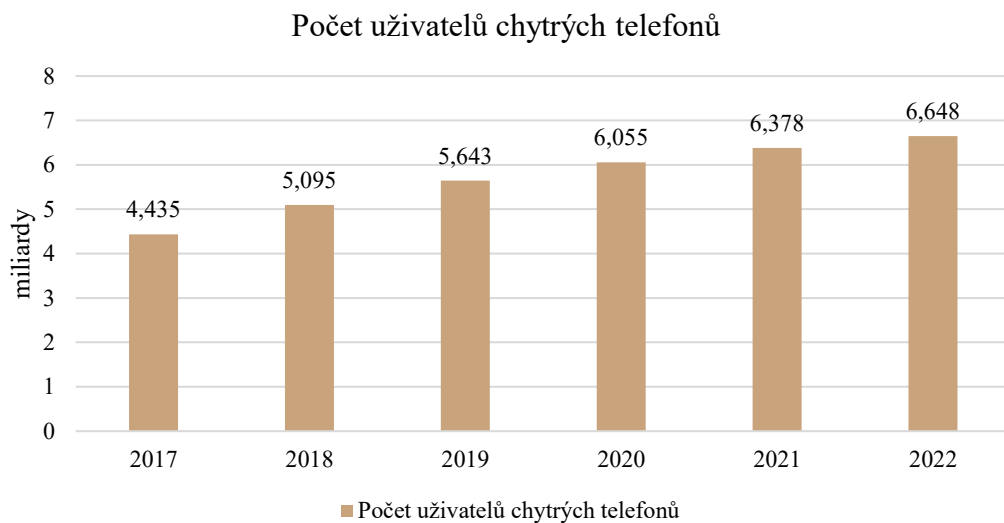
se naučit ovládat nové počítačové systémy. Mají na druhou stranu velká očekávání, protože mají povědomí o potenciálu počítačů v jiných kontextech.

Podle zpravodajských údajů z GSMA<sup>2</sup> je nyní na celém světě více než 10,98 miliard mobilních připojení, což převyšuje současnou světovou populaci 7,979 miliard předpokládanou podle odhadů analytiků OSN (Turner, 2022). Tato data znamenají, že je na celém světě o 3,002 miliardy více mobilních připojení než lidí. Je důležité uvést, že ne každý člověk na světě má mobilní zařízení (podle GSMA jej vlastní bez mála 84 % populace). Jsou zde započítány i mobilní připojení lidí s více zařízeními či se dvěma SIM kartami nebo jinými integrovanými zařízeními, jako jsou auta.

Podle průzkumů se počet uživatelů smartphonů, tedy zařízení využívajících pokročilý mobilní operační systém s aplikačním rozhraním umožňujícím instalaci a úpravy programů, v roce 2022 pohyboval okolo 6,648 miliard lidí, což je přes 83 % populace celého světa. Oproti roku 2017, kdy byl počet uživatelů 4,435 miliardy, jde o nárůst o skoro 50 % (GSMA, 2022). Predikce pak předpovídají, že ke konci roku 2025 by to mohlo být až 7,296 miliard uživatelů (Petroc, 2023) a téměř 73 % uživatelů bude vstupovat na web jen přes smartphone (Handley, 2019). Tyto údaje a jejich trend dokládají samozřejmost existence nových technologií v našich životech, kterou lze jen těžko od automobilového průmyslu izolovat.

---

<sup>2</sup> GSMA je odvětvová organizace, která zastupuje zájmy operátorů mobilních sítí po celém světě.



*Graf 2: Graf růstu počtu uživatelů chytrých telefonů v průběhu let a predikce*

Zdroj: (Petroc, 2023), vlastní zpracování

Meixner a Müller (2017, s. 47) k budoucímu vývoji HMI uvádí, že jakmile budou překonány technické překážky a automobilový průmysl uspěje v poskytování uživatelsky orientovaných řešení pro individuální konfiguraci infotainment systémů v autě, lze očekávat, že se uživatelé začnou do určité míry identifikovat se svými vlastními navrženými a personalizovanými systémy (mohou vznikat komunity podobné např. komunitám uživatelů, kteří si vyměňují individuálně vytvořená témata plochy pro své osobní počítače). To může vést k nové touze uživatelů překročit fyzické hranice svých vozů a rozšířit interakci s „jejich“ HMI na situace, které mohou přesahovat skutečně strávený čas ve voze. V závislosti na funkčním rozsahu budoucích infotainment zábavních systémů mohou mít uživatelé přání sdílet své konfigurace a komunikovat se systémy kdekoli a kdykoli. Příkladem může být uživatel na dovolené, který přes svůj chytrý telefon může kontrolovat, zda je s autem, které na něj čeká na veřejném parkovišti na letišti, vše v pořádku. Podle Meixnera a Müllera (2017, s. 48) je pravděpodobné, že výrobci budou chtít opustit myšlenku izolovaných infotainment systémů ve vozidlech a přejít k rozvoji celého světa HMI. Kromě hardwaru v autě by takový svět HMI vytvořený automobilovými výrobci zahrnoval odpovídající originální aplikace pro chytré telefony, webové stránky a portály pro řidiče, čímž by budoucím uživatelům nabídl ucelený zážitek pod jejich značkou.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Uvedená vize se již nyní realizuje a automobiloví výrobci už uvedli na trh ku příkladu mobilní aplikace umožňující na dálku sledovat stav a umístění vozidla, ačkoli jde většinou o zpoplatněnou funkci, která nepatří do základní výbavy, viz např. aplikace MySkoda (Aplikace MyŠkoda, 2023).



### 3.3 User Interface

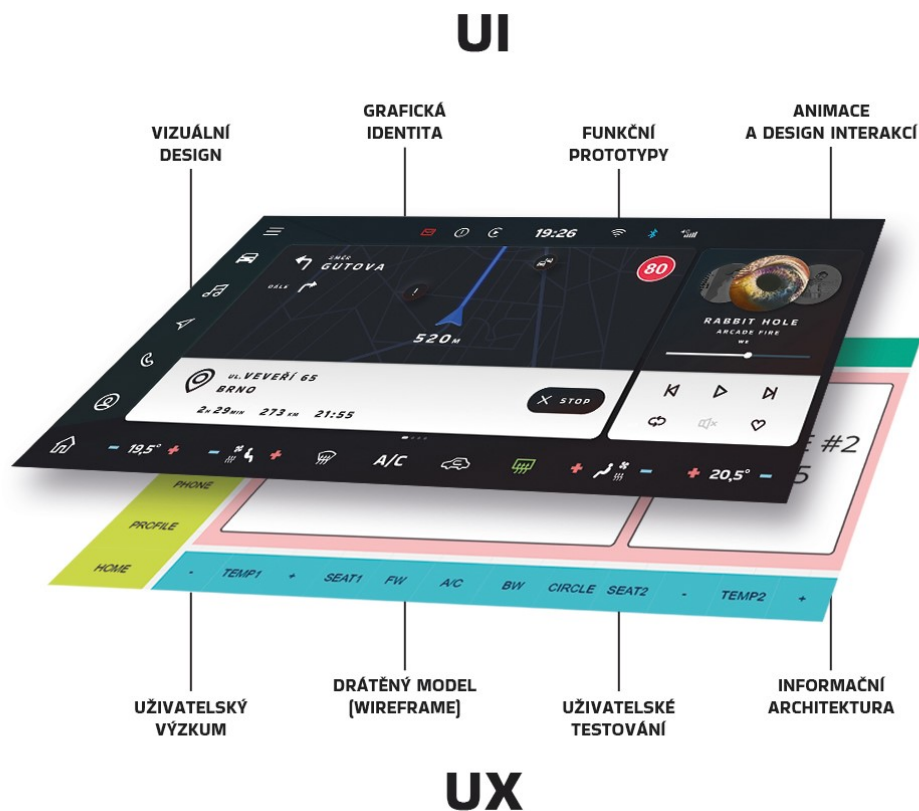
Uživatelské rozhraní je prostředí, ve kterém uživatelé komunikují s počítačem, webovou stránkou nebo aplikací (Krosel, 2022). Cílem efektivního uživatelského rozhraní je učinit uživatelskou zkušenost snadnou a intuitivní, což vyžaduje minimální úsilí ze strany uživatele k dosažení maximálního požadovaného výsledku. Uživatelské rozhraní je vytvořeno ve vrstvách interakce, které působí na lidské smysly (zrak, hmat, sluch a další). Zahrnují jak vstupní zařízení, jako je klávesnice, myš, mikrofon, dotyková obrazovka, tak výstupní zařízení, jako jsou monitory, reproduktory a tiskárny. Multimediální uživatelská rozhraní využívají kombinaci hmatového vstupu (klávesnice a myš) a vizuálního a zvukového výstupu (monitor a reproduktory).

Některé typy uživatelských rozhraní (Krosel, 2022):

- **Uživatelské rozhraní s příkazovou řádkou (CLI):** k zadávání dat do programu nebo aplikace se využívá jednoduchých příkazů
- **Grafické uživatelské rozhraní (GUI):** Dotykový vstup uživatelského rozhraní s vizuálním výstupem uživatelského rozhraní (klávesnice a monitor).
- **Uživatelské rozhraní řízené nabídkami:** Uživatelské rozhraní, které používá seznam voleb k navigaci v rámci programu nebo webu. Například bankomaty používají uživatelská rozhraní řízená pomocí menu a snadno je používá kdokoli.
- **Dotykové uživatelské rozhraní:** Uživatelské rozhraní prostřednictvím haptiky nebo dotyku. Většina smartphonů, tabletů a jakéhokoli zařízení, které funguje pomocí dotykové obrazovky, používá haptický vstup.
- **Hlasové uživatelské rozhraní (VUI):** Interakce mezi lidmi a stroji pomocí sluchových příkazů. Příklady zahrnují zařízení virtuálních asistentů, hovory s textem a GPS.

V souvislosti s User Interface se mluví i o User Experience. Rozdíl mezi uživatelským rozhraním (UI) a uživatelskou zkušeností (UX) je ten, že uživatelské rozhraní se týká estetických uživatelských prvků v rámci produktu, zatímco UX je o funkčnějších prvcích, se kterými uživatel v produktu nebo službě komunikuje. UI je o vizuálních částech produktu, jako jsou barevná schémata, navigační prvky, styly tlačítek. UX se na druhé straně zaměřuje

na to, jak se uživatel pohybuje produktem a co ho vede. UX je strukturovanější, zatímco uživatelské rozhraní je vizuálnější.



Obrázek 3: Rozdíl mezi UI a UX

Zdroj: Vlastní zpracování, (Dumont, 2021)

Pro tvorbu návrhu grafický designů uživatelského prostředí je potřeba využít některý z grafický programů. Kromě obecného rozdělení na rastrové a vektorové, lze tyto programy rozdělit i podle funkčnosti. Neexistuje jeden jediný program na vše. V praxi většina designerů využívá několik grafický programů podle potřeby a pro dosažení nejlepšího výsledku.

### 3.3.1 Nástroje pro vizuální návrh UI

#### Adobe Photoshop

Adobe Photoshop je světovým standardem v oblasti zpracování digitální grafiky (Adobe Photoshop CC, 2023). Tento neskutečně robustní, ale zároveň snadno ovladatelný program nabízí všem grafikům a designérům neuvěřitelné množství nástrojů na tvorbu a

úpravu digitální grafiky. Nejčastěji se využívá pro úpravy a po kompozice fotografií, dále pro digitální malbu, animaci a grafický design.

Photoshop pracuje s rastrovou grafikou, kde se obrazy skládají z jednotlivých obrazových bodů, které jsou uspořádány do pravoúhlé mřížky (Zábojník, 2023). Každý bod má svou pozici a nabývá určité barevné hodnoty. Nevýhodou těchto rastrových obrazů je, že obsahují pevný počet obrazových bodů, a tak při zvětšení nebo tisku ve vysokém rozlišení dochází ke ztrátě kvality.

Vektorová grafika se naopak skládá z úseček a křivek, které jsou definovány matematickými objekty, které se nazývají vektory. Výhodou vektorové grafiky je, že při zmenšování nebo zvětšování objektu nedochází ke ztrátě kvality. A proto se také využívá například při tvorbě ilustrací, animací, log, ikon a podobně.



Obrázek 4: Rozdíl mezi rastrovou a vektorovou grafikou

Zdroj: (Zábojník, 2023)

### **Adobe Illustrator**

Právě s vektorovou grafikou pracuje Adobe Illustrator (Adobe Illustrator, 2023). Ten je tedy ideální k tvorbě grafiky, kterou lze nekonečně zvětšovat nebo zmenšovat, aniž by se rozmazala nebo ztratila ostrost. Tuto vektorovou grafiku můžete použít v libovolném formátu – pro malé i velké obrázky, pro digitální obsah nebo pro tisk.

Částečnou nevýhodou těchto programů je, že jsou placené. I když je k dispozici několik alternativ k dispozici zdarma, například Gimp pro rastrovou grafiku, nebo Inkscape pro vektorovou grafiku, ve většině případech nedosahují kvalit zmíněných programů ze sady Adobe.

### 3.3.2 Nástroje pro návrh a prototypování UI

Alternativou k nástrojům zmíněným v předchozí kapitole se v poslední době stávají programy specializované na návrh uživatelského prostředí a jeho prototypování. Obecně to jsou programy, které nejsou tak robustní, co se týče funkcí grafického návrhu, ale spíše je jejich výhodou specializace na daný segment.



Obrázek 5: Loga nástrojů pro tvorbu UI

Zdroj: Vlastní zpracování

#### **Figma**

Figma, nově ve vlastnictví společnosti Adobe, a je jedním z nejoblíbenějších nástrojů pro návrh uživatelského rozhraní a je to nástroj, který nastavil mnoho standardů pro funkce, které lze nalézt i v jiných aplikacích (Cahill, 2022). Nejpozoruhodnější z nich je společná editace, což v podstatě umožňuje návrhářům, vývojářům a dalším zainteresovaným stranám spolupracovat v reálném čase na stejném souboru. Je to také jeden z mála nástrojů, který umožňuje designérům vytvářet dokumentaci návrhového systému. Figma není end-to-end (nepřevádí uživatelská rozhraní do skutečných součástí kódu) a nemá žádné uživatelské testovací nebo výzkumné funkce, ale to nemá ani většina ostatních nástrojů pro návrh uživatelského rozhraní.

V omezeném plánu je Figma zdarma. Až při potřebě kolaborace s ostatními je potřeba předplatit si plán a v tomhle případě je Figma o něco dražší než její hlavní konkurenti. I když je ve skutečnosti nákladově efektivnější, protože její působivé množství funkcí eliminuje potřebu mnoha sekundárních nástrojů.

#### **Sketch**

Sketch se před 10 lety stal průkopníkem nástrojů pro návrh uživatelského rozhraní, a přestože již nedominuje trhu, zůstává solidním soupeřem a je dnes druhým nejoblíbenějším

nástrojem pro návrh UI (Cahill, 2022). A to navzdory skutečnosti, že je k dispozici pouze pro macOS. Na druhou stranu právě jeho podoba a ovladatelnost na macOS je to, co dělá uživatelskou zkušenost se Sketch tak příjemnou. Nevýhodou je, že všichni ostatní návrháři v týmu musí také používat macOS.

Sketch usnadňuje vysoce přesné prototypování, práci s proměnnými a komponenty, spolupráci v reálném čase a sdílení – vše, co lze očekávat od standardního nástroje pro návrh uživatelského rozhraní. Sketch nenabízí žádný plán zdarma, pouze 30denní verzi na zkoušku.

### **Adobe XD**

Adobe XD může být považován za outsidera, ale funguje někdy spolehlivěji než Figma a podporuje spuštění na Windows, na rozdíl od Sketch (Cahill, 2022). To zajišťuje, že má Adobe XD stále své místo na trhu. Používání je také intuitivní, zvláště pokud je uživatel obeznámen s jinými produkty Adobe. XD je totiž součástí předplatného Adobe Creative Cloud.

S překvapivě čistým uživatelským prostředím a bezproblémovou integrací s Adobe Photoshop/Illustrator, Adobe Stock, Adobe Fonts a dalšími umožňuje Adobe XD navrhování a předávání uživatelských rozhraní jak příjemným, tak efektivním způsobem. Přestože nenabízí žádný výjimečný nástroj jako takový, Adobe XD dělá vše, co od něj může uživatel očekávat. Zároveň se každou aktualizací dále zlepšuje.

### **3.3.3 Ukázky dosavadní tvorby uživatelského rozhraní v prostředí automotive**

Ukázkou současného automobilového HMI může být rozhraní ve voze Toyota Tundra 2022 (Absolute Powerhouse: Next-Generation 2022 Toyota Tundra, 2021). Toto pokročilé HMI poskytuje vylepšenou interakci prostřednictvím aktivace zrakem, dotykem a hlasem. Právě vylepšení hlasové interakce s vozidlem je aktuálním trendem také vzhledem k tomu, že se jedná o bezpečný způsob ovládání auta řidičem bez jeho rozptýlení od jízdy. Infotainment má úhlopříčku až 35 cm, má vysoké rozlišení a je dotykový se snahou připodobnit logiku dotykových funkcí těm používaným na smartphonu. Samozřejmostí je bezdrátové připojení ke smartphonu a zobrazení jeho obrazovky v rozlišení infotainmentu

prostřednictvím aplikací Apple CarPlay, nebo Android Auto. V autě lze připojit až 10 zařízení k síti 4G WiFi prostřednictvím hotspotu. HMI obsahuje personalizovaný profil, kde si uživatel může nastavit různé preference a vzhledem k tomu, že je uložený na Cloudu, může tento profil přenášet i do jiných automobilů. Na cloudu je umístěn také navigační systém, což umožňuje neustálou aktualizaci map a bodů zájmu. Součástí HMI jsou připomenutí údržby a zprávy o stavu vozidla a nabízí také možnost nonstop asistence, se kterou se řidič může spojit a například přivolat záchrannou službu.



*Obrázek 6: HMI ve vozu Toyota Tundra 2022*

Zdroj: (Absolute Powerhouse: Next-Generation 2022 Toyota Tundra, 2021)

Jako ukázky aktuálních řešení v oblasti automobilového HMI byly dále vybrány ty, které v roce 2022 obdržely cenu za Car HMI Europe Award (Car HMI Europe Award 2023, 2023).

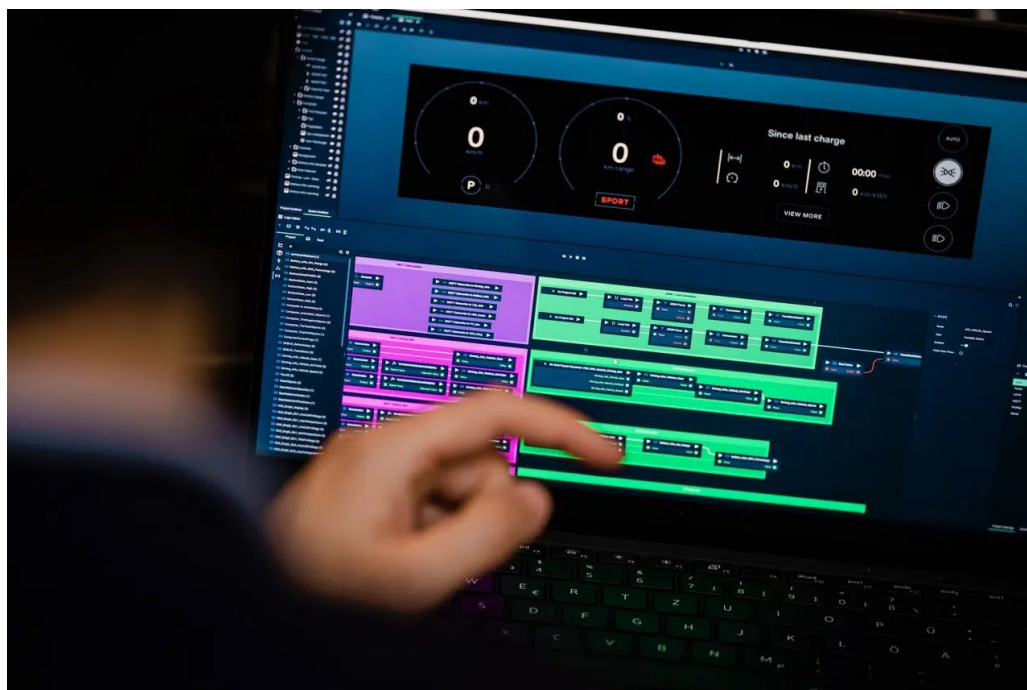
Jedním z takto oceněných rozhraní je HUD rozhraní od společnosti Envisics (konkrétně jejich produkt s názvem Generation 2 Holographic AR-HUD), které používá technologii holografické rozšířené reality (Our Technology, 2023). Informace o řízení se překrývají s tím, co řidič vidí v reálném světě před sebou na vozovce. Výhodou je, že řidič není rozptylován a informace se mu zobrazují přímo v zorném poli, takže řidič nemusí spouštět oči z vozovky, čímž se zvyšuje bezpečnost silničního provozu a schopnost řidiče dělat více informovaná rozhodnutí. Rozhraní ho například varuje, pokud se z boku blíží vozidlo či chodec, informuje ho o brzdě jeho dráze před autem jedoucím před ním a v rámci navigace promítá do vozovky směrové ukazatele.



Obrázek 7: Náhled Generation 2 Holographic AR-HUD od společnosti Envisics

Zdroj: (Our Technology, 2023)

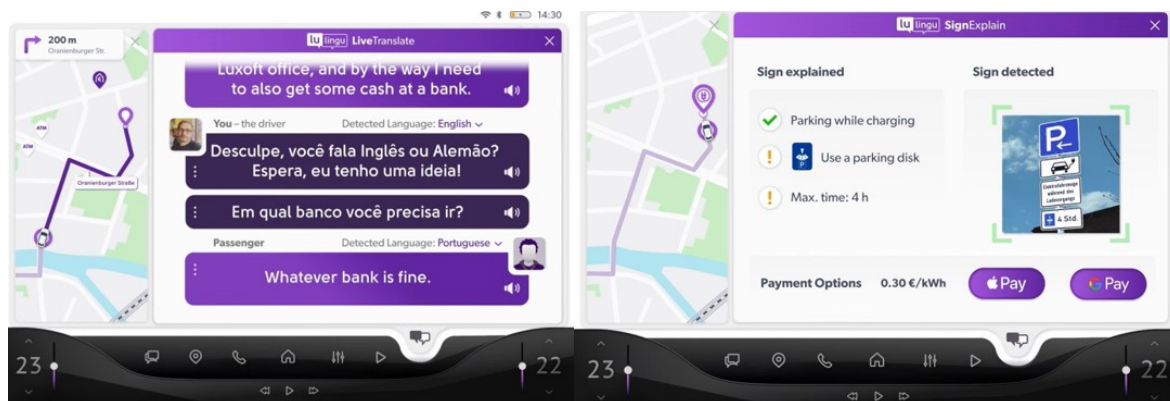
Dalšími aktuálně oceněnými jsou společnosti Incari a Piěch GT, které společně vyvinuly platformu pro vývoj automobilového HMI, skrze kterou je možné efektivně vyvinout HMI ve velmi krátkém časovém úseku, s menšími náklady a s využitím menšího počtu zaměstnanců (Partnership with Piěch Automotive for HMI development, 2021). Řešení umožňuje vývoj komplexního rozhraní v 3D bez znalosti programování. Při použití konvenčních vývojových metod přitom může změna designu pouze jednoho prvku rozhraní zabrat často až 14 dní a vyžaduje pětimístnou částku.



Obrázek 8: Platforma pro vývoj automobilového HMI od společností Incari a Piěch GT

Zdroj: (Partnership with Piěch Automotive for HMI development, 2021)

Společnost Luxoft získala ocenění za jejich automobilovou aplikaci LuLingu, která řidiči umožňuje jednak přeložit cizojazyčné texty na cedulích kolem vozovky, umožňuje výklad dopravních značek včetně dalších informací dostupných na webu (například o parkování v daném místě viz Obrázek č. 9) a také umožňuje bezprostřední překlad cizojazyčné komunikace, kterého mohou využít ku příkladu taxikáři při domluvě s turisty (Innovative LuLingu app creates great user experience for international vehicle users, 2022).



Obrázek 9: Automobilová aplikace LuLingu od společnosti Luxoft

Zdroj: (Innovative LuLingu app creates great user experience for international vehicle users, 2022)



### 3.4 User Experience

Pojem User Experience (neboli uživatelská zkušenost, zkráceně UX) byl zaveden už v devadesátých letech a jeho původním významem byla zkušenost mezi člověkem a systémem včetně mnoha aspektů, které přesahují lidské rozhraní nebo použitelnost (Norman, 1995). „*Prostřednictvím dobrého UX se snažíte snížit propast mezi činností, kterou chce někdo vykonat, a nástrojem, který k vykonání této činnosti používá.*“ (Buley, 2013, s. 4) Podle Normana je porozumění potřebám uživatelů jádrem ideálního UX. Designéři by měli tyto potřeby naplňovat a poskytovat uživatelům hladkou interakci mezi člověkem a produktem bez negativních pocitů, jako je frustrace a hněv. Jednoduchost použití patří mezi prostředky k dosažení toho, co Norman nazval „radost z používání“. K dosažení tohoto cíle je nezbytný interdisciplinární přístup vyžadující společné úsilí lidí z oblasti inženýrství, marketingu, grafiky, průmyslového designu a designu rozhraní.

Podle Alberta a Tullise (2013, s. 4) musí mít UX tyto tři charakteristiky – musí existovat uživatel, ten musí interagovat s produktem, systémem, nebo rozhraním a musí mít z této interakce zkušenost, která je pozorovatelná, či měřitelná. Pokud chybí fakt, že uživatel vyvíjí činnost, můžeme měřit jen postoje a preference, například v politickém průzkumu nebo průzkumu o oblíbené příchuti zmrzliny. Musí existovat chování, nebo alespoň potenciální chování, které má být považováno za uživatelskou zkušenost. Za UX lze například považovat, když uživatelům ukážeme snímek obrazovky webové stránky a zeptáme se, do kterého místa by klikli.

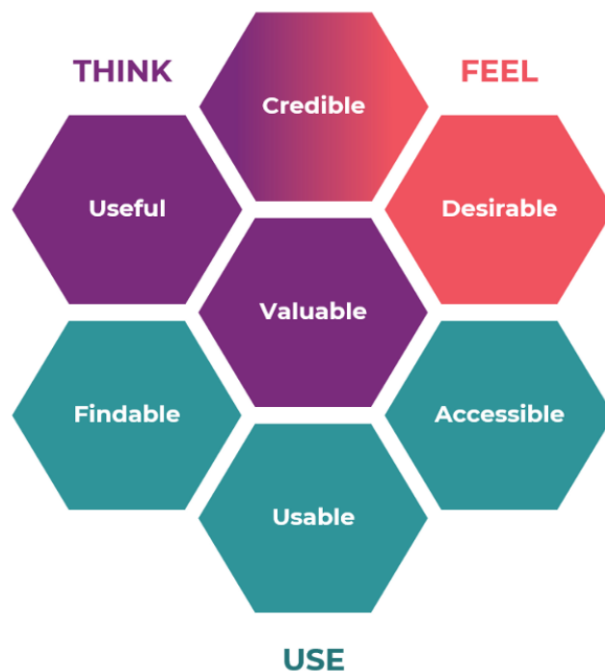
UX design je rozhraní, se kterým interagujeme na webových stránkách, při používání smartphonu, hlasového vyhledávání, zařízení umístěných ve vozidle a při hraní her (Allanwood, 2019). Je to prostředek, kterým vývojáři komunikují běžnému uživateli funkčnosti jejich produktu. UX design je realistický přístup k procesu navrhování digitálních produktů, které vyžadují určitý druh lidské interakce. Pro designéra by měla být kvalita uživatelské zkušenosti nejvyšší prioritou. Úspěšně navržený produkt je totiž takový, který splňuje požadavky svého majitele a poskytuje dobré zkušenosti cílovým uživatelům. Produkt, který nabízí špatnou uživatelskou zkušenost, bude dříve nebo později nahrazen vylepšeným designem. Nekvalitní návrhy mohou mít dalekosáhlé a potenciálně zničující výsledky pro uživatele i designéra. S tak vysokým rizikem není divu, že většina společností

klade na UX design velký důraz a mnohé z nich si zavedly uvnitř své struktury celé týmy, které se této problematice věnují. Skládají se z expertů napříč obory, kteří mají za úkol najít efektivní rovnováhu mezi tím, po čem touží uživatel a mezi časem a rozpočtem projektu. Jednotlivé části produktu UX designu se po vyvinutí musí řádně otestovat, aby byly zavčas odhaleny nedostatky a ověřilo se, že design splňuje stanovené cíle.

### **3.4.1 Faktory ovlivňující UX**

Faktory ovlivňující UX design jsou dobře popsány ve známém tzv. plástvovém diagramu od Morvillea (2004), který uvádí, že existuje 7 základních aspektů, které mají vliv na uživatelskou zkušenost. Pro jejich znázornění v této práci použijeme optimalizovaný Morvilleův diagram od Karragianniové (2018), který znázorňuje také vazby mezi jednotlivými faktory a logicky je seskupuje podle toho, jak s produktem uživatel interaguje – jak produkt používá, přemýšlí o něm a jaké z něj má pocity:

- Přemýšlení (Think): Co si uživatelé o produktu myslí? Je užitečný (Useful)? Je hodnotný (Valuable)? Považují jej podle dostupných zdrojů za důvěryhodný (Credible)?
- Pocity (Feel): Jak lidé vnímají produkt? Považují jej za žádaný (Desirable)? Považují jej pocitově za důvěryhodný (Credible)?
- Použití (Use): Pokud jde o skutečné používání produktu, je dostupný (Accessible), dohledatelný (Findable) a použitelný (Usable)?



Obrázek 10: Optimalizovaný plástový diagram faktorů ovlivňujících UX design

Zdroj: (Karagianni, 2018)

### **Užitečnost (Usefulness)**

Produkt je užitečný, pokud splňuje účel, který cílový uživatel očekává (The 7 Factors that Influence User Experience, 2021). Důležitý je zde právě cílový trh, protože např. konkrétní funkce videohry (jako možnosti přizpůsobení postavy) se nemusí zdát každému užitečná, ale pro hráče to může být zásadní problém, který bude určovat, zda hru budou hrát, nebo ne. Důležitý je v otázce užitečnosti také personalizovaný obsah v produktu, který je upraven na míru uživateli. Ten díky němu může ku příkladu v hudební aplikaci objevovat novou hudbu, nebo si číst na webové stránce články, které jej opravdu zajímají.

### **Použitelnost (Usability)**

Použitelnost se týká schopnosti uživatelů efektivně dosáhnout svého konečného cíle. Například kolik kliknutí uživatel potřebuje, než se dostane na požadovanou stránku. Webové stránky a aplikace by navíc měly být dostatečně intuitivní, aby se uživatelé při první návštěvě stali v podstatě odborníky na jejich používání. To by se mělo opakovat i při každé aktualizaci produktu, takže pokud je uvolněna nová funkce nebo je produkt zásadně přepracován, měli by mít uživatelé k dispozici nějakou výukovou nápovědu, aby se se změnami seznámili.

### **Dohledatelnost (Findability)**

Tento faktor pojednává o tom, zda je snadné najít informace, které váš uživatel hledá a zda je navigační struktura v produktu intuitivní. Čím rychleji se uživatel dostane k obsahu, který chce zobrazit, tím bude šťastnější. Důležité je, aby měl produkt přehlednou strukturu a byl hierarchicky uspořádán. Při návrhu webu s mnoha sekcemi je důležité použít označení struktury nadpisy nebo oddělovače. Produkty, které mají příliš složité menu, jsou nepřehledné a uživatel může být jednoduše frustrován. Přívětivější je elegantní, jednodušší a intuitivní řešení, optimalizované pro využití přirozených akcí uživatelů.

### **Důvěryhodnost (Credibility)**

Důvěryhodnost se týká schopnosti uživatele důvěřovat produktu, který mu je poskytnut. Dnešní uživatelé nedají produktu druhou šanci je oklamat, protože mají spoustu možností, jak si vybrat alternativního poskytovatele. Uživatel očekává nejen, že produkt bude dělat očekávanou práci, ale také že vydrží po rozumnou dobu a že informace o něm poskytované jsou přesné. Je téměř nemožné poskytnout pozitivní uživatelskou zkušenost, pokud si uživatel myslí, že tvůrce produktu nemluví pravdu, nebo má zlé úmysly.

### **Žádanost (Desirability)**

Žádanost produktu souvisí s jeho exkluzivitou. V designu se projevuje prostřednictvím značky, image, identity, estetiky a emocionálního designu. Čím je produkt žádanější – tím je pravděpodobnější, že se s ním uživatel, který jej má, bude chlubit a vzbudí v ostatních uživatelích touhu jej také používat.

### **Přístupnost (Accessibility)**

Pointa přístupnosti je poskytování produktu, ke kterému mají přístup uživatelé s různou paletou schopností včetně těch, kteří jsou v určitém ohledu postižení (jako je ztráta sluchu, zhoršené vidění, pohybové poruchy nebo poruchy učení). Návrh zaměřený na přístupnost je společnostmi často vnímán jako plýtvání penězi, protože vzniká dojem, že lidé se zdravotním postižením tvoří malou část populace. Ve skutečnosti je ve Spojených státech podle údajů ze sčítání lidu 19 % lidí se zdravotním postižením a je pravděpodobné, že toto číslo je v méně rozvinutých zemích ještě vyšší. Za zmínku také stojí, že když se designér zaměřuje na přístupnost, často může zjistit, že vytváří produkt, který je snadněji použitelný

pro všechny, nejen pro osoby se zdravotním postižením. Přístupný design je navíc zákonnou povinností v mnoha jurisdikcích včetně EU a jeho nedodání může vést k pokutám.

## **Hodnotnost (Value)**

A konečně, produkt musí přinášet hodnotu, a to jak společnosti, která ho vytvořila, tak uživateli, který jej kupuje nebo používá. Bez hodnoty je pravděpodobné, že jakýkoli počáteční úspěch produktu nakonec nesplní očekávání, ať už protože není pro společnost dostatečně ziskový, nebo je pro uživatele v porovnání s jeho účelem příliš nákladný.

### **3.4.2 Definice použitelnosti**

V literatuře neexistuje jednotná definice použitelnosti, nejspíš proto, že je tento pojem poměrně komplexní. Nejznámější definice pochází z normy ISO 9241-11, která definuje použitelnost jako *„rozsah, v jakém může být systém, produkt nebo služba používána určitými uživateli k dosažení stanovených cílů pomocí výkonnosti, efektivity a spokojenosti v určeném kontextu použití“* (ISO 9241-11:2018, 2018). Výkonnost je v této normě chápána jako *„zdroje (čas, lidské úsilí, náklady a materiály) použité ve vztahu k dosaženým výsledkům“*, efektivita jako *„přesnost a úplnost, se kterou uživatelé dosahují stanovených cílů“* a spokojenost jako *„míra, do jaké fyzické, kognitivní a emocionální reakce uživatele, které vyplývají z používání systému, produktu nebo služby, splňují potřeby a očekávání uživatele“*.

Alternativní definici nabízí například Nielsen a Loranger (2006), kteří definují použitelnost jako atribut kvality, týkající se toho, jak snadno se produkt používá, respektive:

- Jak rychle se jej lidé naučí používat (učenílost)
- Jak efektivně jej používají (efektivita)
- Jak dobře je zapamatovatelný (zapamatovatelnost)
- Jak je náchylný k chybám (spolehlivost)
- Jestli jej uživatelé rádi používají (spokojenost).

Mělo by být snadné se software naučit používat, a poté si úkony jednoduše zapamatovat. Měl by být také efektivní při používání, což vede k vyšší produktivitě na straně jeho uživatelů. Často se však setkáváme s kompromisem mezi tím, aby bylo možné se

software snadno naučit a zapamatovat na jedné straně a aby byl efektivní na straně druhé. Systémy, které uživatele provádí pomalu, krok za krokem složitými úkoly, se sice snadněji učí, ale stejný přístup může zkušenému uživateli zabránit v rychlé práci. Jak účinně vyřešit tento technický kompromis je jednou z nejzajímavějších výzev při navrhování použitelného softwaru.

Na rozdíl od počítačů, které se často zdají téměř neomylné, mají lidé ze své podstaty značnou tendenci dělat chyby. Software, který vede uživatele k tomu, aby dělal méně chyb, bude spolehlivější při používání, respektive v tom, jak funguje v souladu se svými uživateli a jak podporuje spolehlivost lidského výkonu (Constantine, 1999). K použitelnosti může přispívat jak vnitřní spolehlivost softwaru, tak snížení lidských chyb, nicméně spolehlivost při používání je těsněji svázána s návrhem uživatelského rozhraní než s kódováním a laděním softwaru. A konečně, software, který uspokojuje uživatele a zanechává je subjektivně spokojenými s jeho používáním, je užitečnější než software, který uživatele dráždí nebo znepokojuje. Spokojenost uživatelů není jen prodejní slogan. Uspokojivý software bude pravděpodobně používán častěji a efektivněji. Uživatelé, kteří jsou otráveni nebo nešťastní, znudění nebo unavení, budou pravděpodobně dělat více chyb a pracovat méně efektivně. K použitelnosti tedy může přispět i spokojenost uživatelů, i když může být nepolapitelná. Použitelný software znamená kvalitní software, a proto je použitelnost určitým měřítkem kvality softwaru.

A jak můžeme uspokojit zvyšující se nároky na lepší použitelnost softwaru? Může být zlepšena prostřednictvím různých způsobů, ale existuje několik dobře zavedených přístupů. Nejoblíbenějšími a nejběžněji používanými jsou testování použitelnosti, příručky stylů a standardy, expertní konzultace a interaktivní prototypování (Constantine, 1999).

Často, zejména v poslední době, dochází k záměně pojmů User Experience a použitelnost. V normě ISO 9241-11 je pojem uživatelská zkušenost vymezen na „*vjemy a reakce uživatele, které vyplývají z použití a/nebo předpokládaného použití systému, produktu nebo služby*“... „*Vnímání a reakce uživatelů zahrnují emoce, přesvědčení, preference, vnímání, pohodlí, chování a úspěchy, ke kterým dochází před, během a po použití.*“ (ISO 9241-11:2018, 2018) Použitelnost tedy můžeme chápat spíše jako jeden z faktorů, které ovlivňují komplexnější uživatelskou zkušenost.

Zatímco u použitelnosti mluvíme o vytváření bezproblémových interakcí, UX je mnohem širší a obecnější pojem (Baxter, 2015, s. 4). Použitelnost je objektivní a založená na produktu (tj. produkt je použitelný), zatímco uživatelská zkušenost je subjektivní a zaměřená na člověka (tj. uživatel a produkt spoluvytvářejí uživatelskou zkušenost). Výzkum uživatelské zkušenosti se velmi často snaží shromáždit uživatelské požadavky na návrh technologií (např. mobilní zařízení, webové stránky, nositelné technologie, software) nebo vyhodnotit použitelnost existující technologie.

### **3.5 Metody průzkumu uživatelské zkušenosti**

Aby byl UX design úspěšný, je zapotřebí před jeho uvedením na trh provést průzkum uživatelské zkušenosti (Baxter, 2015, s. 24-35). Existují různé druhy metod průzkumu a důležité je vybrat si takovou, která je pro danou situaci vhodná. Podstatné jsou otázky, které budeme uživatelům pokládat. Nemělo by se jednat o otázky týkající se oblastí businessu, nebo marketingu (např. kolik by byl uživatel ochoten za produkt zaplatit, nebo kdy by měl být uveden na trh), ale zajímají nás spíše otázky, které zjistí, po čem uživatel touží, jak přemýšlí, jak se chová a jaké má pocity.

Při provádění průzkumů existují omezení, které je třeba brát v potaz a které nám zároveň pomohou určit metodu, kterou si vybereme (Baxter, 2015, s. 98-99). Nejběžnějšími omezeními jsou čas, peníze, přístup k relevantním uživatelům, potenciální zkreslení a právní/etické problémy. Pokud například provádíme průzkum o sociálně citlivém tématu, je důležité si uvědomit, že ve hře bude pravděpodobně zkreslení sociální potřeby, a proto musíme zvolit metodu, která sníží pravděpodobnost tohoto zkreslení (spíše anonymní průzkum než osobní pohovory). Pokud máme šest měsíců na to, abyste provedli hodnocení redesignu produktu naší společnosti, můžeme se rozhodnout strávit několik týdnů prováděním terénních studií po celé zemi s různými demografickými skupinami potenciálních zákazníků. Pokud však máme na dokončení celého průzkumu pouze šest týdnů, může být vhodná týdenní deníková studie. Klíčem je zde to, že jakákoli metoda, kterou zvolíme, by měla být založena na pokládané otázce a měla by být přizpůsobena velikosti, kterou můžeme dosáhnout s ohledem na naše omezení. Znat tyto limity předem pomůže vybrat nejlepší metodu, časovou osu, rozpočet a situaci. Důležité také je, v jaké fázi

vývoje produktu se nacházíme. Například hodnotící metody se zpravidla používají až při pokročilé fázi vývoje produktu, přičemž skupinové diskuze by měly vývoji produktu spíše předcházet.

Baxter, Courage a Caine (2015, s. 99-102) uvádí následující druhy metod, kterými lze získat odpovědi na veškeré možné otázky z oblasti uživatelského zkušenosti.

### **3.5.1 Deníkové studie**

Deníkové studie žádají účastníky, aby zaznamenávali informace o svých aktivitách, zvycích, myšlenkách nebo názorech, když provádějí své každodenní činnosti. Ty umožňují výzkumníkovi sbírat dlouhodobější data z velkého vzorku. Deníky mohou být v papírové nebo elektronické podobě a mohou být strukturované (tj. účastníkům jsou poskytnuty konkrétní otázky) nebo nestrukturované (tj. účastníci popisují své zkušenosti vlastními slovy a vlastním formátem). Lze sbírat jak kvantitativní, tak kvalitativní údaje. Deníkové studie se často provádějí spolu s jinými typy UX průzkumů, jako jsou rozhovory.

### **3.5.2 Rozhovory**

Rozhovory jsou jednou z nejčastěji používaných technik UX průzkumu. V nejširším slova smyslu je rozhovor řízený hovor, ve kterém jedna osoba získává informace od druhé. Existuje celá řada různých typů rozhovorů, které můžeme vést, v závislosti na našich omezeních a potřebách. Jsou neuvěřitelně flexibilní a lze je provádět jako samostatnou aktivitu nebo ve spojení s jinou aktivitou uživatelské zkušenosti (např. po třídění karet). Rozhovory lze využít, když chcete od jednotlivých uživatelů získat podrobné informace. Rozhovory lze použít k určení směru dalších UX průzkumů.

### **3.5.3 Ankety**

Průzkumy pokládají každému uživateli stejné otázky strukturovaným způsobem. Uživatelé je mohou absolvovat ve svém čase a z pohodlí domova či práce. Vzhledem k tomu, že mohou být distribuovány velkému počtu uživatelů, můžeme obvykle shromáždit mnohem větší vzorky než u metod rozhovorů nebo skupinových diskusí. Kromě toho touto metodou můžeme získat zpětnou vazbu od lidí z celého světa. Míra odpovědí se může pohybovat od 1 % (charitativní průzkumy) do 95 % (průzkumy sčítání lidu).



### **3.5.4 Card Sorting**

Card sorting (třídění karet) se nejčastěji používá ke směřování vývoje informační architektury produktu (Tullis, 2013, s. 218). Může například pomoci určit hierarchii v aplikacích. Může také poskytnout informace při rozhodování o tom, jak uspořádat displeje a ovládací prvky v rozhraní. Při provádění této techniky každý účastník třídí karty popisující předměty nebo koncepty v produktu do smysluplných skupin. Agregací seskupení vytvořených několika uživateli se můžeme dozvědět, jak úzce spolu jednotlivé pojmy souvisí. Tato metoda nám říká, jak by měly být funkce produktu strukturovány, aby odpovídaly očekáváním uživatelů o tom, jak spolu tyto funkce souvisí. Může být prováděna s jednotlivci nebo se skupinou uživatelů, kteří pracují individuálně. Dva hlavní typy cvičení na třídění karet jsou (1) otevřené třídění karet, kde se uživatelům rozdají karty, přičemž si definují své vlastní skupiny, do kterých budou karty roztrženy, a (2) uzavřené třídění karet, kde se uživatelům rozdají karty, které mají být roztrženy do předem definovaných skupin.

### **3.5.5 Skupinová diskuse**

Ve skupinových diskusích se sejde pět až osm uživatelů na hodinu či dvě, aby odpovídali na řadu otázek nebo poskytli své subjektivní názory na ukázky produktů nebo konceptů (Krug, 2006, s. 133). Účastníci často dostávají úkoly, které mají dokončit pomocí prototypů produktu, takže mohou mít lepší referenční rámec, ze kterého mohou mluvit. Předložení otázek nebo ukázek skupině podnítl skupinovou diskusi a může poskytnout více informací než samotné rozhovory s jednotlivci. Mezi uživateli můžeme také objevit problémy, výzvy, frustrace, to, co se jim líbí a nelíbí. Skupinové diskuse mohou být skvělé pro určení toho, co vaše publikum chce, potřebuje a má rádo – v abstraktní rovině. Jsou dobré pro testování, zda myšlenka dává smysl a zda je vaše hodnotová nabídka atraktivní. A mohou být dobrým způsobem, jak otestovat názvy, které používáte pro funkce svého produktu, a zjistit, co si lidé myslí o vašich konkurentech. Nejsou však dobré pro zjištění, zda váš hotový produkt funguje a jak jej vylepšit.

### **3.5.6 Terénní studie**

Tato metoda zahrnuje činnosti jako kontextové šetření, rozhovory na místě, jednoduchá pozorování a etnografii (Baxter, 2015, s. 101). Během terénní studie výzkumník navštěvuje uživatele v jejich prostředí (např. doma nebo na pracovišti) a pozoruje při plnění

běžných úkolů. Mohou trvat od několika hodin do několika dnů v závislosti na cílech a zdrojích vaší studie. Pomocí této techniky získá UX profesionál lepší porozumění prostředí a kontextu. Pozorováním uživatelů v jejich vlastním prostředí můžete zachytit informace, které ovlivňují uživatele produktu (např. přerušení, rozptýlení, jiné požadavky na úkoly) a další kontext, který nelze zachytit nebo replikovat v laboratorním prostředí. Terénní studie mohou být použity v kterémkoli okamžiku životního cyklu vývoje produktu, ale obvykle jsou nejpřínosnější během koncepční fáze.

### **3.6 Hodnotící metody uživatelské zkušenosti**

Hodnotící metody jsou souborem metod, které se zaměřují na odhalení problémů použitelnosti a určení, zda nové nebo přepracované produkty nebo služby splňují určitá kritéria. Existují dvě obecné kategorie metod hodnocení. Inspekční metody, kdy vyškolení UX vývojáři kontrolují rozhraní, aby získali přístup k jeho použitelnosti, a testovací metody, kdy UX vývojáři pozorují uživatele při interakci s produktem nebo službou. Kritéria hodnocení mohou zahrnovat úspěšnost úkolu, čas strávený na úkolu, zobrazení stránek, počet kliknutí, konverze (interakce uživatele), spokojenost uživatele, snadnost použití a užitečnost. Kromě toho je obvykle vytvořen seznam odhalených problémů s navrženými vylepšeními návrhu.

V tabulce níže jsou představené metody vzájemně porovnány na základě jejich vlastností. Respektive zda nám v různých metodách jde o postoje uživatelů, nebo o jejich chování, zda jsou pozorováni, nebo odpovídají na dotazy, zda preferujeme kvalitu, či kvantitu, jestli se průzkum koná v laboratoři, nebo v prostředí uživatele, jestli průzkum probíhá až po dokončení produktu, nebo v průběhu jeho vývoje a jak velký vzorek je pro danou metodu potřeba.

Tabulka 1: Porovnání metod průzkumu UX

Metoda	Behaviorální / Postojová	Pozice uživatele	Kvalitativní / Kvantitativní	V laboratoři / Na místě	Průběžná / Konečná	Velikost vzorku
Deníková studie	Obojí	Sebehodnocení	Obojí	Na místě	Průběžná	Střední až velký
Rozhovor	Postojová	Sebehodnocení	Kvalitativní	Obojí	Průběžná	Malý až střední
Anketa	Obojí	Sebehodnocení	Kvantitativní	Obojí	Průběžná	Velký
Card sorting	Behaviorální	Pozorování	Kvantitativní	V laboratoři	Průběžná	Malý
Skupinová diskuse	Postojová	Sebehodnocení	Kvalitativní	V laboratoři	Průběžná	Střední
Terénní studie	Obojí	Pozorování	Obojí	Na místě	Průběžná	Střední
Hodnotící metody	Behaviorální	Pozorování nebo expertní hodnocení	Obojí	Obojí	Obojí	Malý až střední

Zdroj: (Baxter, 2015, s. 103)

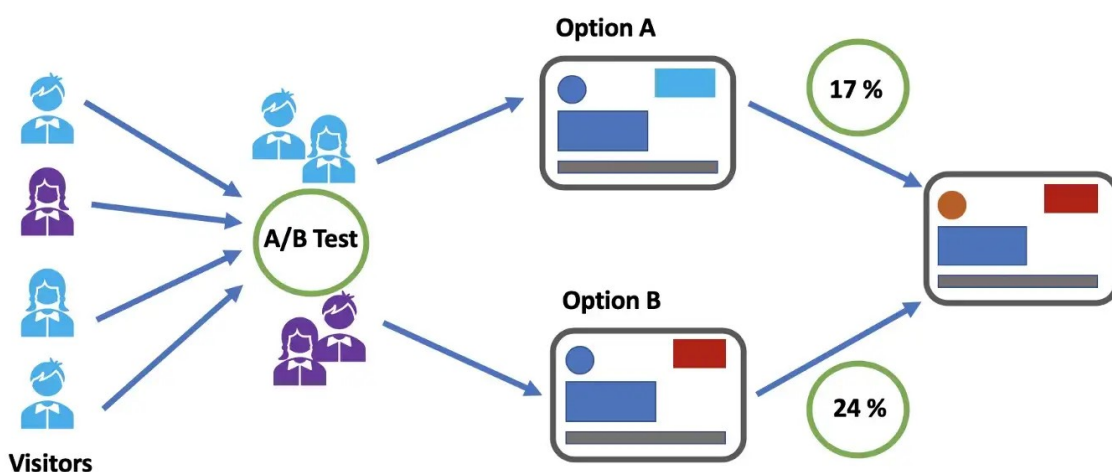
### 3.6.1 Testování použitelnosti

Testování použitelnosti je jednou z hodnotících metod, ve které jde o systematické pozorování konečného uživatele, který má za úkol plnit set úkolů. Uživatelé pracují přímo s produktem, nebo jeho prototypem a přemýšlí u toho nahlas, zatímco pozorovatel ho hodnotí metrikami jako je úspěšnost úkolu, čas strávený řešením a míra konverze (zda si uživatel produkt koupil). Stejně úkoly jsou pak dány dalším uživatelům v několika iteracích, aby se zjistilo co nejvíce potenciálních problémů s použitelností produktu. Podle studie Nielsena a Landauera (1993) není potřeba mít při testování velké množství uživatelů, ale efektivnější je provádět více testovacích se stejnými uživateli (konkrétně se jako nejoptimálnější ukázaly tři kola s pěti uživateli).

### 3.6.2 AB testing

Tzv. A/B testing je technika náhodného zobrazení dvou nebo více variant návrhu uživatelům, aby určili, kterou z nich více preferují. Podle hlavní designerky booking.com Zoe Gillenwater patří mezi hlavní výhody A/B testingu fakt, že: „...*vás donutí přestat dělat rozhodnutí o designu na základě vašich osobních preferencí, předsudků a ega a místo toho umožňuje vašim uživatelům hlasovat prostřednictvím jejich chování*“... „*Když je A/B testování skutečně integrováno do vašeho způsobu práce, zabraňuje to také vedoucím*

pracovníkům nařizovat konkrétní změny shora.“ (Lindberg, 2020) K dobrým výsledkům je v této metodě důležitá větší počet testujících uživatelů, např. návštěvnost webu. Ten musí být dostatečně vysoká, aby byly výsledky směrodatné. Je také důležité si u testování stanovit silnou hypotézu a nastavit testovaným nápadům správnou prioritizaci. Výsledkem A/B testů může být i chování uživatelů beze změny, nebo indiferentnost uživatelů vůči různým variantám, což ale nemusí znamenat neúspěšný test, ale může to znamenat, že implementace plánované změny designu neznámá riziko.



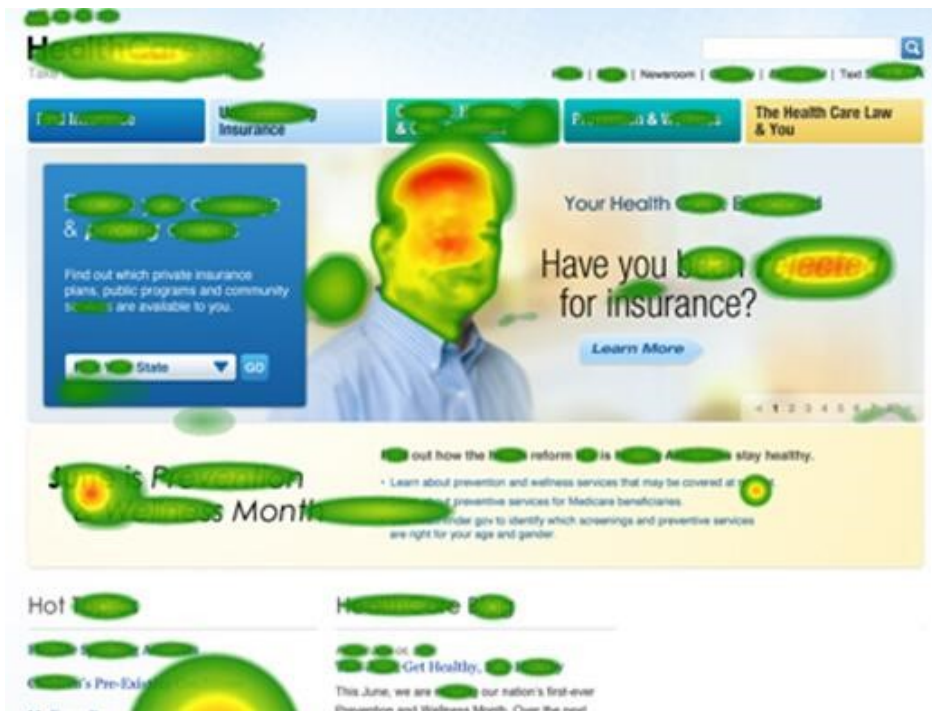
Obrázek 11: A/B testing

Zdroj: (Kabir, 2020)

### 3.6.3 Eye tracking

Eye tracking (metoda sledování očí) se zaměřuje na sledování, kam jsou oči uživatele zaostřeny a také na to, jak se oči pohybují, když si uživatel prohlíží rozhraní (Eye Tracking, 2023). Díky této metodě testování jsme schopni říci, kam se uživatelé při vykonávání úkolu dívají, jak dlouho jim trvá hledání, jak se jejich zaměření přesouvá z objektu na objekt, které části rozhraní jim chybí, jak se po rozhraní pohybují a v neposlední řadě jak velikost a umístění položek na navrhovaných rozhraních ovlivňuje jejich pozornost.

Ke sledování očí se využívá zařízení, které se zaměřuje na zornici oka účastníků a určuje směr a koncentraci jejich pohledu. Software pak o těchto akcích generuje data ve formě tzv. heat map (zachycují, na kterých místech rozhraní a na jak dlouho je koncentrován pohled) a tzv. sakádových cest (zachycují směr pohybu očí mezi jednotlivými oblastmi).



Obrázek 12: Eye tracking webových stránek – výsledná heat mapa

Zdroj: (Eye Tracking, 2023)



Obrázek 13: Eye tracking webových stránek – výsledná sakádová cesta

Zdroj: (Eye Tracking, 2023)

### 3.6.4 Pozorování

Pozorování uživatelů při interakci s produktem může být dobrým způsobem, jak porozumět použitelnosti produktu a do určité míry celkové uživatelské zkušenosti (How to Conduct User Observations, 2022). Výhoda metody pozorování je, že jeho provádění je relativně snadné, protože nevyžaduje velké množství školení a může být relativně rychlé, v závislosti na velikosti vzorku pozorovaných uživatelů. Dvě nejběžnější techniky používané pro pozorování uživatelů jsou kontrolovaná pozorování a naturalistická pozorování.

Řízené pozorování obvykle probíhá v laboratorním prostředí. Zabývá se analýzu kvantitativních dat, i když může být zaměřena i na kvalitativní pozorování. Vzhledem k tomu, že je vykonáváno v umělých podmínkách, nemusí výsledky zcela odrážet realitu. Zároveň se ale díky laboratorním podmínkám vyhneme vnějším vlivům a můžeme pozorování jednoduše zreprodukovat a rychle zanalyzovat.

Naturalistické pozorování zahrnuje studium uživatele „ve volné přírodě“ a má tendenci být méně strukturované. Je pozorováno chování uživatel, nebo skupiny uživatelů, s jejich produktem, který používají v každodenním životě. Pozorovatel zaznamenává svá pozorování, jak uzná za vhodné. Je to do značné míry přístup, který vede spíše ke kvalitativním výstupům především kvůli tomu, že je mnohem nákladnější a pro pozorovatele časově náročnější. Zároveň se jednotlivé výsledky dají většinou obtížně porovnávat a je složité oprostít pozorování od vnějších vlivů.

## 3.7 Faktory ovlivňující tvorbu HMI v automotive

Kvalita automobilového HMI designu částečně, ale nezanedbatelně, určuje schopnost řidiče vykonávat primární úkol řízení při současném používání zařízení umístěných ve vozidle. Kvalitu interakce řidiče mohou všeobecně ovlivnit různé vnitřní a vnější faktory (Leplat, 1981). Vnitřními faktory ovlivňující řízení jsou charakteristiky řidiče (např. úroveň zkušeností, motivace, věk, emoční stav a časový tlak). Mezi vnější faktory můžeme zařadit kontextové charakteristiky (např. úroveň krizové situace, následky provedeného úkonu a světelné podmínky), a pak také vlastnosti samotného rozhraní (např. snadnost používání, menu v rozhraní, použitý přístup, barvy a rozpoznávání hlasu). Návrháři

rozhraní HMI mají omezený vliv na zmíněné charakteristiky řidiče a na kontextové faktory. Nastavením charakteristik rozhraní však návrháři mohou přímo ovlivnit způsob interakce uživatele s používaným zařízením a provádění jeho primárního úkolu. Používají k tomu tzv. kognitivní ergonomická kritéria, která slouží jako principy návrhu a jako hodnotící faktory pro vytváření rozhraní kompatibilních s lidskými schopnostmi a omezeními.

Existují tři základní kritéria pro automobilové HMI, použitelnost, rozptýlení a přijetí, která budou jednotlivě dále rozebrána (Francois, 2016, s. 542). Tato tři zvolená kritéria pokrývají hlavní způsoby měření kvality rozhraní, které jsou dostupné v existující literatuře. Zatímco použitelnost je nejpoužívanějším kritériem pro hodnocení rozhraní, bezpečnost jízdy a přijetí uživatelem mohou mít kritické důsledky pro automobilové HMI kvůli specifickému kontextu jeho použití. V literatuře existují podrobnější a konkrétnější modely ergonomické kvality automobilového HMI – např. (Harvey, 2011), které ale můžeme zahrnout právě do zmíněných tří obecnějších kategorií (např. naměřené množství chyb, délka úkonu, nebo odchýlení od rychlosti jízdy). V následujících podkapitolách je každé ze tří kritérií definováno včetně jeho rozsahu a souvisejících výzev pro návrháře.

### **3.7.1 Použitelnost**

Návrh automobilových HMI byl dlouhou dobu určován technickými omezeními a rozsahem funkcí, které tato technologie umožňovala (Francois, 2016, s. 542-543). Nicméně omezené množství informací, se kterými může řidič nakládat, a otázky bezpečnosti silničního provozu si vynutily zásadní změnu v takovém přístupu. Návrh HMI se posunul od přístupů zaměřených na technologie a funkce k přístupům zaměřeným na člověka (tj. použití lidských faktorů a znalostí použitelnosti). Mezi přístupy zaměřenými na člověka se standardem pro automobilový design HMI stal design zaměřený na uživatele, tedy pozornost se obrátila především k otázkám bezpečnosti a použitelnosti. Součástí hodnocení HMI jsou řidiči, kteří jsou pravidelně zapojeni do testů použitelnosti.

Použitelnost HMI je ovlivněna mnoha faktory. Vysoce použitelná rozhraní jsou pro lidi snadno uchopitelná, snadno se je naučí používat a používají je efektivně. Při jejich pravidelném používání usnadňují uživatelům zapamatování jednotlivých úkonů, pomáhají jim pracovat efektivně a zároveň dělat méně chyb. Nejlepší rozhraní poskytují uživatelům

potěšení a uspokojení a cítí se při jejich užívání pohodlně. Tyto charakteristiky, blíže rozebrané v kapitole 3.4.2 můžeme považovat za pět aspektů použitelnosti, za pět různých aspektů HMI a jeho uživatelského rozhraní, které přispívají k použitelnosti.

Jedním ze způsobů, jak začlenit použitelnost do návrhu automobilového rozhraní HMI, je dodržování designových zásad. Podobně lze po definici konceptu provést testy pro posouzení použitelnosti HMI. Některá kritéria se však posuzují snadněji než jiná. Chyby lze například měřit z hlediska typu, rychlosti a snadnosti obnovy, nicméně spokojenost uživatele může zahrnovat libovolný počet různých podskupin atributů. Kromě toho by zapamatovatelnost mohla být významnější pro málo používané funkce vozidla (např. mlhová světla) než pro ty, které se používají často (např. indikátory).

### **3.7.2 Rozptýlení**

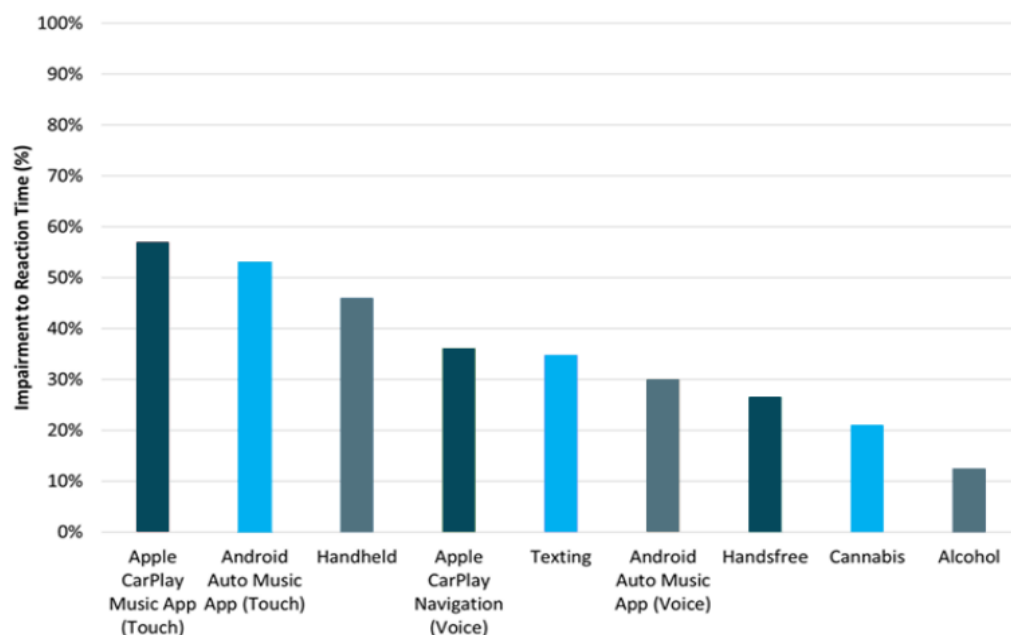
Rozptylování (angl. Driver Distraction) je v literatuře definováno jako odvedení pozornosti od úkonu řízení k souběžné činnosti (Francois, 2016, s. 543). Rozptylování může nebo nemusí souviset s řízením a může být důsledkem události, předmětu nebo osoby uvnitř nebo vně vozidla. Interakce s automobilovým HMI může mít za následek rozptýlení související s řízením (např. sledování mapy a GPS) nebo nesouvisející s řízením (např. změna hlasitosti rádia). V obou případech by interakce s HMI mohla znamenat fyzické rozptýlení (např. alespoň jedna ruka mimo volant a oči mimo silnici) nebo kognitivní rozptýlení (tj. kognitivní pracovní zátěž potřebná k provedení úkolu). Rozptýlení může významně zhoršit vizuální schopnost řidiče, reakční doby, rozhodování a kvalitu řízení. Rozdělená pozornost sama o sobě vede ke zvýšené pracovní zátěži. Ovládání duševní zátěže při interakci se zařízeními ve vozidle je proto zásadní pro udržení zdrojů dostupných pro primární úkol řízení. Kritérium rozptýlení je ústřední v automobilové oblasti HMI, a proto je většinou odděleno od kritéria použitelnosti, i když jsou obě spojeny s účinností rozhraní. Rozhraní HMI používané uvnitř vozidla se skutečně odlišuje svým specifickým kontextem užívání a souběh dvou úkolů a následný dopad na rozptýlení řidiče jej odlišuje od jakéhokoli jiného uživatelského rozhraní.

Aby se snížilo rozptýlení řidiče, je třeba brát během návrhu rozhraní v potaz několik jeho charakteristik. Ku příkladu tak na první pohled banální záležitost jako je font písma má



v automobilovém uživatelském rozhraní dopad na dobu dokončení úkolu a na vizuální požadavky při řízení (např. mezi dvěma fonty písma byl zjištěn rozdíl více než 10 % celkového času pohledu na obrazovku). Pro designéry HMI je však předvídání zdrojů rozptýlení během návrhu konceptu poměrně složité. Kritérium rozptýlení se nejčastěji adresuje provedením analýzy na základě ukazatelů jako je jízdní výkon během interakce, pohled od silnice (např. celkový čas strávený očima mimo vozovku, maximální doba trvání pohledu na obrazovku, kognitivní pracovní zátěž, povědomí o situaci a reakční doba). Kromě toho byla k posuzování rozptýlení řidiče vytvořena směrnice, která definuje vizuálně-manuální metriky rozptýlení a prahy přijatelnosti (např. zařízení by měla být navržena tak, aby řidiči mohli komunikovat, aniž by se dívali ze silnice na dobu delší než 2 s).

Poměrně znepokojivé výsledky z nedávné studie organizace IAM RoadSmart (Ramnath, 2020) ukazují, že nejnovější infotainment systémy umístěné ve vozidlech rozptylují uživatele více než psaní SMS, nebo dokonce požití alkoholu či marihuany. Tato studie se snažila pochopit dopad interakce s mobilními infotainment systémy na výkon řidiče. Výsledky také srovnala s jinými formami rozptýlení řidičů. Byly provedeny dvě opakovaná měření s aplikacemi Android Auto a Apple CarPlay s cílem získat data o výkonu řidičů. Autoři studie umístili během simulované jízdy na obrazovku v simulátoru reprezentující pohled řidiče na cestu před sebe červený obdélník reprezentující podnět k reakci a sledovali reakční dobu účastníků, kteří v tu chvíli byli rozptýlení jednou z několika různých forem. Účastníkům trvalo déle, než zareagovali na vnější podněty při interakci s oběma infotainment systémy pomocí dotykové funkce, a poté hlasové funkce, při snaze přehrávat hudbu. Ve srovnání s jízdou bez rozptýlení kromě toho účastníci nedokázali reagovat na větší počet podnětů, když museli interagovat s oběma systémy pomocí dotykové funkce. Obrázek níže ukazuje procentuální změnu reakční doby pro různé rozptýlení řidiče ve srovnání s reakční dobou při řízení bez rozptýlení. Ve srovnání s řízením bez rozptýlení vykazovaly reakční doby průměrné zvýšení o 57 % a 53 % při přehrávání hudby přes Spotify pomocí dotykové funkce na Apple CarPlay a Android Auto. Výsledky studie ukazují, že práce s aplikací Spotify má o téměř čtvrtinu vyšší rozptylující účinek v případě dotykového ovládání rozhraní (Android Auto Music, 30 %) ve srovnání s ovládáním hlasem (Android Auto Music, 53 %), avšak toto rozptýlení je značné.



Obrázek 14: Srovnání změn v reakčním čase způsobených věnováním se při řízení různým aktivitám

Zdroj: (Ramnath, 2020)

Výsledky této studie obecně naznačují, že interakce s oběma systémy (Android Auto a Apple CarPlay) pomocí dotykové funkce měla negativnější dopad na výkon řidiče ve srovnání s tím, když se zařízením vůbec neinteragovala. Navzdory tomu, že účastníci museli snížit rychlost, aby mohli dokončit poskytnuté dodatečné úkoly, nebyli schopni udržet stálou pozici v jízdním pruhu a strávili mnohem delší dobu s očima mimo vozovku. Interakce s infotainment systémy pomocí hlasové funkce vykazovala lepší jízdní výkon než dotyková funkce, nicméně v některých opatřeních (jako je reakční doba a poloha v jízdním pruhu) se stále výrazně lišila od řízení bez rozptýlení.

Klíčová zjištění výzkumu:

1. Ovládání polohy vozidla v jízdním pruhu, udržování konzistentní rychlosti a jízda dle vozidla před řidičem se při interakci s Android Auto nebo Apple CarPlay výrazně zhoršily, zejména při použití dotykového ovládání.
2. Při interakci se systémem Android Auto nebo Apple CarPlay nedokázali účastníci tak často reagovat na podněty na cestě před nimi – reakční doby byly o více než 50 % pomalejší.

3. Doba reakce na podnět na cestě před řidičem byla delší při výběru hudby přes Spotify prostřednictvím Android Auto a Apple CarPlay.
4. Dopad na reakční dobu při použití dotykového ovládání (větší než použití hlasového ovládání) byl horší než při psaní SMS za jízdy.
5. Použití obou systémů prostřednictvím dotykového ovládání způsobilo, že řidiči spouštěli oči ze silnice na delší dobu, než doporučila směrnice NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration).
6. Účastníci podhodnotili čas, který si mysleli, že strávili pohledem mimo vozovku při používání Android Auto a Apple CarPlay prostřednictvím dotykového ovládání, a to až o 5 sekund.

### 3.7.3 Akceptace řidičem

Akceptace řidičem je definována jako „*míra, do jaké jednotlivec zamýšlí systém používat, a pokud je k dispozici, začlenit systém do svého řízení*“ (Adell, 2010, s. 477). Akceptace řidičem zahrnuje postoje uživatelů, jejich subjektivní zkušenosti a jejich ochotu používat technologii k úkolu, pro který byla určena. Akceptace široce přispívá k osvojení automobilových technologií (tj. používání zařízení jako součásti každodenního života řidiče). Po rychlém rozvoji technologií se koncept akceptace a jeho vztah k chování při používání stal důležitou výzkumnou otázkou. Řada různých modelů kladla důraz na různé aspekty uživatelského přijetí. Vedle mnoha proměnných, které mohou ovlivnit přijetí nebo odmítnutí technologie, vznikl model akceptace technologie, který je založený na teorii odůvodněného jednání a naznačuje, že vnímaná užitečnost a vnímaná snadnost použití mají vliv na postoje uživatelů ve vztahu k použití a určují behaviorální záměr technologii použít (Francois, 2016, s. 543-544).

Přestože je uznáno, že subjektivní atributy hrají velkou roli při akceptaci uživatelem, je obtížnější je převést do specifikací při návrhu koncepce HMI. Kromě toho se koncept akceptace vztahuje k postoji uživatele k technologii a HMI jako takové k tomu přispívá pouze částečně. Akceptace řidiči se proto často řeší při posuzování koncepce prostřednictvím dotazníků a subjektivních odezev.

Přijetí rozhraní HMI je zásadní, protože akceptovaná zařízení budou pravděpodobněji řidiči používána. Pokud rozhraní neodpovídají mentálním modelům a očekáváním řidičů, mohou vést k chybnému používání, k potenciálně nebezpečným situacím a k odmítnutí systému (Maltz, 2007). Zlepšení použitelnosti by tak měla zlepšit akceptaci řidiče. Nové výzvy pro designéry HMI jsou stejně tak více spojeny s komerčními aspekty, jako je radost, estetika, přitažlivost HMI nebo potěšení z užívání (Solman, 2002). Tyto subjektivní aspekty jsou řešeny pomocí dotazníků a konzultací během hodnocení HMI. Přínosy participativního designu (tj. spokojenost, úspěch produktu, osobní relevance, vnímané vlastnictví a záměr používat) jsou tedy přímo spojeny s akceptací uživatele. Participativní zapojení řidičů ve fázi koncepčního návrhu by mohlo vést k včasnému zvážení těchto subjektivních aspektů a mohlo by mít přímý vliv na ochotu řidičů využívat HMI a zlepšení jejich subjektivní zkušenosti.

## 4 Vlastní práce

Tato část diplomové práce se zabývá praktickou tvorbou grafických návrhů HMI a jejich následné testování na simulátoru s uživateli. Základní proces tvorby má několik úrovní, které je potřeba zpracovat ještě před tvorbou grafických návrhů.

Prvním krokem je si uvědomit, pro koho jsou HMI návrhy dotykové obrazovky určeny, kdo bude jejich primárním uživatelem a jaké funkce by měly obsahovat. K tomu slouží metodika tvorby person, fiktivních postav, které pomohou určit cílovou skupinu pro navržená grafická rozhraní.

Dalším krokem bylo vytipování konkrétního grafického návrhu, který byl použit pro praktické testování v UX laboratoři. Jelikož je cílem práce určit nejvhodnější grafický styl HMI tak, aby byl uživatelsky přívětivý a zároveň co nejméně rušivý při praktickém použití, bylo nutné zjistit preference uživatelů vzhledem ke grafickému stylu. To se konkrétně týká například barev, použití různých ikon a fontů, případně rozložení funkcí. Za tímto účelem bylo vytvořeno 5 grafických návrhů základní obrazovky v různých grafických vizuálech a s různými rozložením funkcí. Při tvorbě se vycházelo z již existujících a v praxi fungující designů HMI, které byly modifikovány pro potřeby testování.

Těchto 5 návrhů bylo otestováno formou dotazníku, kde respondenti odpovídali na jednoduché otázky ohledně vizuálního stylu a preferencí vzhledem k dotykovým obrazovkám automobilu. Výsledkem dotazníku bylo určení jednoho grafického stylu, který byl dále použit v praktické části. V další části respondenti měli vytipovali několik funkcí, které v autě běžně používají a které by byly vhodné pro otestování na simulátoru.

Identifikace pouze jednoho grafického stylu bylo zvoleno kvůli tomu, že v další části práce byly návrhy podrobeny uživatelskému testování na simulátoru v UX laboratoři a primárním cílem bylo najít vhodné rozložení funkcí a prvků, které jsou pro ovládání HMI rozhraní nejdůležitější. Pokud by se návrhy lišily i ve svém grafickém stylu, došlo by ke zkreslení výsledků, kdy by nebylo možné metodicky určit, zda konkrétní chování bylo určeno tím, jak na ně působil vizuální styl, nebo vhodné/nevhodné rozložení funkcí po obrazovce.

Pro uživatelské testování byly tedy vytvořeny 3 návrhy ve stejném, či velmi podobném, grafickém stylu. Lišili v rozložení funkcí na hlavní obrazovce, což se týká například funkcí pro otevření menu, návratu na hlavní obrazovku, případně ovládání teploty v automobilu. Dále se mohou lišit v dostupnosti ovládacích prvků při procházení aplikace, či v animaci při přechodu mezi kontexty. Samotné ovládání návrhů zůstalo ale totožné. Při realizaci se počítalo s dotykovým ovládním, takže tzv. touch zóny (prostor, kde je potřeba kliknout, aby aplikace zaregistrovala dotyk) jsou ve všech návrzích stejné. Tyto tři návrhy mají dostatečně komplexní ovládní, aby co nejvíce simulovaly reálné dotykové obrazovky v automobilech. To znamená, že mají dostupné různé kontexty, kam se mohou uživatelé doklikat.

Po vytvoření těchto prototypů byly jednotlivé návrhy podrobeny již zmíněnému uživatelskému testování v UX laboratoři společnosti Digiteq Automotive, jenž se zabývá, kromě jiného, právě tvorbou uživatelských rozhraní HMI pro největší tuzemskou automobilku. Pro testování praktické části bylo možné využít fyzický simulátor s volantem, sedačkou a pedály. Uživatelé při testování ovládali automobil v simulovaném 3D prostředí dálnice a plnili jednotlivé úkoly na dotykové obrazovce, kde byly nahrány vytvořené grafické návrhy. Na tomto simulátoru je možné měřit i vyjetí automobilu mimo určený pruh simulované dálnice, a tak pomoci určit, zda není zvolený grafický návrh příliš rušivý a eliminovat tak případné chyby a nedostatky návrhu.

Na závěr praktické části byly zhodnoceny výsledky z uživatelského testování, byl určen nejvhodnější návrh HMI rozhraní pro případné použití v praxi a další kroky pro zlepšení funkčnosti. Je ale zřejmé, že tato diplomová práce nepokryje všechny možné případy, které by bylo vhodné otestovat, ale snaží se co nejvíce přiblížit procesu UX testování a tvorbě návrhů, které se používají v běžné praxi.

#### **4.1 Identifikace cílové skupiny, tvorba person**

Jak již bylo zmíněno v teoretické části, persony se využívají pro identifikaci potřeb a problému uživatelů daného produktu. V případě této diplomové práce je situace trochu komplikovanější v tom, že osobou využívající infotainment může být široké spektrum osob napříč zaměstnáním a koníčky. Zároveň je potřeba brát v potaz i to, že ne vždy bude toto

rozhraní využívat řidič, který musí splnit alespoň nějakou povinnost pro řízení na pozemních komunikacích, ale infotainment může ovládat i spolujezdec. Proto byly vytvořeny 3 odlišné osoby, které se alespoň částečně snaží představit možné uživatele vytvořených návrhů HMI.

#### 4.1.1 Persona 1



Věk: **34 let**  
Zaměstnání: **OSVČ**  
Rodinný stav: **Ženatý, 2 děti**  
Bydliště: **Rudná u Prahy**

Osobnost:

**Extrovert, svědomitý, pracovitý**

Záliby:

**Rodina, četba, běhání, florbal, posezení s přáteli.**

Persona č.1

### **Martin Š.**

#### **Bio:**

Martin pracuje jako finanční poradce, který každý den dojíždí za svými zákazníky po celé Praze a okolí, větší část dne tedy stráví za volantem. Nedávno si pořídil nový vůz a jelikož má 2 děti ve věku 4 a 7 let, volil automobil s karosérií kombi a s nejvyšší možnou bezpečností pro cestující. S používáním dotykové obrazovky v autě má bohaté zkušenosti již z předchozího vozu. Umí ho perfektně ovládat i během jízdy.

#### **Potřeby:**

- Kvůli své práci musí být vždy dochvilný a dorazit na domluvenou schůzku včas.

#### **Frustrace:**

- Aby uživil rodinu, pracuje často až do večerních hodin a nemá dostatek volného času.  
- Dopravní situace v Praze

Z popisu osoby číslo 1 je zřejmé, že Martin Š. bude nejčastěji v automobilovém rozhraní využívat navigaci, případně zjišťovat aktuální dopravní situaci například pomocí mobilních aplikací. Mohl by také využít platformu pro příchozí a odchozí hovory s využitím handsfree.

3 pravděpodobně využívané funkce v infotainmentu:

- Navigace
- Hovory
- Propojení s chytrým telefonem.

#### 4.1.2 Persona 2



Věk: **65 let**  
Zaměstnání: **důchodce**  
Rodinný stav: **vdova**  
Bydliště: **Praha 3**

Osobnost:

**Starostlivá, společenská, soutěživá**

Záliby:

**Soutěžní pořady, vnoučata, její pes, detektivky**

Persona č.2

### **Hana V.**

#### **Bio:**

Hana je bývalá zdravotní sestra v současnosti již v důchodě, občas si přivydělává na recepci v sousedním domě. Od syna dostala nový městský vůz, aby mohla jezdit za vnoučaty do Dejvic. Byl to pro ni ovšem docela šok, s novými technologiemi nemá moc zkušeností a její předchozí vůz pocházel z roku 2001. Ve volném čase ráda sleduje soutěžní pořady a stará se o svého psa Charlieho, anglického kokršpaněla.

#### **Potřeby:**

- Bezpečně dorazit na druhou stranu Prahy za vnoučaty.

#### **Frustrace:**

- Neumí používat nové technologie, nemá ani chytrý mobilní telefon  
- Řidiči, kteří nedodržují dopravní předpisy

Z popisu je zřejmé, že paní Hana není technický typ a v nových technologiích se příliš nevyzná. Není tedy příliš pravděpodobné, že by je ve svém voze často využívala. Nejužitečnější pro ni nejspíše bude parkovací asistent pro bezpečné parkování v pražských městských částech.

3 pravděpodobně využívané funkce v infotainmentu:

- Parkovací asistent
- Rádio/Přehrávač
- Navigace



### 4.1.3 Persona 3



Věk: **17 let**  
Zaměstnání: **student**  
Rodinný stav: **svobodný**  
Bydliště: **Zlín**

Osobnost:

**Zábavný, společenský, občas zbrklý**

Záliby:

**Kamarádi, hudba, počítačové hry**

Persona č.3

## **Kryštof H.**

### **Bio:**

Kryštof je studentem 3. ročníku Technického lycea na Střední Průmyslové Škole ve Zlíně. Má zálibu v nových technologiích a programování. Jeho snem je se dostat na vysokou školu informatiky v Brně. Na jaře bude dělat zkoušky v autoškole, a proto jezdí pravidelně se svým otcem zkoušet jízdu autem na odlehlé parkoviště. Jako cestující většinou sedí na místě spolujezdce a zkouší všechny funkce infotainmentu.

### **Potřeby:**

- Úspěšně zvládnout přijímací zkoušky na VŠ.
- Nepochadnou z fyziky.
- Dostat k narozeninám nový PlayStation.

### **Frustrace:**

- Neumí se soustředit na učení a má pak špatné známky

Student Kryštof nemá ještě zkušenosti z reálného provozu a pouze cestuje jako spolujezdec. I tak má ale zkušenosti s ovládáním dotykové obrazovky. Jelikož má problém se soustředím, je vysoká šance že bude ovládat infotainment i během řízení a svou nezkušeností způsobí nějakou nehodu.

3 pravděpodobně využívané funkce v infotainmentu:

- Propojení s chytrým telefonem.
- Rádio/Přehrávač
- Informace o autě

## 4.2 Dotazníkový průzkum

Cílem této podkapitoly je vytvoření 5 grafických návrhů a jejich následné prověření v dotazníkovém průzkumu.

### 4.2.1 Tvorba návrhů

Jednotlivé návrhy byly vytvořeny v online platformě Figma, jenž obecně slouží pro návrh designu mobilních aplikací a jejich prototypování. Každý návrh vychází v praxi z již používaných designů dotykových obrazovek, ale zároveň tyto návrhy nepředstavují přesnou kopii. Je ale jasné, že každá z automobilek při návrhu svých konceptů vychází z nějakých průzkumů a zkušeností tak, aby uspokojila většinu zákazníků. Navrhovat tedy design infotainmentu úplně od znovu by bylo kontraproduktivní a časově velice náročné.

I když se návrhy liší hlavně v použitém grafickém stylu, a to v použitých barevných paletách, velikostech ikon a stylu písma, všechny mají i několik společných prvků, které se však mohou objevovat na různých místech a v různých podobách v rámci daného konceptu. Obecně je lze rozdělit do několika částí:

#### **Hlavní ovládací panel funkcí – Main Bar**

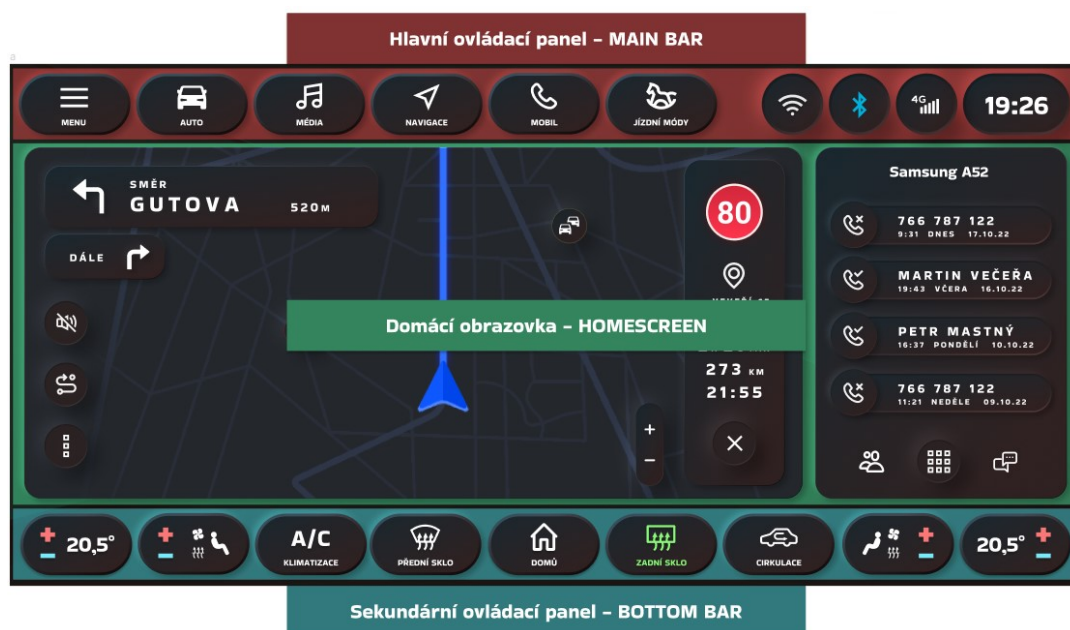
Jde o panel, kde jsou zobrazeny ikony pro vstup do dalších sekcí infotainmentu. Například ikona pro navigaci, kdy je po kliknutí uživatel odkázán právě do kontextu navigace. Ve většině případů je zde i ikona pro Menu. Podle umístění na obrazovce lze tento panel označovat jako Horní panel (angl. Top Bar), případně Boční panel (angl. Side Bar). Jelikož se jeho umístění v návrzích mění, lze ho označovat pouze jako Hlavní panel – Main Bar.

#### **Domácí obrazovka – Homescreen**

Jde o výchozí kontext, který se objevuje po startu jednotky nebo při kliknutí na ikonu domečku. Většinou se jedná o rozcestník k jednotlivým kontextům, které se mohou zobrazovat ve formě dlaždic, kdy každý kontext může mít jinou velikost a také počet zobrazujících se informací. V tomto případě se tedy hovoří o rozložení domácí obrazovky – homescreen layout. V návrzích se toto rozložení často mění jak podle počtu zobrazených funkcí, tak i informací a tlačítek u jednotlivých widgetů.

## Dolní sekundární panel – Bottom Bar

V návrzích se objevuje i dolní panel pro ovládání teploty či vyhřívání sedaček. I když může být v reálných vozech toto ovládání řešeno fyzickými tlačítky, či otočnými regulátory, v novějších konceptech, například vozů z Číny, je toto řešení rovnou integrováno v designu infotainmentu. Dolní panel se využívá právě pro podobné funkce, protože mohou být doprovázeny dalšími dynamickými prvky – vyskakujícími okny (tzv. pop-upy). Jednoduchý příklad může být to, že po kliknutí na ikonu změny teploty u řidiče může vyskočit posuvné pole (tzv. slider) pro nastavení nové teploty. Jelikož se zobrazí nad prstem, který kliknul na požadovanou ikonu, je stále v zorném poli řidiče. Pokud by toto bylo realizováno v horním panelu, řidič si svou rukou stíní většinu obrazovky a nemá možnost ihned reagovat na tento dynamický prvek.



Obrázek 15: Rozdělení návrhu na společné prvky

Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.2.2 Dotazník

Dotazník byl vytvořen ve webové aplikaci Ballpark, která i ve své free verzi umožňuje vytvořit dotazník s potřebným počtem dotazů. Na rozdíl od aplikace Maze, která je sice populárnější a flexibilnější co se týče funkcí, ale má velmi omezený počet dotazů na jeden dotazník.

Důvodem, proč vytvořit dotazník v této aplikaci, bylo, že dokáže realizovat i UX testy, které se v případě této diplomové práce budou hodit. Konkrétně je řeč o klik testech<sup>4</sup> a 5vteřinových testech<sup>5</sup>. Zároveň má aplikace Ballpark tu výhodu, že dokáže vyexportovat výsledky dotazníku do CSV souboru, kde je následně možné data upravovat a vytvořit z nich přehledné grafy.

Dotazník byl tvořen 37 bloky, včetně úvodu a závěru, které respondenti museli vyplnit. Nebylo možné jednotlivé dotazy přeskakovat, protože by to ovlivnilo výsledky dotazníku, ale zároveň otázky nebyly nikterak časově ani úkolově náročné.

Struktura dotazníku je v příloze této práce.

#### 4.2.3 Výsledky online průzkumu

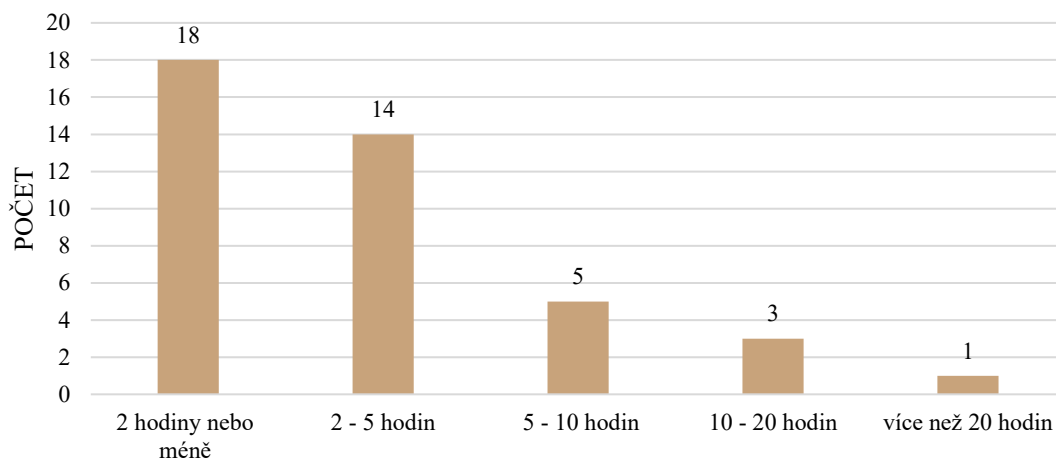
Online dotazník byl rozeslán mezi 41 respondentů napříč věkem a vzděláním. Z výsledků prvního dotazu je zřejmé, že mezi respondenty převládá většina příležitostných řidičů, kteří jezdí týdně spíše kratší trasy. To může být způsobeno tím, že většina dotazovaných spíše využívá MHD ve svém bydlišti, například pro docházku do zaměstnání či školy. Tento dotaz měl spíše informativní charakter pro zjištění, jaká skupina respondentů na dotazy odpovídala.

---

<sup>4</sup> Klik test (v angličtině označován jako „Click Test“) se zaměřuje na to, kam uživatel klikne jako první při hledání např. určité funkce.

<sup>5</sup> 5vteřinový test (v angličtině označován jako „5 Second Test“) je test, při kterém se uživatelům na 5 sekund zobrazí obrázek, a poté jej ohodnotí.

Odpověď respondentů na otázku:  
"Kolik času trávíte týdně řízením?"

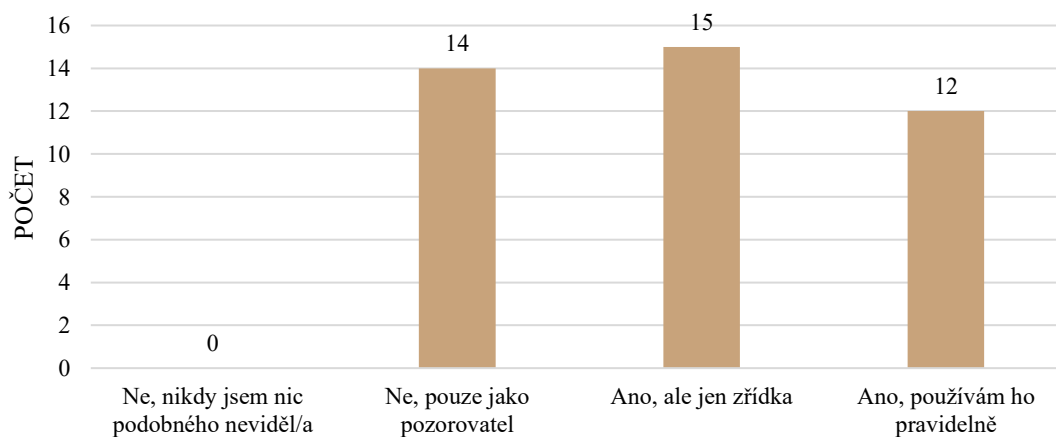


Graf 3: Porovnání výsledků online průzkumu: "Kolik času trávíte týdně řízením?"

Zdroj: Vlastní zpracování

Další dotaz, zda se respondenti již setkali či používali moderní dotykové obrazovky, měl velmi pozitivní výsledek. Všichni dotázaní se již setkali s moderními infotainmenty, ať již aktivně, nebo pasivně. Zároveň lze výsledky reprodukovat tak, že respondenti nemusí mít vždy nejmodernější vozy s požadovanou výbavou, nebo jsou spíše cestujícími než řidiči.

Odpověď respondentů na otázku:  
"Máte zkušenosti s používáním moderních dotykových obrazovek v autě?"



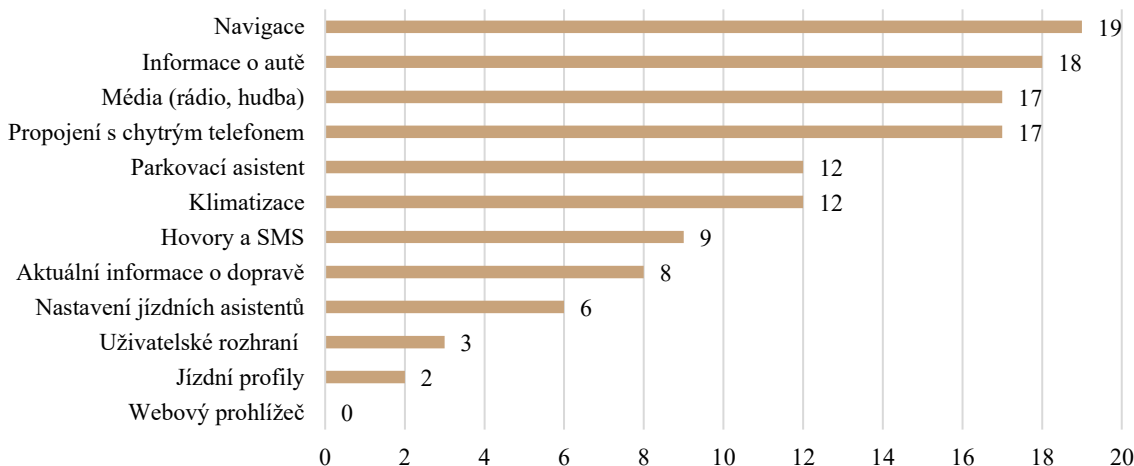
Graf 4: Porovnání výsledků online průzkumu: "Máte zkušenosti s používáním moderních dotykových obrazovek v autě?"

Zdroj: Vlastní zpracování

Co se týče funkcí infotainmentu, respondenti jasně popsali ty nejdůležitější, které mohou při řízení potřebovat. Mezi ně patří navigace, informace o autě, média a propojení

s chytrým telefonem. Tyto funkce byly zpracovány v dalším kroku praktické části. Na druhou stranu lze z výsledku vyčíst, že respondenti vůbec nepokládají za důležité funkce webový prohlížeč, nastavení jízdních profilů či uživatelské rozhraní.

Odpověď respondentů na otázku:  
 "Jaké jsou podle Vás nejdůležitější funkce dotykové obrazovky, které můžete při řízení potřebovat?"



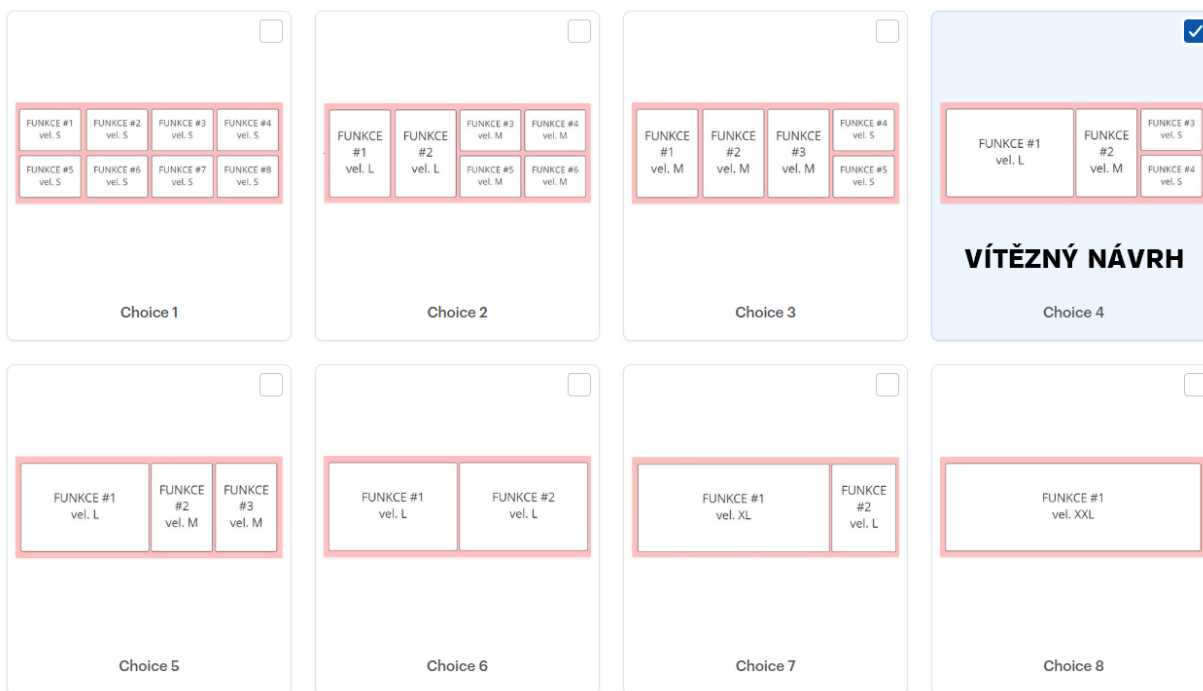
Graf 5: Porovnání výsledků online průzkumu: "Jaké jsou podle Vás nejdůležitější funkce dotykové obrazovky, které můžete při řízení potřebovat?"

Zdroj: Vlastní zpracování

Výsledky dotazů týkajících se jednotlivých konceptů jsou prezentovány v další kapitole. Nyní ještě přeskočíme na závěr dotazníku a zhodnotíme poslední dva dotazy, které se týkaly preference na základní obrazovce a rozložení této obrazovky.

Z dotazníku plyne, že 85 % respondentů preferuje přehlednost nad funkčností. Většinou tedy příliš nezáleží na počtu ihned dostupných funkcí, ale spíše na tom, aby bylo jasné, jaký je význam jednotlivých funkcí a aby nedocházelo ke zbytečným matoucím krokům.

V poslední části účastníci vybírali, jaké je podle nich nejlogičtější rozložení výchozí obrazovky. Téměř polovina, přesněji řečeno 42 %, volilo layout č. 4, zobrazený na obrázku níže. Ten bude proto zpracován jako výchozí v další části práce a bude doplněn o další dva návrhy, které se v počtu hlasů umístily na druhém a třetím místě.



Obrázek 16: Varianty rozložení výchozí obrazovky

Zdroj: Vlastní zpracování

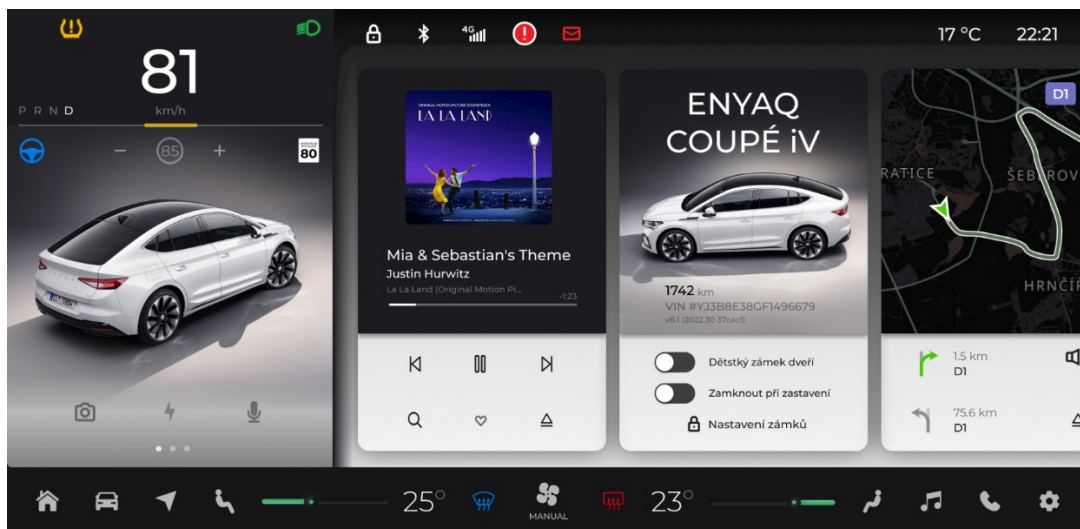
#### 4.2.4 Výsledky jednotlivých grafických návrhů

Podstatnou částí dotazníku byly konkrétní otázky na každý z 5 grafických návrhů. Cílem bylo zjistit, který z grafických stylů připravených konceptů dotázaným uživatelům nejvíce vyhovuje.

Do grafů jsou vyneseny i výsledky 5vteřinových testů. U tohoto úkolu se vždy zobrazoval konkrétní návrh pouze po tuto krátkou dobu a poté respondenti vybírali z několika variant odpovědí na otázku, jak na ně daný návrh působil – jestli byl vizuálně přívětivý, originální, či naopak nevhledný nebo nelogický. Cílem tohoto testu je ověření prvního dojdu respondentů.

U každého návrhu jsou také zobrazeny heat mapy Klik testu. U toho měli respondenti kliknutím určit místo, nebo funkci, na obrazovce, kde by hledali průměrnou spotřebu automobilu. Tento test pomáhá identifikovat přehlednost rozložení jednotlivých prvků.

## Koncept č.1



Obrázek 17: Koncept č.1 - grafický návrh

Zdroj: Vlastní zpracování

Grafický styl prvního návrhu by se dal definovat jako čistý, bez zbytečných informací a s jednoduchou strukturou. Většina funkčních tlačítek byla přesunuta do dolního panelu, horní má pouze informativní charakter bez tlačítek. V levé části je dominantní informační panel automobilu, s rychlostí vozu a omezeními na trase. Domovská obrazovka může připomínat webovou aplikaci, jednotlivé vertikální widgety pak obrazovky chytrých telefonů, pro některé respondenty familiární zobrazení. I to se mohlo projevit na výsledném hodnocení, kdy tento koncepty dostal nejvyšší celkové hodnocení ze všech návrhů.

Tabulka 2: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.1

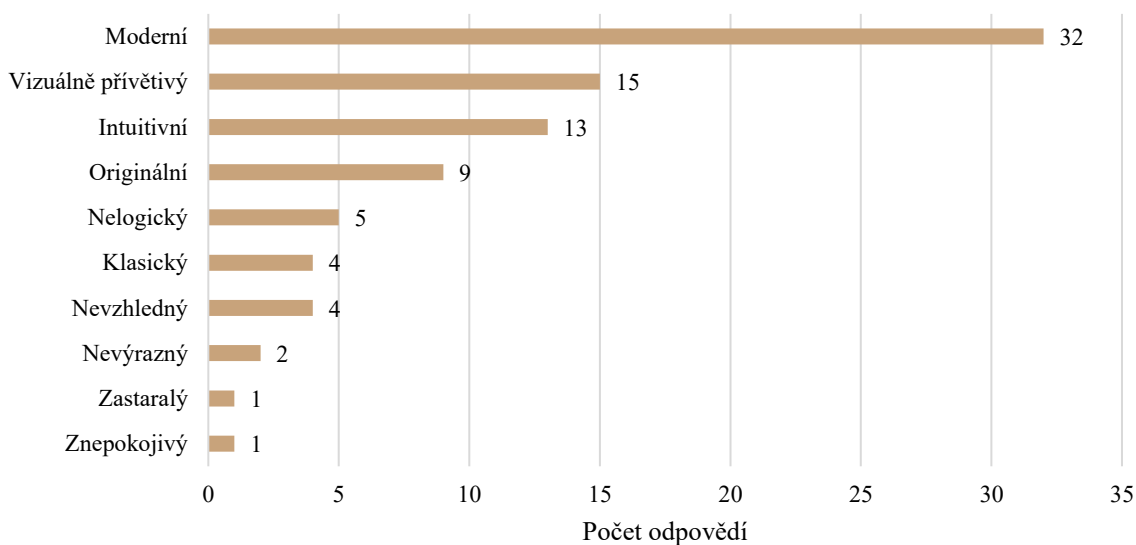
Koncept č.1	Průměr
Přišel Vám tento grafický styl intuitivní? Logicky uspořádaný? [1-10]	6,75
Přišel Vám tento grafický styl přehledný a nebyl matoucí? [1-10]	7,05
Přišel Vám tento grafický styl atraktivní? Líbil se Vám? [1-10]	7,54
<b>CELKOVÉ HODNOCENÍ:</b>	<b>7,11</b>
Potřebujete zjistit aktuální spotřebu automobilu. Kde byste hledal/a tuto funkci? [sekund]	20

Zdroj: Vlastní zpracování

Koncept č.1 považují respondenti za moderní, vizuálně přívětivý a intuitivní. Negativních odpovědí na tento grafický styl bylo minimum.



Koncept č.1 - 5vteřinový test a odpověď respondentů na otázku:  
"Jak na vás tento grafický styl působil?"



Graf 6: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.1

Zdroj: Vlastní zpracování

Z heat mapy odpovědí na klik test je po odfiltrování zjevných špatných odpovědí patrné, že většina respondentů klikala správným směrem (levá část konceptu), zároveň je ale čas na hledání funkce docela velký – 20 vteřin. Z toho lze vyvodit, že koncept není příliš intuitivní při hledání nějaké konkrétní funkce – to by se dalo vyřešit například popisky u ikon.



Obrázek 18: Koncept č.1 - heat mapa

Zdroj: Vlastní zpracování

## Koncept č.2



Obrázek 19: Koncept č.2 - grafický návrh

Zdroj: Vlastní zpracování

Druhý grafický návrh má více futuristický a svérázný styl než ten předchozí. Charakterizují ho výrazné barvy, spojení hran objektů, bez výrazných obrázků a pouze strohé ikony. Je rozdělen na horní informativní panel, dolní pro ovládání teploty a boční pro přechod do jednotlivých kontextů. Barvy v tomto konceptu hrají významnou roli při spojení funkce s konkrétní barvou. Například žlutá barva značí Hudbu, jak na domovské obrazovce, tak i v menu. To by mohlo sloužit k intuitivnějšímu ovládání, a i přes periferní vidění by se mohl dát lépe identifikovat potřebný kontext. Bohužel, tento předpoklad se nenaplnil, respondentům se tento koncept nelíbil a získal nejhorší hodnocení ze všech.

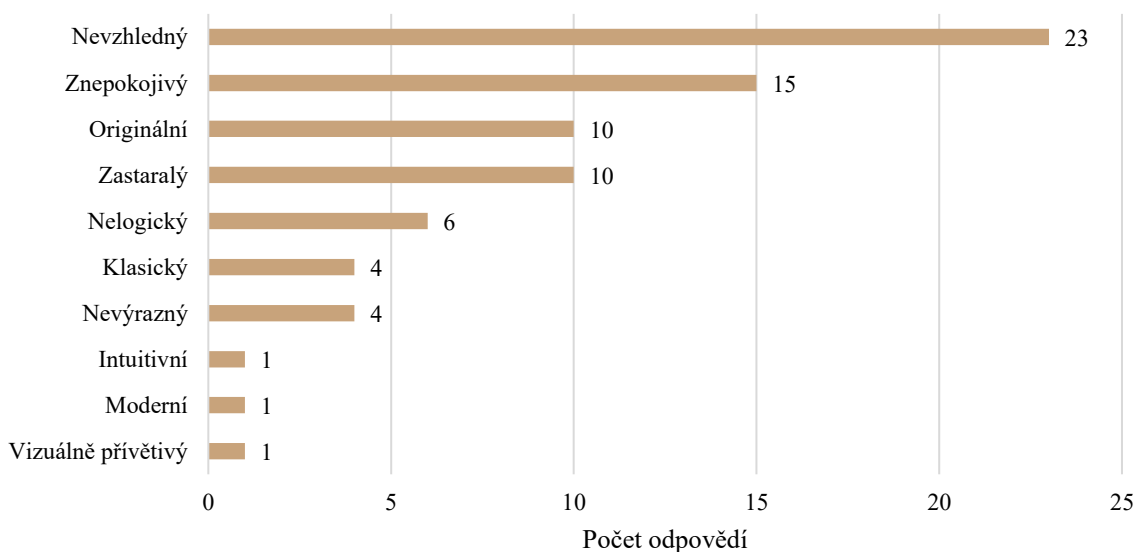
Tabulka 3: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.2

Koncept č.2	Průměr
Přišel Vám tento grafický styl intuitivní? Logicky uspořádaný? [1-10]	4,85
Přišel Vám tento grafický styl přehledný a nebyl matoucí? [1-10]	4,41
Přišel Vám tento grafický styl atraktivní? Líbil se Vám? [1-10]	3,32
<b>CELKOVÉ HODNOCENÍ:</b>	<b>4,20</b>
Potřebujete zjistit aktuální spotřebu automobilu. Kde byste hledal/a tuto funkci? [sekund]	23

Zdroj: Vlastní zpracování

Dominantní odpověď respondentů byla, že je koncept č. 2 nevhledný, znepokojivý, ale i originální. Pouze jedinému dotazovanému přišel tento návrh vizuálně přívětivý.

Koncept č.2 - 5vteřinový test a odpověď respondentů na otázku:  
"Jak na vás tento grafický styl působil?"



Graf 7: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.2

Zdroj: Vlastní zpracování

I Klik test vykazuje určité zmatení respondentů s rozložením daného návrhu a čas 23 sekund na klik to i potvrzuje. Většina kliknutí směřuje na horní panel, který by měl mít pouze informativní charakter. Menší část směřuje i správným směrem na ikonu Menu, kde by se měla požadovaná funkce nacházet.



Obrázek 20: Koncept č.2 - heat mapa

Zdroj: Vlastní zpracování

### Koncept č.3



Obrázek 21: Koncept č.3 - grafický návrh

Zdroj: Vlastní zpracování

Třetí koncept je obvyčejnější a neobsahuje žádné výrazné prvky. Má jednoduché rozložení v podobě horního panelu s odkazy na další kontexty a spodního panelu s ovládáním teploty a ikonou pro návrat na domovskou obrazovku uprostřed. Jde o zjednodušené rozložení layoutu pouze se dvěma nejdůležitějšími kontexty s velkými ikonami s popisem, a s minimalizací nadbytečných informací.

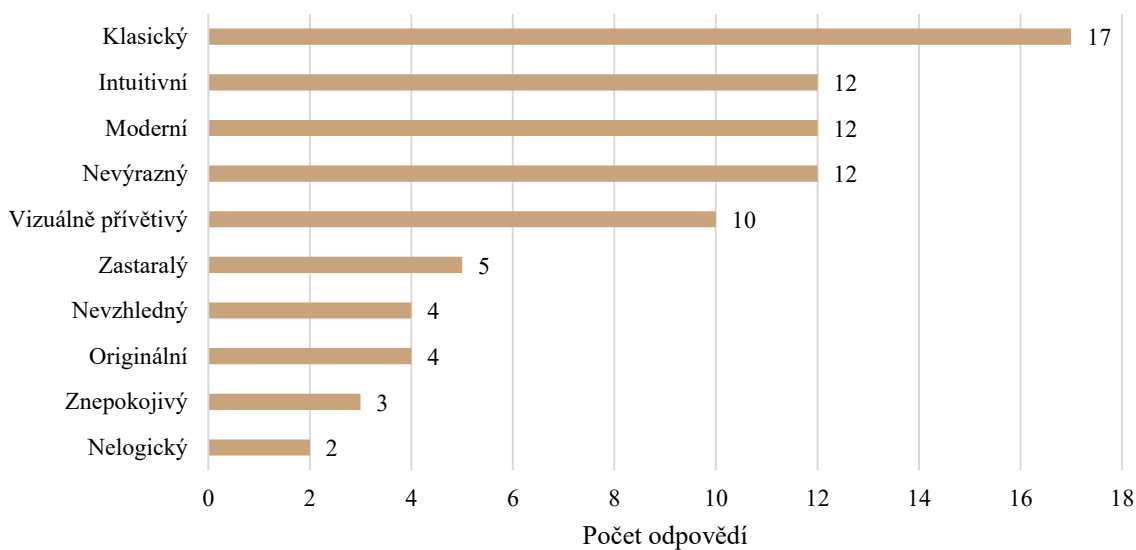
Tabulka 4: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.3

Koncept č.3	Průměr
Přišel Vám tento grafický styl intuitivní? Logicky uspořádaný? [1-10]	6,81
Přišel Vám tento grafický styl přehledný a nebyl matoucí? [1-10]	6,90
Přišel Vám tento grafický styl atraktivní? Líbil se Vám? [1-10]	6,63
<b>CELKOVÉ HODNOCENÍ:</b>	<b>6,78</b>
Potřebujete zjistit aktuální spotřebu automobilu. Kde byste hledal/a tuto funkci? [sekund]	14

Zdroj: Vlastní zpracování

Třetí návrh respondentům připadal nejvíce jako klasický, intuitivní, moderní ale zároveň nevýrazný. Obecně by šlo tento vizuál popsat jako zlatý střed, respondentům tento vizuál vyloženě nevadil a ani v nich nezbuzoval příliš pozitivní emoce.

Koncept č.3 - 5vteřinový test a odpověď respondentů na otázku:  
"Jak na vás tento grafický styl působil?"



Graf 8: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.3

Zdroj: Vlastní zpracování

Jak je vidět na Obrázku 21, třetí klik test ukazuje velice slibné výsledky. Většina respondentů klikla na ikonu auto, kde správně předpokládali, že se budou vyskytovat požadované informace. I čas kliku 14 vteřin je velice optimistický. Bohužel však bylo potřeba z heat mapy odfiltrovat některé až bizarní pozice kliknutí.



Obrázek 22: Koncept č.3 - heat mapa

Zdroj: Vlastní zpracování

## Koncept č.4



Obrázek 23: Koncept č.4 - grafický návrh

Zdroj: Vlastní zpracování

Koncept číslo 4 by šlo jednoduše popsat jako minimalistický. Všechny funkce jsou omezeny jen na základní prvky. Boční panel má pouze 6 velkých ikon s popisem, informační panel v podstatě neexistuje a nastavení teploty je spíše doplňkové. Dominantními prvky jsou widgety, které jsou ale také omezeny na co nejmenší počet informací a neobsahují žádné tlačítka.

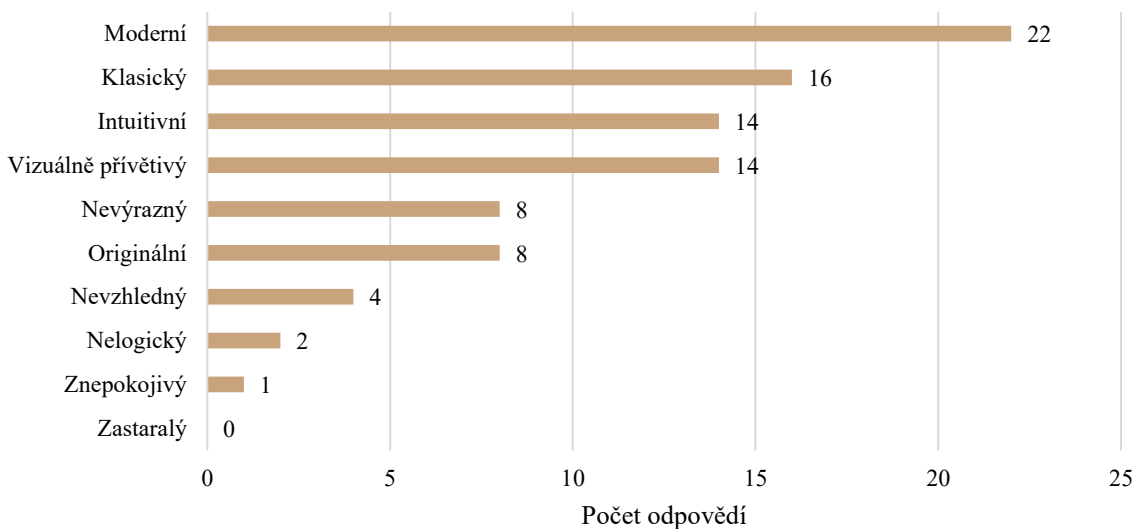
Tabulka 5: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.4

Koncept č.4	Průměr
Přišel Vám tento grafický styl intuitivní? Logicky uspořádaný? [1-10]	6,78
Přišel Vám tento grafický styl přehledný a nebyl matoucí? [1-10]	7,24
Přišel Vám tento grafický styl atraktivní? Líbil se Vám? [1-10]	6,73
<b>CELKOVÉ HODNOCENÍ:</b>	<b>6,92</b>
Potřebujete zjistit aktuální spotřebu automobilu. Kde byste hledal/a tuto funkci? [s]	7

Zdroj: Vlastní zpracování

Čtvrtý návrh nejvíce působil na dotázané jako moderní, poté jako klasický, intuitivní a vizuálně přívětivý. Jako zastaralý nepřišel nikomu. Tyto výsledky budou dány moderním trendem docílení jednoduchosti a přehlednosti.

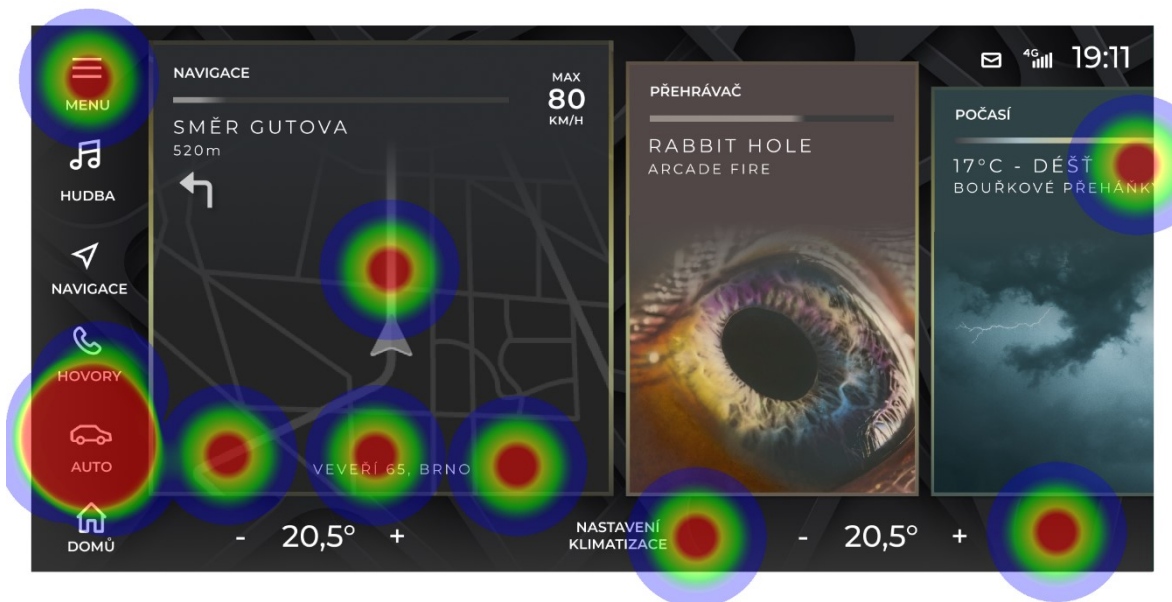
Koncept č.4 - 5vteřinový test a odpověď respondentů na otázku:  
"Jak na vás tento grafický styl působil?"



Graf 9: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.4

Zdroj: Vlastní zpracování

Klik test u tohoto návrhu dosahuje nejlepšího výsledku ze všech (pomineme-li několik sabotérů, kteří očividně klikali zcela mimo relevantní oblasti). V návrhu nebylo příliš možností, kde by mohli být respondenti zmateni a na výsledku to jde znát. Čas kliku 7 vteřin je nejlepší ze všech konceptů.



Obrázek 24: Koncept č.4 - heat mapa

Zdroj: Vlastní zpracování

## Koncept č.5



Obrázek 25: Koncept č.5 - grafický návrh

Zdroj: Vlastní zpracování

Poslední koncept se zdá být průnikem všech předchozích. Má velké vizuální doplňky a obrázky, je barevný, ale zase ne příliš. Je rozdělen na horní panel, střed a dolní panel a zároveň informací ve widgetech není zase tolik.

Tabulka 6: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.5

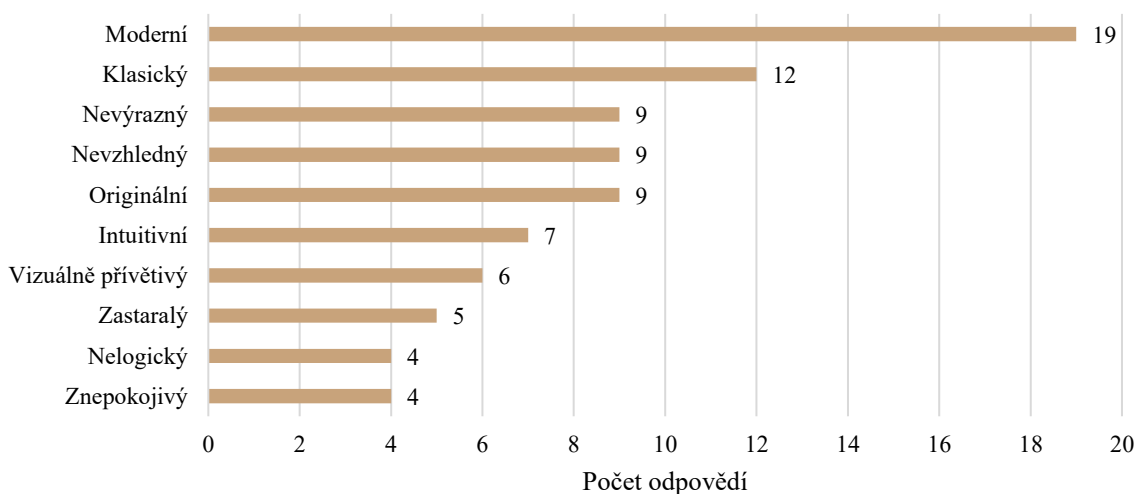
Koncept č.5	Průměr
Přišel Vám tento grafický styl intuitivní? Logicky uspořádaný? [1-10]	6,17
Přišel Vám tento grafický styl přehledný a nebyl matoucí? [1-10]	5,80
Přišel Vám tento grafický styl atraktivní? Líbil se Vám? [1-10]	5,63
<b>CELKOVÉ HODNOCENÍ:</b>	<b>5,87</b>
Potřebujete zjistit aktuální spotřebu automobilu. Kde byste hledal/a tuto funkci? [sec]	10

Zdroj: Vlastní zpracování

U tohoto návrhu nejsou výsledky zcela jasné. Většina respondentů ho sice považuje za moderní, ale často se objevovaly i názory, že je tento koncept nevýrazný a nevzhledný. Několik respondentů uvedlo, že je nelogický až znepokojivý.



Koncept č.5 - 5vteřinový test a odpověď respondentů na otázku:  
"Jak na vás tento grafický styl působil?"



Graf 10: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.5

Zdroj: Vlastní zpracování

U klik testu jsou výsledky nejednoznačné. Část správně hledala kontext Auto pod ikonou auta v dolním panelu, část ale klikla i na cirkulaci vzduchu v horním panelu. Většina ale klikla na obrázek auta v pravé části, ten by je však odkázal na kontext Nabíjení, tak, jak je uvedeno v nadpisu widgetu. Čas pro klik byl v tomto případě sice 10 vteřin, ale úspěšnost byla oproti předchozímu návrhu o dost slabší.



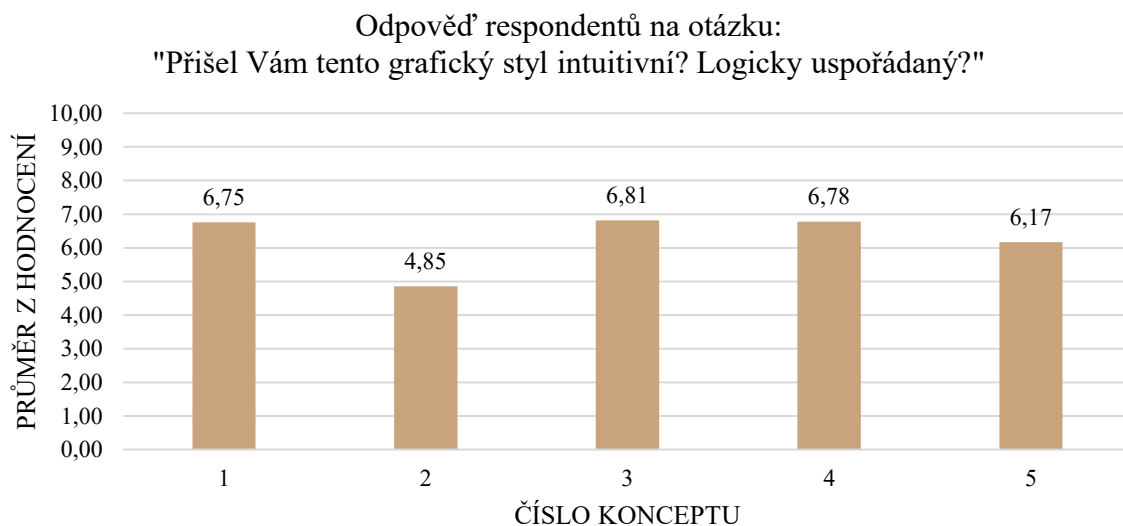
Obrázek 26: Koncept č.5 - heat mapa

Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.2.5 Porovnání výsledků a výběr nejvhodnějších variant

Z výsledků popsaných v předchozí kapitole lze posoudit, který z konceptů si vedl nejlépe v které části a který nejhůře. Obecně to lze popsat takto:

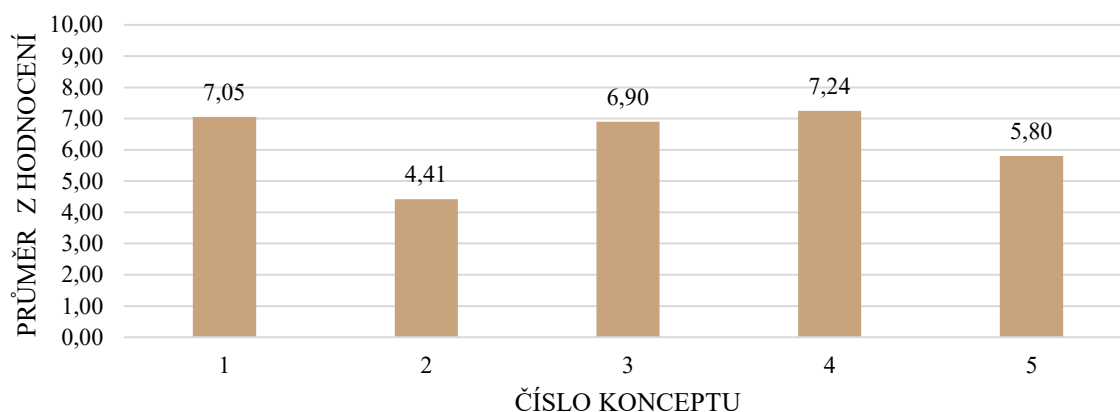
1. Koncept – nejvíce atraktivní a líbivý
2. Koncept – nejhůře hodnocený
3. Koncept – nejvíce intuitivní, logicky uspořádaný
4. Koncept – nejvíce přehledný a nematoucí
5. Koncept – průměrný, moderní ale nevzhledný



Graf 11: Porovnání výsledků online dotazníku: "Přišel Vám tento grafický styl intuitivní? Logicky uspořádaný?"

Zdroj: Vlastní zpracování

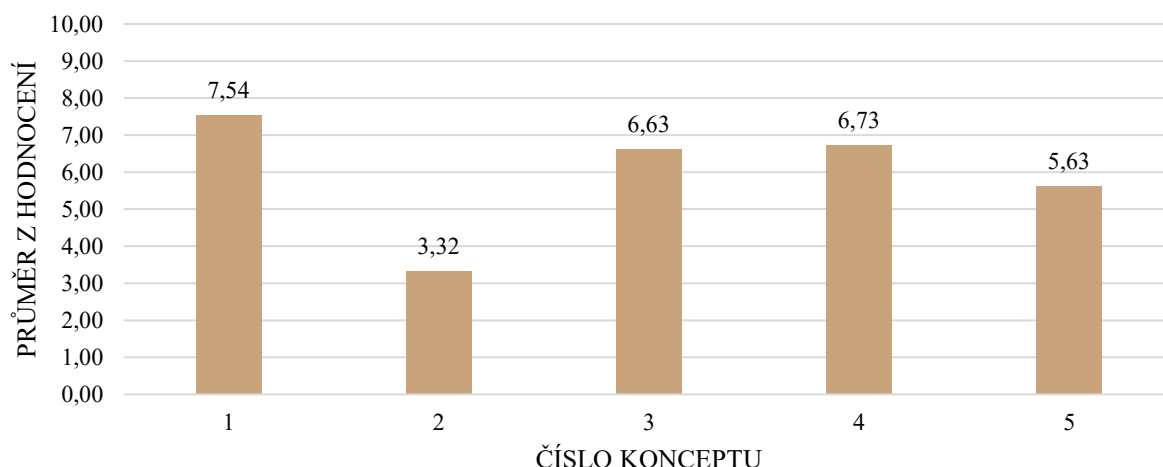
Odpověď respondentů na otázku:  
"Přišel Vám tento grafický styl přehledný a nebyl matoucí?"



Graf 12: Porovnání výsledků online dotazníku: "Přišel Vám tento grafický styl přehledný a nebyl matoucí?"

Zdroj: Vlastní zpracování

Odpověď respondentů na otázku:  
"Přišel vám tento grafický styl atraktivní? Líbil se Vám?"

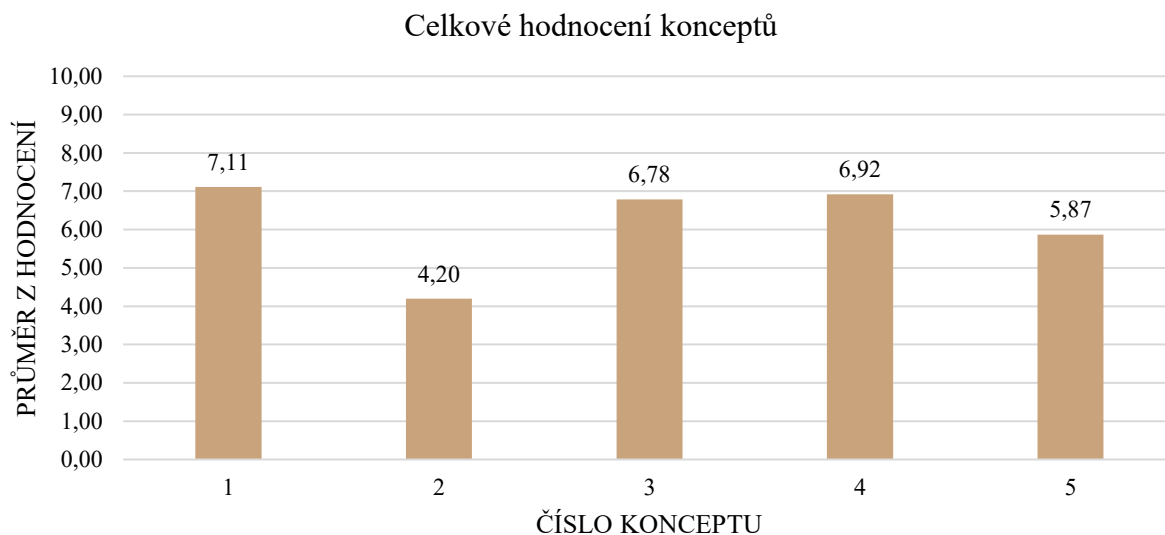


Graf 13: Porovnání výsledků online dotazníku: "Přišel Vám tento grafický styl atraktivní? Líbil se Vám?"

Zdroj: Vlastní zpracování

Konceptem s nejlepším celkovým hodnocením, tzn. nejvyšší průměrné skóre ze 3 dotazů (logický, přehledný, atraktivní), se stal koncept číslo 1. Tento koncept bude tedy vybrán jako výchozí v dalším kroku praktické části. Doplní ho pak koncepty 3 a 4, které budou složité jako doplňkové návrhy. To znamená, že některé jejich části, jež byly v dotazníku hodnoceny kladně, se promítnou i do dalších návrhů, které se pak použijí pro fyzické testování na simulátoru. Dalším poznatkem z dotazníku může být to, že koncept č. 4

měl nejkratší dobu při klik testu, a i správnost těchto kliků se zdá být velmi vysoká. To bylo především dáno jeho jednoduchostí a přehledností.



Graf 14: Porovnání výsledků online dotazníku: Celkové hodnocení

Zdroj: Vlastní zpracování

### 4.3 Tvorba návrhů pro závěrečné testování

Tato kapitola se zabývá grafickou tvorbou návrhů infotainmentu pro následné UX testování na fyzickém simulátoru. Všechny návrhy budou vycházet z výsledků dotazníku popsaných v předchozí kapitole. Celkem budou vytvořeny 3 návrhy v podobném grafickém stylu, ale s trochu jiným rozložením jednotlivých funkcí.

K tvorbě jednotlivých návrhů byla využita online platforma Figma. V té se dají tvořit různé vektorové, ale i bitmapové koncepty a následně animovat přechody mezi jednotlivými obrazovkami. Nejenže je většina funkcí ve Figmě zdarma, je také dostupná na většině platform, tedy jak Windows, tak i Mac a Linux. To neplatí například pro jejího největšího konkurenta Sketch, který je dostupný jen na Macu a následná konverze mezi těmito programy může být z tohoto důvodu složitější. Výhodou je i dostupnost vzhledem k tomu, že Figma může být instalována na osobní počítač i tablet, jako všechny ostatní aplikace, zároveň je ale dostupná i přes webový prohlížeč.

V této kapitole je zjednodušeně popsána tvorba návrhů a jejich prototypování. To je proces, kdy se po kliku na konkrétní objekt v návrhu stane nějaká akce, otevře se nový prvek, nebo proběhne přesun na jinou obrazovku. Prototypování v podstatě simuluje procházení nějakou aplikací bez nutnosti kódování. To může sloužit především k otestování reakce uživatelů na konkrétní situace, barvy nebo rozložení prvků. Tedy přesně to, co je potřeba otestovat v této diplomové práci.

#### 4.3.1 Definování požadavků a základní rozložení

Na začátku každého projektu by mělo dojít k definici základních požadavků a odladění informační architektury. Při návrhu uživatelského rozhraní je tento proces o to důležitější, protože zpětné úpravy a doplňování do již vytvořeného grafického návrhu jsou komplikované a časově velmi náročné.

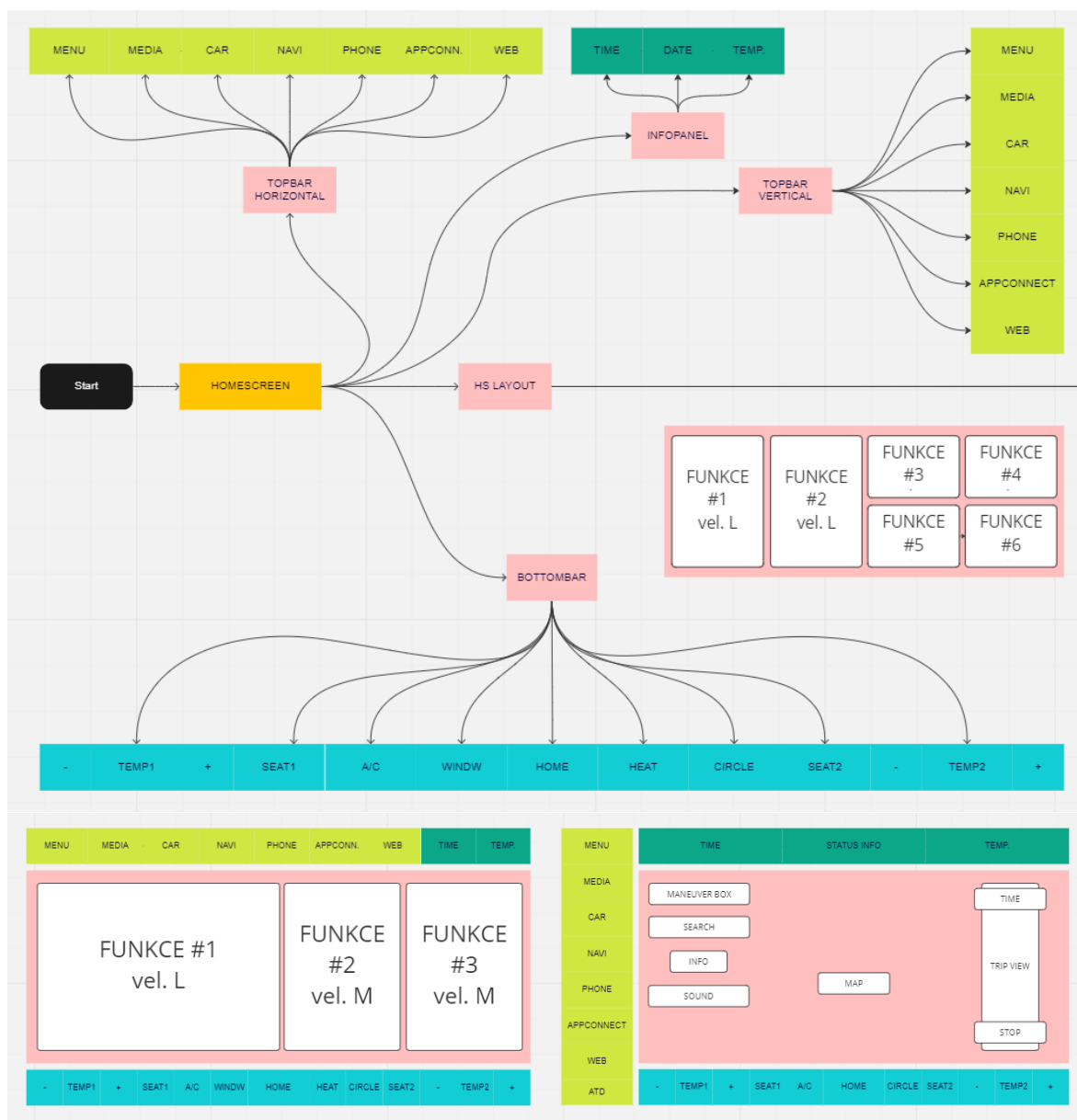
Proto bylo nutné v této části diplomové práce nejprve odladit architekturu HMI, a až poté aplikovat grafický návrh. Pro naznačení skruktury uživatelského rozhraní byla použita metoda wireframu, česky drátěného modelu, jež představuje tu nejzákladnější kostru modelu, rozložení prvků, funkcionalitu a charakterizuje jednotlivé komponenty.

Hlavní prvky HMI byly již částečně popsány při návrhu 5 grafických rozhraní. Jedná se o hlavní panel s ovládacími funkcemi, vedlejší panel s ovládáním teploty a dalšími, méně důležitými funkcemi. Tyto panely budou doplněny informačním panelem. Tyto panely budou ve většině případech zobrazeny ve všech kontextech a bude se měnit jen obsahová část dané obrazovky. V návrhu wireframu jsou tyto panely popsány jako:

- a) Topbar – hlavní ovládací panel s tlačítky pro přechod do menu či jiných kontextů. Tento panel se může objevovat jak v horizontální podobě, tak i ve vertikální.
- b) Bottombar – vedlejší ovládací panel pro ovládání teploty a doplňkových funkcí
- c) Infopanel – panel pouze s informačním charakterem např. pro zobrazení času, aktuální teploty apod.

Jelikož budou uživatelé při testování plnit jednotlivé úkoly a přecházet z jednoho kontextu do druhého, bylo nutné alespoň obecně naznačit, jak by šlo tento přechod realizovat. Lze počítat s tím, že Topbar bude vždy k dispozici a uživatel tak bude mít

pokaždé přístup k funkci Menu, kde bude možné vybírat ze všech kontextů. Dále budou k dispozici i ty nejpoužívanější kontexty jako je navigace či média. V Bottombaru pak bude zase vždy zobrazeno tlačítko pro návrat na domovskou obrazovku, tak aby bylo možné se vrátit na výchozí stav – startovací pozici.



Obrázek 27: Wireframe obecného rozložení

Zdroj: Vlastní zpracování

Je také nutné při návrhu kontextů počítat s tím, že bude potřeba navrhnout složitější procházení tak, aby uživatel neměl příliš jednoduché úkoly, ale aby došlo k opravdu plnohodnotnému otestování HMI. Bylo tedy nutné navrhnout i kontexty se seznamem, položky listu a způsob pohybu mezi nimi. Tento návrh doplňuje Tabbar, další panel v levé

části, jenž je použit pro dělení do podkategorií. Tlačítko Back pak obsluhuje návrat o krok zpět, do předchozího kontextu.



Obrázek 28: Wireframe rozložení kontextu a položek v seznamu

Zdroj: Vlastní zpracování

Takto dokončený wireframe, vytvořený v online platformě Miro, byl v další části použit jako podklad pro samotné grafické návrhy. Byla tak definována základní architektura rozhraní a možnost použití. Pro grafické návrhy byla použita platforma Figma, online dostupný nástroj pro tvorbu grafiky.

### 4.3.2 Figma – popis prostředí a klíčové vlastnosti

Jelikož je Figma cloudový nástroj pro tvorbu uživatelských prostředí, odpadá starost o ukládání a správu jednotlivých souborů. Všechny tvořené návrhy jsou ukládány na externí uložiště a jsou vždy přístupné k úpravám či ke spolupráci s jinými designéry. Podstatné je ovšem mít internetové připojení. Ne že by funkce byly tímto nedostatkem omezeny, ale případné změny nebudou ukládány v reálném čase a může dojít ke konfliktu ve zdroji. Zároveň je ovšem možné uložit soubor na disk počítače v případě výpadku připojení nebo jen pro zálohu. Další výhodou tohoto nástroje může být dostatek návodů a užitečných zdrojů pro začínající designéry. S tím souvisí i sdílení vytvořených projektů s různými uživateli přímo na oficiálních stránkách tohoto nástroje. Komunita uživatelů Figmy je velmi početná a soudržná, a tak jsou tisíce různých návrhů volně k dispozici pro použití na vlastních projektech. Může se jednat například o sadu ikon, firemních log, nebo o komplexní návrh mobilní aplikace. Jedinou nevýhodou může být to, že je Figma dostupná jen v anglickém jazyce.

Uživatelské rozhraní Figmy je velice intuitivní, sází na minimum oken a na první pohled zobrazuje jen ty nejdůležitější funkce. Rozložení je podobné jako například u konkurence Adobe XD či Google Web Designer.

Základní rozložení vypadá takto:

**Horní lišta (1)** – Jednotlivá otevřená okna návrhů se zde zobrazují podobně jako v klasickém prohlížeči a je možné přetahovat prvky z jednoho návrhu do druhého. Dále lišta obsahuje rozbalovací menu pro klasické funkce programu jako je ukládání souboru, import dalších prvků nebo správu pluginů. Další funkce jsou již používány pro tvorbu a kreslicí nástroje a tlačítko pro sdílení projektu s dalšími uživateli.

**Levý panel (2)** – Tento panel slouží ke správě vrstev, komponentů a použitých zdrojů. Vrstvy jsou zobrazeny v klasické stromové struktuře. V záložce Assets jsou poté zobrazeny použité prvky, např komponenty, a není je potřeba hledat přímo v návrhu.

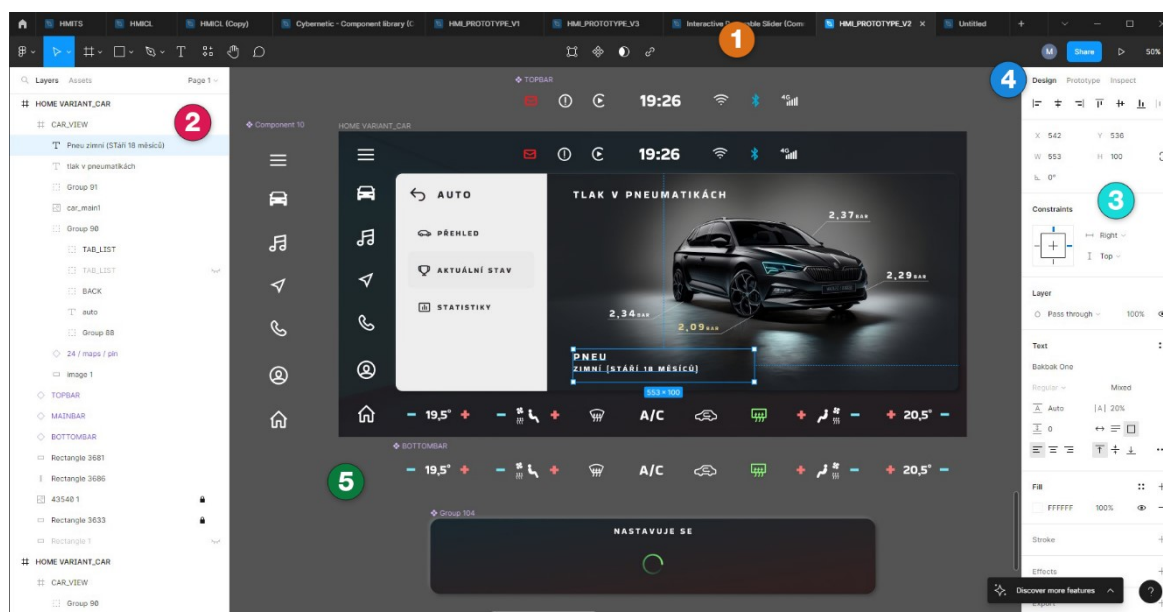
**Pravý panel (3)** – Vlastnosti jednotlivých prvků a režimy nástrojů jsou zobrazeny na pravé straně. Zde probíhá veškeré nastavování, například zarovnání použitého textu, práce s barvami či export daného prvku.



**Přepínač funkcí návrhu (4)** – V pravém panelu se nachází i jedna z velice důležitých vlastností, a to přepínač funkcí návrhu. Jsou nabízeny tři možnosti návrhu:

1. Design – klasické navrhování a kreslení designu, tvorba komponentů atd.
2. Prototype – spojování jednotlivých prvků nebo pláten skrze nastavení animací a podmínek přechodů mezi nimi
3. Inspect – tato část slouží jen pro nahlížení do daného projektu a kupříkladu k měření vzdálenosti jednoho prvku od druhého. V projektu lze nastavit právě to, že někteří uživatelé mají práva pouze k nahlížení a nemohou tak upravovat daný návrh. Je to velice důležitá funkce třeba ve vztahu designer – zákazník, kdy právě zákazník může nahlížet do projektu, ale nemůže mazat nebo jinak měnit návrhy.

**Pracovní plocha (5)** – Prostor pro samotné tvoření grafického návrhu a přidávání pláten.



Obrázek 29: Figma – popis prostředí

Zdroj: Vlastní zpracování

### 4.3.3 Figma – tvorba komponent

Jak již bylo popsáno při tvoření wireframu, v jednotlivých návrzích se objevují prvky, které jsou zobrazeny po celém rozhraní – jedná se o Topbar, Bottombar, Infopanel a podobné. V tomto případě je nejvhodnější využít jednu z funkcí Figma – komponenty. To jsou prvky, které lze několikrát použít v návrzích a pomáhají vytvářet a spravovat

konzistentní návrhy napříč projektem. Komponenty lze vytvářet z libovolných vrstev nebo objektu, které byly navrženy. Může se jednat o celou řadu věcí, jako jsou tlačítka, ikony, layouty a další.

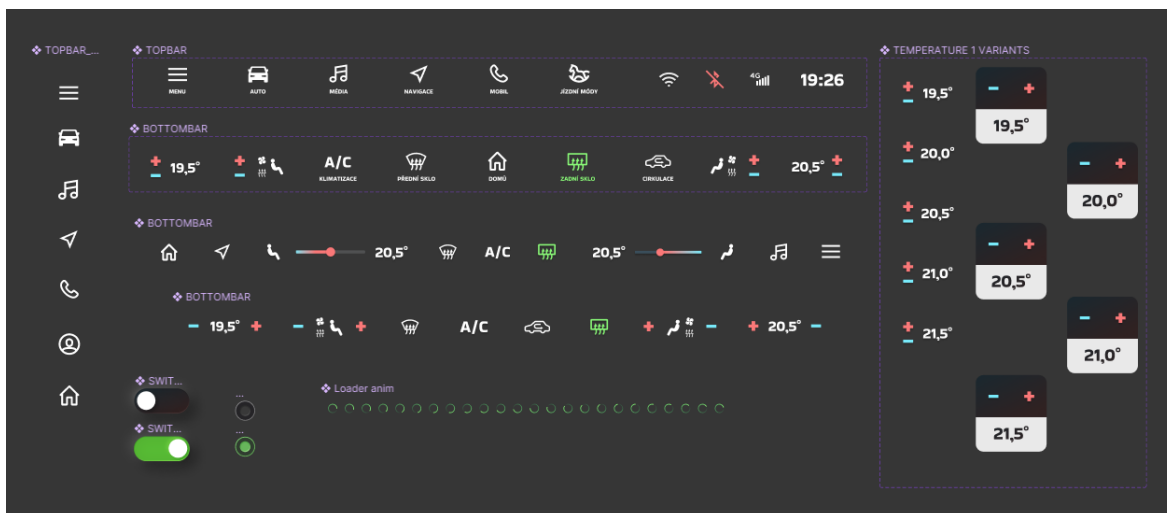
Jsou dvě varianty komponent:

- a) Hlavní komponenta – Definuje všechny vlastnosti dané komponenty.
- b) Instance – Jde o kopii hlavní komponenty, kterou lze několikrát použít v návrzích. Instance jsou propojeny s hlavní komponentou a přejímají veškeré aktualizace provedené v této komponentě.

Komponenty lze vytvořit pro použití v rámci jednoho souboru, nebo lze využít týmovou knihovnu ke sdílení komponent a stylů napříč soubory a projekty.

S použitím komponent souvisí i varianty. Když se sestavuje návrhový systém a vytváří se komponenty, lze zjistit, že bude potřeba začlenit takové komponenty, které jsou si navzájem podobné, pouze s malými rozdíly. Například to může být více variant pro tlačítka se samostatnými komponentami pro různé stavy a velikosti, stejně jako světlé a tmavé režimy. Varianty umožňují seskupit a uspořádat podobné komponenty do jednoho kontejneru. To zjednodušuje knihovnu a usnadňuje najít to, co je aktuálně potřeba.

S tímto vědomím bylo tedy vytvořeno několik komponent a jejich variant pro použití při návrhu jednotlivých rozhraní. Jmenovitě se jedná o komponenty pro hlavní a vedlejší panely, přepínače (switche) a ovládače teploty.



Obrázek 30: Figma – komponenty

Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.3.4 Figma – tvorba jednotlivých návrhů

Každý ze tří vytvořených návrhů se liší jak v základním rozložení jednotlivých prvků, tak zpracováním domovské obrazovky, přičemž se vždy liší počet a velikost zobrazených widgetů. Zároveň je u každého návrhu odlišné grafické zpracování bočního panelu, Tabbaru, kde se zobrazují podkategorie daného kontextu. Je to z toho důvodu, aby respondentům nepřipadalo dané prostředí až příliš povědomé při plnění jednotlivých úkolů, které budou pro každý ze tří konceptů totožné.

Samotná tvorba návrhů vycházela z předpřipravené architektury modelu a z výsledku dotazníku, ve kterém dotazování určili nejvíce atraktivní, přehledný a logicky uspořádaný design. Také se při tvorbě bralo v potaz to, jaké funkce uživatelé v dotazníku určili jako důležité a pomohli tak identifikovat podle nich nezbytnou součást infotainmentu.

Celkem bylo zpracováno 23 různých obrazovek pro každý ze tří konceptů. Celkově tedy 69 kontextů, kam se může uživatel při testování doklikat. K tomu je nutné připočítat jeden návrh menu a 5 vyskakovacích oken, které jsou společné pro všechny koncepty. Dále již zmíněné komponenty, jež se zobrazují na většině obrazovek.

Rozdělení grafických prvků podle kontextů lze tedy rozdělit takto:

1. Kontext „Domácí obrazovka“ (Homescreen) – 1 obrazovka
2. Kontext „Auto“ (Car) – 3 obrazovky
3. Kontext „Připojení“ (Appconnect/Smartconnect) – 5 obrazovek + 1 pop-up
4. Kontext „Nastavení“ (Settings) – 4 obrazovky + 1 pop-up
5. Kontext „Média“ (Media) – 3 obrazovky
6. Kontext „Navigace“ (Navigation) – 4 obrazovky + 1 pop-up
7. Kontext „Nabíjení“ (Charging) – 3 obrazovky + 2 pop-upy

### **Prototypování**

Jak již bylo naznačeno v předchozích kapitolách, prototypování je proces, jak jednotlivé obrazovky propojit mezi sebou a případně doplnit o animaci přechodu mezi obrazovkami. Následně je možné takto propojené obrazovky nabídnout uživatelům k testování a zjistit jejich zpětnou vazbu na design a celkové zpracování návrhu. Jedná se v podstatě jen o abstrakci výsledné aplikace za účelem otestování různých variant.

Při samotném přechodu mezi obrazovky lze nastavit několik interakcí, kdy a jakým způsobem se má konkrétní přechod uskutečnit.

Způsobů, jak spustit přechod, je několik:

- Při kliknutí na požadovaný prvek (On click)
- Při přetáhnutí prvku (On drag)
- Při přejetí kurzorem přes prvek (While hovering)
- Při stisku prvku, tzn. držení kliku (While pressing)
- Při stisku klávesnice (Key/Gamepad)
- Při pohybu myši různými směry (Mouse enter/leave/down/up)

A jak se má uskutečnit samotný přechod, lze vybrat z těchto:

- Navigovat na (Navigate to) – úplný přechod, vymění se obrazovky
- Změna na (Change to) – tento přechod se využívá při změně varianty u komponent

- Otevřít, vyměnit nebo zavřít překrytí (Open/Swap/Close Overlay) – tento přechod se využívá nejčastěji u vyskakovacích oken, kdy dojde k překrytí původní obrazovky
- Zpět (Back) – návrat na předchozí obrazovku
- Přesun na (Scroll to) – pro scrollování v listu
- Otevřít odkaz (Open link) – přesun na jiný odkaz

U samotných animací přechodů lze kromě času trvání a způsobu provedení (lineární, po různých křivkách apod.) nastavit i vlastnost přechodu:

- Instantní (Instant) – prakticky žádný viditelný přechod se neprovede
- Rozpuštění (Dissolve) – jednoduché „rozpuštění“ jedné obrazovky do druhé
- Chytré animování (Smart animate) – Figma dokáže podle struktury obrazovky identifikovat společné prvky s jinou obrazovkou a animovat jen ty prvky, které se liší. Nebo automaticky vyhodnotit jaká animace je pro daný prvek nejvhodnější. Velice chytrý a užitečný nástroj.
- Přesunutí (Move in/out) – přesun do nebo z dané obrazovky, lze nastavit různé směry pohybu
- Vystrčení (Push) – vystrčení jedné obrazovky druhou
- Posunutí (Slide in/out) – pro vysunutí například vyskakovacího okna, také lze nastavit v různých směrech

Při návrhu byl využit především přechod, při kterém se na kliknutí určeného tlačítka naviguje na jinou obrazovku, případně se vysune nějaký pop-up. Chytré animování bylo využito hlavně v dynamických prvcích, jako je například změna teploty. Samotné animace jsou různé podle zvoleného konceptu.

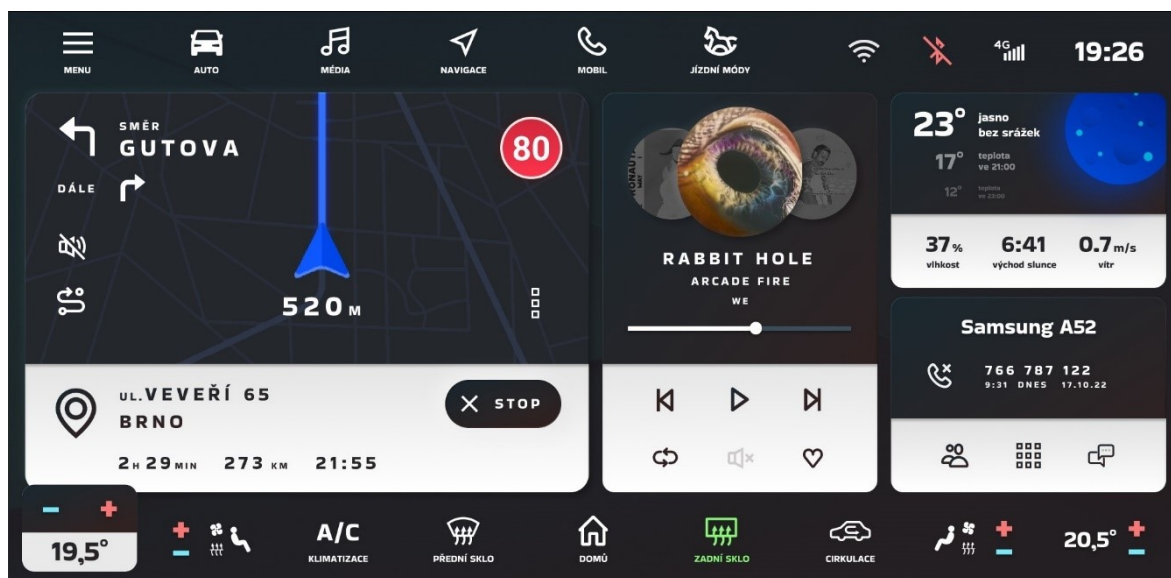
Po praktickém propojení všech obrazovek a nastavení jejich přechodů je nutné nastavit počáteční bod, kde bude uživatel po spuštění vytvořeného prototypu začínat. Tento bod se ve Figmě označuje jako Flow a v projektu jich může být několik. V případě těchto návrhů je nejideálnější nastavit jako startovací bod domovskou obrazovku. Tam by měly začínat všechny úkoly, které budou uživatelé postupně plnit.

### 4.3.5 Výsledné grafické návrhy

Podle procesů popsaných v předchozích kapitolách byly vytvořeny tyto tři návrhy. Grafický styl všech návrhů je velmi podobný a liší se především v rozložení některých prvků na obrazovce. V rámci uživatelského testování se poté zjišťuje reakce respondentů, jak vnímají jednotlivá rozložení a jejich preference ohledně vytvořených návrhů.

#### HMI Koncept 1 – horizontální hlavní panel

Hlavním rozpoznávacím znakem tohoto návrhu je rozdělení na horní ovládací panel, kde jsou zobrazeny ikony s textovým popisem dané funkce. Pod ním je prostor pro hlavní část obrazovky a nejnižší se nachází spodní panel pro ovládání teploty a klimatizace, doplněn o ikonu návratu na domovskou obrazovku. Ovládání teploty je realizováno pomocí ikon plus a minus s textem aktuální teploty. Po kliknutí na tento prvek se zobrazí malé vyskakovací okno, kde lze změnit teplotu o půl stupně pomocí kliku na plus nebo minus. Samotné vyskakovací okno se uzavře po časové prodlevě.

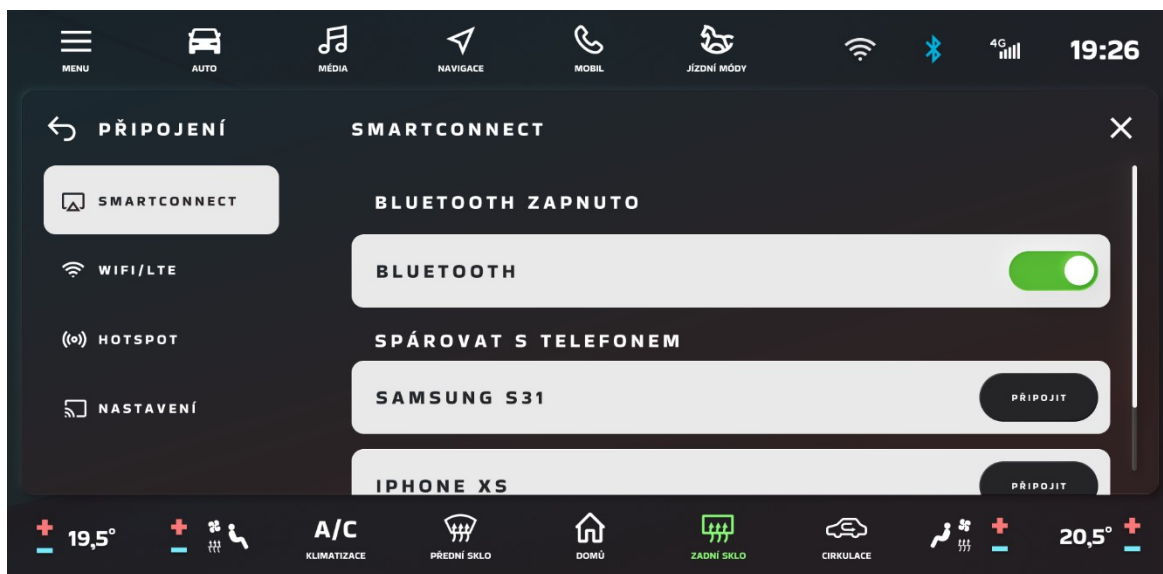


Obrázek 31: HMI Koncept 1 – testovaný grafický návrh

Zdroj: Vlastní zpracování

Položky seznamu, anglicky lze označovat jako List Items, se vyskytují v kontextech, kde se uživatelé přesouvají za účelem nějaké konfigurace či správy prostředí. Nejběžnější použití seznamu je v kontextu Nastavení nebo Připojení. V tomto návrhu bylo použito kontextové rozložení následovně, viz Obrázek 31. Aktivní položka boční panelu je zvýrazněna bílým pozadím s černým textem, neaktivní nemají žádné zvýraznění. Samotné

položky seznamu v prostředí zvoleného kontextu mají zvýraznění stejné jako aktivní položka Tabbaru, i když slouží pro přesun do další části či nastavení. Interaktivní část je v položce seznamu pouze tlačítko se zvolenou funkcí na pravé straně. Příkladem použití může být stav znázorněný na obrázku níže, kdy se uživatel chce připojit k telefonu Samsung S31. Pro interakci musí kliknout přímo na tlačítko „Připojit“. Klik na text či pozadí nebude nijak aplikací registrován.

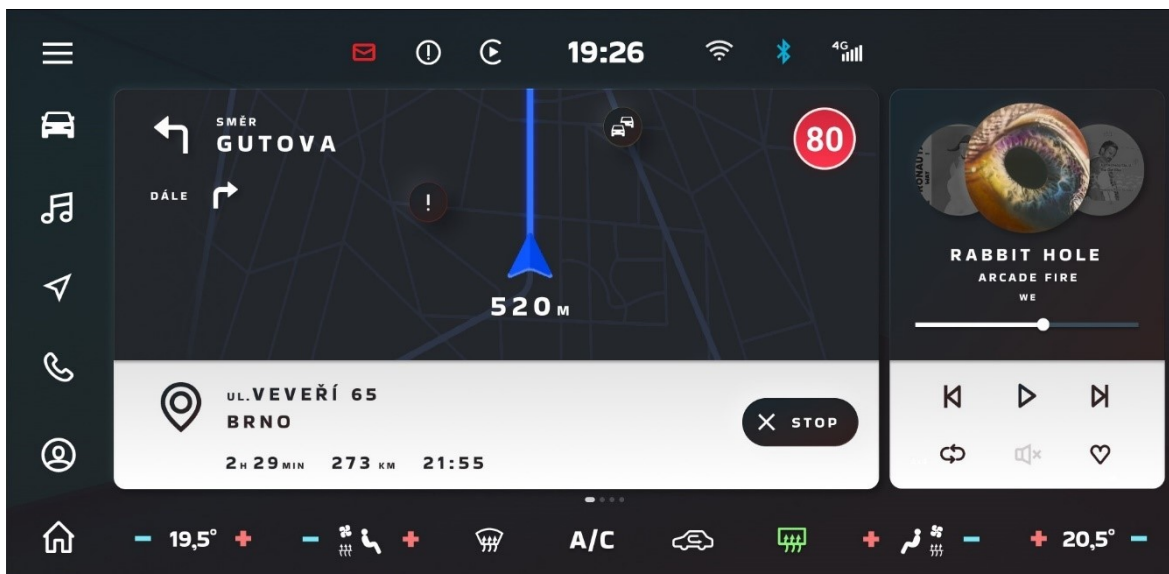


Obrázek 32: HMI Koncept 1 – kontext s položkami seznamu

Zdroj: Vlastní zpracování

## HMI Koncept 2 – vertikální hlavní panel

Tento návrh klade důraz na minimalismus a co nejmenší počet zobrazených prvků podle priorit. Dominantní je hlavní panel, který byl přesunut na levou stranu vertikálně tak, aby byl co nejbližší volantu (samozřejmě se bere v potaz levostranné řízení automobilu). Domovská obrazovka obsahuje pouze dva widgety pro co nejméně rušivých elementů, počítá se ovšem s možností horizontálního scrollování, tedy přesunutí na další stránku a zobrazení jiných funkcí. Dolní panel slouží stejně tak, jako v předchozím návrhu, k ovládání teploty a klimatizace, zmizelo pouze tlačítko pro návrat na domovskou obrazovku. To bylo přesunuto do levého dolního rohu a patří spíše pod hlavní panel. Nastavení teploty lze nakonfigurovat pouhým klikem na plus či minus, již není potřeba žádného dalšího vyskakovacího okna. Horní panel je pouze informativní, na jednotlivé ikony nelze klikat.



Obrázek 33: HMI Koncept 2 – testovaný grafický návrh

Zdroj: Vlastní zpracování

V seznamu došlo ke grafickému rozdělení bočního panelu a zbytku obrazovky. Zvýraznění aktivní položky je realizováno pouze lehkých stínem tlačítka. Hlavní změnou je možnost interakce s celou položkou seznamu – není nutné klikat pouze na tlačítka na pravé straně. Ty byly totiž nahrazeny ikonou šipky znázorňující, že po kliknutí dojde k přesunu do další části. Kromě šipky se v modelu také nachází například přepínač či tlačítko volby. Tato změna byla realizována z důvodů, že samotné okno kontextu je šířkou menší než v předchozím případě. To je způsobeno přesunem hlavního panelu vertikálně na levou část obrazovky.



Obrázek 34: HMI Koncept 2 – kontext s položkami seznamu

Zdroj: Vlastní zpracování



## HMI Koncept 3 – jeden ovládací panel

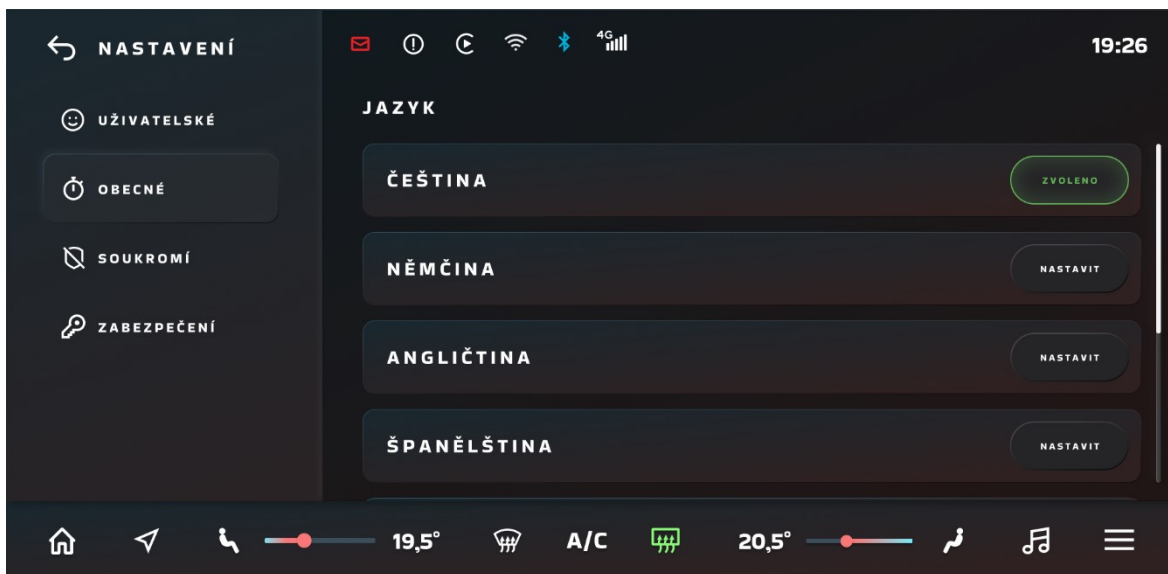
Poslední návrh se snaží více zaujmout vizuální stránku nežli použitelností. Levá čtvrtina obrazovky je vyhrazena pro aktuální informace o automobilu, včetně například zobrazení rychlosti, spotřeby či nejbližší nabíjecí stanici. Především byla ale všechna funkční ovládací tlačítka přesunuta pouze do jednoho panelu umístěného dole. Jedná se o mix funkčních tlačítek, včetně například tlačítka pro přesun do menu či těch pro klimatizaci. Widgety mají svým stylem připomínat obrazovky chytrých telefonů. To je z toho důvodu, že uživatelé jsou zvyklí na každodenní používání tohoto formátu a dobře jej umí ovládat. Ovládání teploty je realizováno pomocí posuvníku (slideru). Klik na číslovku teploty nic nezobrazí.



Obrázek 35: HMI Koncept 3 – testovaný grafický návrh

Zdroj: Vlastní zpracování

V seznamu byla levá část hlavní obrazovky byla vyhrazená pro aktuální informace o automobilu nahrazena bočním panelem pro listování v nastavení. Došlo tedy z rozšíření celkové obrazovky a zobrazení není omezeno horním ani bočním panelem. Aktivní položka je opět zvýrazněna jen minimálně a celý design nemá příliš kontrastní zobrazení. Nicméně v položce seznamu lze klikat pouze na tlačítko na pravé straně, kde má aktivní prvek zvýraznění v podobě zeleného obrysu a textu „Zvoleno“.



Obrázek 36: HMI Koncept 3 - kontext s položkami seznamu

Zdroj: Vlastní zpracování

## 4.4 Popis prostředí a měřené metriky pro uživatelské testování

Samotné uživatelské testování použitelnosti probíhalo v UX laboratoři firmy Digiteq Automotive s.r.o., která se už od roku 2001 zaměřuje na testování a vývoj elektrických a softwarových systémů do aut. Digiteq je dceřinou společností firem CARIAD SE (51% podíl) a Škoda Auto a.s. (49% podíl). To z ní dělá 100 % člena koncernu Volkswagen a umožňuje jí se podílet na těch nejzajímavějších projektech různých koncernových značek. Kromě fyzického prostředí se UX oddělení zabývá i virtuálním prostředím, simulovanou jízdou s VR brýlemi a podobně.

UX laboratoř se skládá ze simulátoru pro řízení, tj. sedačka, volant, pedály a tři spojené obrazovky, na které se promítá virtuální prostředí. Celková simulace běží celkem na třech počítačích. Jeden obsluhuje virtuální 3D prostředí dálnice vytvořené v enginu Unity. Dále pak jeden počítač pro ovládání a sběr dat ze simulace a poslední počítač má úlohu serveru, jenž zároveň obsluhuje dotykový tablet pro návrhy HMI a FPK monitor pro zobrazení palubní desky za volantem (zobrazení aktuální rychlosti).

### 4.4.1 Popis prostředí simulátoru

Fyzický simulátor řízení se skládá z nastavitelné sedačky, otočného volantu a třech pedálů. Není zde řadící páka a ani páčky pod volantem. Řízení je nastaveno pro simulování

automatické převodky. Pravý pedál funguje jako plynový čili pro přidávání rychlosti. Prostřední je brzda, případně zpátečka. Levý pedál není potřeba obsluhovat. Za volantem je FPK monitor, tedy obrazovka zobrazující dva budíky a dynamicky se měnící aktuální rychlosti. V pravé části, vedle volantu, se nachází dotykový tablet, na kterém se zobrazují vytvořené návrhy HMI. Virtuální prostředí se promítá na tři velké televize obklopující fyzický simulátor.

Poskytnuté 3D virtuální prostředí se skládá z modelu dálnice se dvěma jízdními pruhy a jedním pruhem odstavným v každém směru, přičemž oba jízdni směry jsou odděleny svodidly. Dále se prostředí skládá z modelu čerpací stanice, která funguje jako startovací a koncový bod každé jízdy. Celá virtuální scéna je doplněna stromy kolem cesty a dopravními značkami pro co největší simulaci reálného prostředí. Samotná jízda probíhá po dynamicky se generující dálnici, která má tvar sinusoidy. Není to tedy rovná cesta, ale silnice je vždy trochu natočena dovnitř, nebo ven. Je to kvůli tomu, aby uživatel musel korigovat samotnou jízdu a věnoval tak velkou pozornost řízení. Tato silnice je nekonečně dlouhá, testování končí až ve chvíli, kdy uživatel otestuje všechny potřebné úkoly. Až poté se vygeneruje model čerpací stanice, na které může testovaný respondent zastavit.



Obrázek 37: UX laboratoř

Zdroj: Vlastní zpracování

Na dotykové obrazovce vedle volantu se mění grafické návrhy HMI podle potřeby testování konkrétního rozhraní. Při každém úkolu se konkrétní návrh načte z webového rozhraní Figma, kde byly návrhy realizovány. Bohužel nebylo možné přesně trasovat pohyb

mezi kontexty a cestu, kterou se uživatel doklikal k cíli úkolu. I když je ve webové adrese návrhu možné pomocí parametru Node-ID, který Figma předává v adrese, identifikovat obrazovku, jež je momentálně zobrazena, nebylo možné toto předávání parametru realizovat v systému pro identifikaci cílové obrazovky. Moderátor UX testování musí v tomto případě sám označit moment, kdy uživatel splnil či nesplnil daný úkol. To bylo řešeno klikem na klávesnici „S“ pro splnění nebo „F“ pro nesplnění.

#### 4.4.2 Měření a sběr dat

K testování bylo připraveno sedm úkolů, s různou obtížností a s různým počtem kliknutí pro splnění. Co je úkolem testování, se dozví respondenti díky systému zvukové signalizace, kde byl nahrán zvuk se zněním úkolu, který je sdělen ženským hlasem pomocí umělé inteligence.

##### 1. „Zkontrolujte tlak v pneumatikách.“

Cílem je přechod z domovské obrazovky do kontextu Auto, na obrazovku se zobrazením tlaku v pneumatikách. V reálné situaci se může stát, že se automobil začne chovat jinak a dojde ke zhoršení ovladatelnosti způsobené například prasklou pneumatikou. Proto byl zvolen tento úkol.

Předpokládaná cesta v modelu:

Homescreen → Auto/Přehled → Auto/Aktuální stav → Auto/Tlak v pneumatikách

Minimální počet kliknutí pro splnění úkolu: 3

##### 2. „Zvyšte teplotu u řidiče o 1 stupeň.“

Každý z návrhů má ovládání teploty navrženo jinak. Buď jako slider, tlačítko s vyskakovacím oknem, nebo jednoduché ovládání přes dvě tlačítka plus a minus. Vždy se mění teplota o půl stupně celsia. Cílem je identifikovat nejvhodnější variantu ovládání. I když se může ve většině případů ovládání realizovat spíše mechanickými otočnými tlačítky, bylo příhodné vyzkoušet ovládání i na dotykové obrazovce.

Předpokládaná cesta v modelu:

Homescreen → Změna teploty

Minimální počet kliknutí pro splnění úkolu: 1 × slide, 2, nebo 3 kliknutí podle varianty návrhu

3. „Přejděte do Navigace a zastavte aktuální navádění. Nastavte novou trasu směr Práce.“

Většina dotazovaných zmiňovala kontext Navigace jako nejdůležitější funkci infotainmentu, proto bylo zvoleno pro testování i toto ovládání.

Předpokládaná cesta v modelu:

Homescreen → Navigace/Aktuální trasa → Navigace/Stop → Navigace/Oblíbené → Navigace/Práce

Minimální počet kliknutí pro splnění úkolu: 3 – při kliku na tlačítko „Stop“ v domovské obrazovce, nebo pro většinu případů 4 kliky

4. „V médiích začněte poslouchat Rádio Brno.“

Jedna z klasických funkcí, která se používala i před příchodem dotykových obrazovek do automobilového průmyslu.

Předpokládaná cesta v modelu:

Homescreen → Média/Přehrávač → Média/Rádio → Média/Rádio Brno

Minimální počet kliknutí pro splnění úkolu: 3

5. „V kontextu Připojení pomocí Android Auto spárujte zařízení s telefonem Samsung S31.“

I když mohou být systémy infotainmentu jednotlivých značek sebevíce důmyslné a uživatelsky přívětivé, požadavky zákazníků na připojení chytrých telefonů jsou vysoké. Jde především o systémy třetích stran, Car Play a Android Auto. Proto bylo vhodné navrhnout i úkol pro připojení k jednomu z těchto systémů.

Předpokládaná cesta v modelu:

Homescreen → Menu → Připojení/Smartconnect → Připojení/AndroidAuto → Připojení/AA/BluetoothON → Připojení/AA/BluetoothON/Connect

Minimální počet kliknutí pro splnění úkolu: 5

6. „V kontextu Nabíjení navigujte na nejbližší nabíjecí stanici.“

Jedna z krizových situací, které mohou při řízení nastat – nedostatek pohonných hmot. Jde o jednoduché navigování na nejbližší nabíjecí stanici, ovšem ne přes kontext Navigace.

Předpokládaná cesta v modelu:

Homescreen → Menu → Nabíjení/Baterie → Nabíjení/Stanice → Nabíjení/Mapa

Minimální počet kliknutí pro splnění úkolu: 3

7. „V Nastavení změňte jazyk na němčinu.“

Ovládání, které by se mělo spíše realizovat v klidové situaci, a ne během řízení. Tento úkol spíše simuluje obecné procházení seznamem nastavení a podobné varianty.

Předpokládaná cesta v modelu:

Homescreen → Menu → Nastavení/Uživatelské → Nastavení/Obecné → Nastavení/Jazyk → Nastavení/Němčina

Minimální počet kliknutí pro splnění úkolu: 3

Ještě před samotnou jízdou si uživatelé mohli otestovat návrhy HMI v klidové pozici na čerpací stanici v simulovaném prostředí. Cílem bylo, aby si uživatelé otestovali samotné ovládání dotykové obrazovky.

### **Driver Distraction**

V simulátoru lze monitorovat vyjetí automobilu z jízdního pruhu a distrakci řidiče od řízení. Cílem je identifikovat návrh a úkoly, které mohou mít negativní vliv na chování řidiče. To znamená, že ovládání nevhodně navrženého HMI může zvýšit reakční dobu řidiče na nenadálé události. Předpoklad je takový, že čím bude návrh infotainmentu hůře čitelný a méně intuitivní, tím více bude testovaný respondent trávit času jeho ovládáním a nebude se tolik věnovat řízení. Výsledkem takového chování by mělo být přiblížení se okraji jízdního pruhu, či úplné vyjetí z něj.

Měření je v systému realizováno podle vzdálenosti vyjetí od středu požadovaného pruhu. Tento pohyb se rozděluje do několika zón. Zároveň se měří i přesný čas přesunu do dané zóny a plocha, kterou automobil zasahoval mimo měřenou zónu.

## 4.5 Uživatelské testování

Tato kapitola se zabývá uživatelským testováním, které bylo uskutečněno v průběhu ledna 2023 v UX laboratoři firmy Digiteq Automotive metodou pozorování. Účastníci byly usazeni do modulárního kokpitu auta. Toto vybudované sofistikované prostředí řidiče je složeno z některých skutečných součástí automobilu a snaží se o navození co nejvěrohodnějšího pocitu ze všech ovládacích prvků řízení. Prototypy se snažily být co nejrealističtější, ale fungovaly pouze části potřebné pro splnění daných úkolů. Uživatelé měli jediné časové omezení, a to splnění úkolu při jízdě do 25 sekund. Jinak celkové sezení nebylo časově omezeno a většinou se pohybovalo okolo 60 minut. Všechny rozhovory a úkoly probíhaly v českém jazyce.

### 4.5.1 Hlavní cíle a otázky k testování

Hlavní cílem uživatelského testování bylo ověření použitelnosti jednotlivých navržených konceptů, zjištění jejich nedostatků a identifikace možností pro vylepšení. Z výsledků testování by měl vzejít jeden návrh, který je uživatelsky nejpřívětivější a zároveň nemá vysoké hodnoty odvedení pozornosti od řízení spolu s doporučením dalších úprav v návrhu.

#### Primární oblasti testování:

- Míra úspěšnosti splnění daných úkolů
- Čas jejich dokončení
- Odvedení pozornosti řidiče (driver distraction)
- Použitelnost
- Vnímaná spokojenost
- Vnímaná snadnost použití

#### Otázky k použitelnosti:

- Vertikální vs horizontální umístění funkčních tlačítek – co je lepší včetně driver distraction?
- Které umístění primárních funkčních tlačítek (Menu, Domovská obrazovka, Zpět apod.) je nejlepší pro viditelnost a funkčnost?
- Chápou uživatelé, co které ikony označují i bez textového popisu?

- Vyhovuje uživatelům rozdělení kontextů na boční panel a zbytek obrazovky? V jakém grafickém zpracování?
- Chtějí uživatelé ovládat teplotu na přesné číslo nebo jen obecně více či méně (tlačítka plus/mínus)?
- Která varianta ovládání teploty je pro uživatele nejvhodnější? Posuvník, změna plus/mínus ihned, nebo samostatný pop-up s ovládáním teploty?
- Jaký minimální krok u změny teploty je pro uživatele hodnotný? Vyhovuje změna o půl stupně?
- Chápu uživatelé možnost interagování s widgety na domovské stránce?
- Používají uživatelé, pro přesun mezi kontexty spíše menu, ikony v hlavním panelu, nebo widgety domovské obrazovky?
- Vyhovuje uživatelům kliknutí v seznamu pouze na tlačítko, nebo preferují interakci s celou položkou?
- Jak vnímají uživatelé použité animace mezi přechody, nejsou rušivé?

#### **Doplňující otázky:**

- Jak se uživatelům líbí celkové uživatelské rozhraní (UI)?
- Zdá se uživatelům UI intuitivní a snadno pochopitelné?
- Líbí se uživatelům poloha ovládacích prvků na obrazovce?
- Mají uživatelé pocit, že grafické prvky jsou dostatečně výrazné a čitelné?
- Dokážou uživatelé rychle najít potřebné informace na obrazovce?
- Mají uživatelé nějaké nápady na vylepšení UI?
- Co je pro uživatele na UI nejvíce zajímavé?
- Co se uživatelům na UI líbí nejvíce, nebo naopak nelíbí?



#### 4.5.2 Metodologie testování

Samotné uživatelské testování bylo kombinací kvantitativního a kvalitativního výzkumu. Byl osloven dostačující počet účastníků (9) pro posouzení distrakce při řízení, které bylo naměřeno počítačovým programem spojeným se simulátorem. Data byla doplněna nebo podpořena kvalitativními rozhovory a pozorováním a dotazníkem na začátku a na konci testování.

Na testování účastníka bylo vyhrazeno 60 minut s následujícím rozdělením:

1. Seznámení
2. Statická část a její hodnocení (než uživatel začne jízdu, blíže seznámí se s jeho variantami a funkcemi tak, jako by nejspíše učinil i v reálném světě – zjištění první reakce. Komentáře od uživatelů na celkovou kvalitu)
3. Dynamická část (objektivní měření – kvantita)
4. Finální hodnocení a preference

#### Měřené metriky

- Úspěch/neúspěch (= efektivita).
- Chybovost (= účinnost).
- Čas na úkol (= efektivita).

#### Dotazníky:

- Úvodní dotazník – demografický dotazník pro identifikaci účastníků, jejich pohlaví, vlastnictví řidičského oprávnění, zkušenosti s používáním dotykových obrazovek, vztah k technologiím a rozdělení preferovaných funkcí automobilu
- Závěrečný dotazník – síla preference u jednotlivých konceptů – Likertova stupnice (1 až 7). Škály dotazníku pokrývají komplexní dojem z uživatelské zkušenosti. Měří se jak klasické aspekty použitelnosti (efektivita, přehlednost, spolehlivost), tak aspekty uživatelské zkušenosti (originalita, stimulace).



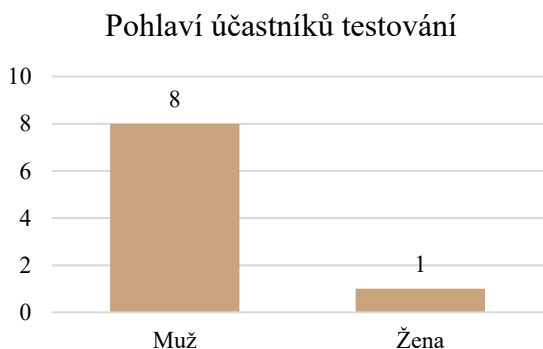
Obrázek 38: Metodologie testování

Zdroj: Vlastní zpracování

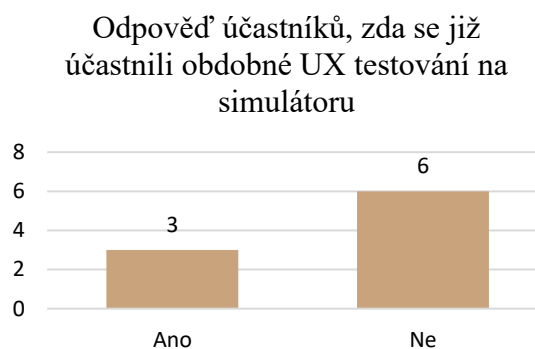
- Obecné představení tématu diplomové práce a způsobu testování
- Vyplnění úvodního demografického dotazníku
- Náhodné vygenerování posloupnosti 3 konceptů
- Účastníci testování plní 7 předepsaných úkolů na parkovišti čerpací stanice v simulátoru
- Znění úkolů se přehrává ze zvukového záznamu a úkol se může plnit až po zvukové signalizaci
- Dynamické testování 7 úkolů – opakování 2krát
- Účastníci testování jedou po dálnici v simulovaném prostředí a plní jednotlivé úkoly
- Po testu distrakce následuje slovní ohodnocení konceptů
- Pokládají se předem určené otázky na použitelnost, intuitivnost a funkčnost
- Shrnutí testování a slovní porovnání jednotlivých konceptů
- Závěrečný dotazník, poděkování a rozloučení

### 4.5.3 Popis vzorku účastníků

Každému účastníkovi byl při začátku testování předán k vyplnění demografický dotazník. Kromě základních otázek měli účastníci rozřadit funkce automobilu do tří kategorií podle důležitosti. K tomu byla využita metoda třídění karet – card sorting. Všichni ze zúčastněných měli v době testování platné řidičské oprávnění.

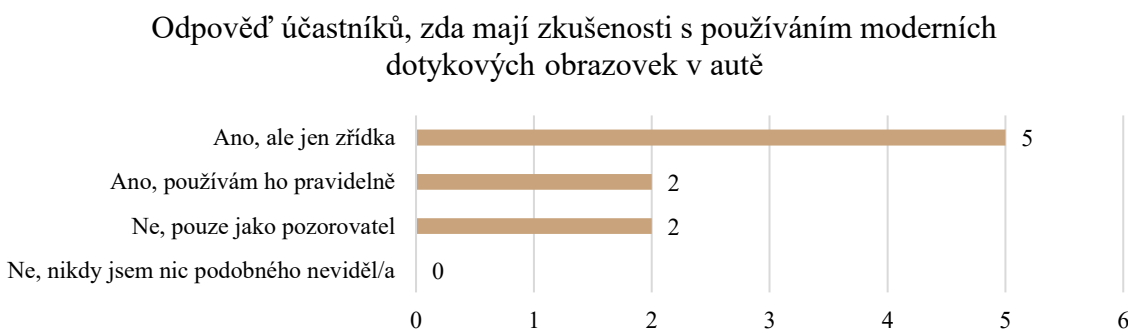


Graf 15: Pohlaví testovaných účastníků



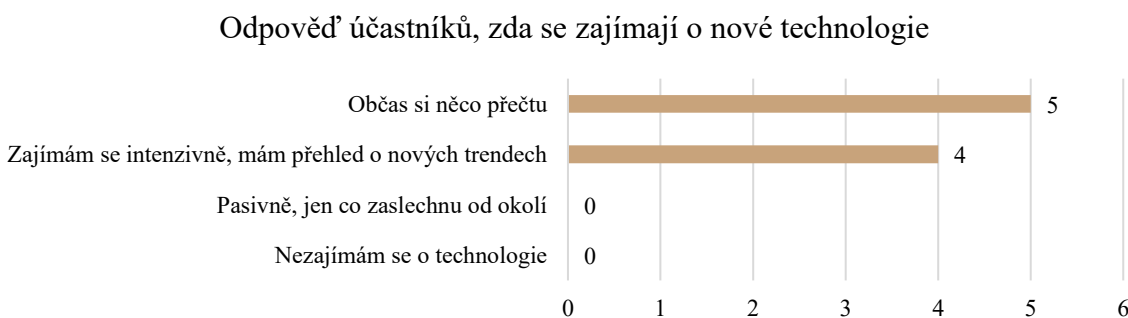
Graf 16: Zkušenosti s UX testováním

Zdroj: Vlastní zpracování



Graf 17: Zkušenosti testovaných s používáním dotykových obrazovek v autě

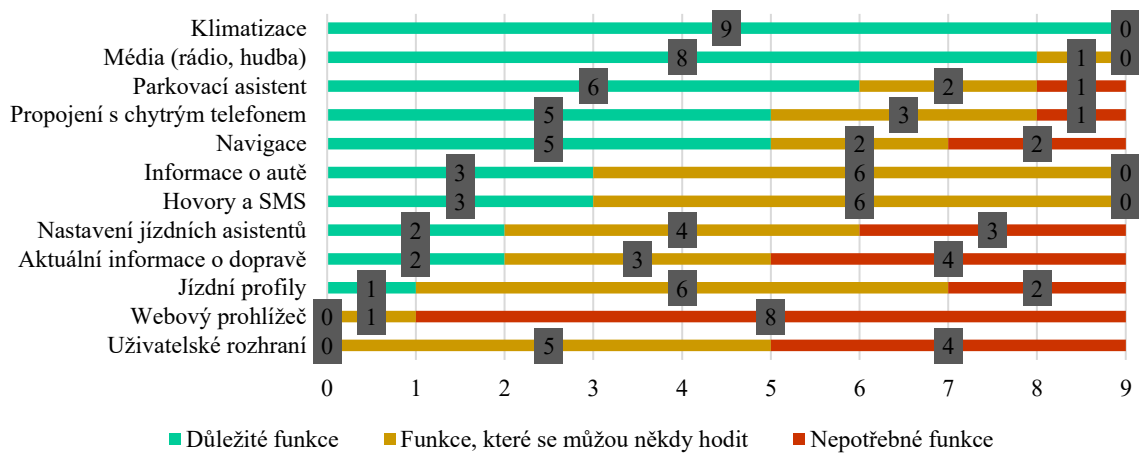
Zdroj: Vlastní zpracování



Graf 18: Zájem testovaných o nové technologie

Zdroj: Vlastní zpracování

### Card sorting - uživatelské rozdělení funkcí automobilu podle důležitosti



Graf 19: Card sorting – uživatelské rozdělení funkcí automobilu podle důležitosti

Zdroj: Vlastní zpracování

Z třídění karet, card sortingu, lze usoudit, že připravené úkoly pro testování odpovídají důležitosti jednotlivých funkcí automobilu tak, jak jim uživatelé přiřkládají prioritu. Funkci parkovacího asistenta bohužel nešlo pro účely tohoto testování zpracovat, protože ovládání tohoto asistenta při jízdě na dálnici nedává smysl.

#### 4.5.4 Výsledky uživatelského testování

##### Obecná zjištění

Na základě celkového hodnocení získal Koncept 2 nejlepší skóre v testu. Koncept 2 byl nejlepší jak v testu rozptylování řidiče, tak také v subjektivním hodnocení v otázce snadnosti použití a jak dobře vyhovuje potřebám účastníků. Nejvýznamnějšími faktory ovlivňujícími distrakci řidiče byla velikost tlačítek/dotykových ploch, vzdálenost od čelního skla (rychlý pohyb očí) a vzdálenost od volantu (rychlý pohyb ruky). Během výzkumu naprostá většina účastníků spontánně vyjádřila preferenci fyzického ovládání teploty a sedadel. Nebo alespoň požádali o haptickou nebo slyšitelnou odpověď, která by nevyžadovala, aby odvrátili zrak od silnice. Grafický styl Konceptu 2 uživatelům vyhovoval především díky jeho jednodušší variantě. Část z nich si stěžovala na vysoké kontrastní prvky v podobě bílé barvy – až moc svítivá a především v noci by mohla být až rušivá. Různé animace nebyly pro testované vůbec důležité, při řízení neměli čas si jich všimnout a nebrali je v potaz. Chápou jejich význam pro grafickou identitu, ale nepovažují je za potřebné.

## **Umístění hlavního ovládacího panelu**

V otázce, zda je lepší vertikální, nebo horizontální umístění hlavního panelu, se uživatelé více přiklánějí k vertikálnímu konceptu. Hlavní argumenty jsou výsledky z testu driver distraction a převaha v subjektivním hodnocení (v lepším zorném poli, blízko u volantu). U konceptu 3, kde je ovládání teploty a funkční tlačítka v jednom dolním panelu, si uživatelé stěžovali na matoucí umístění a nepřehlednost. Všichni z dotázaných uvedli, že umístění tlačítka Menu v pravém dolním rohu je naprosto nevyhovující, vzhledem k frekvenci jeho využívání a vzdálenosti od volantu řidiče. Textové popisky u ikon pro většinu účastníků nebyly potřeba, ale shodli se, že při prvotním seznámení by bylo vhodné, ale ne nutné.

## **Ovládání teploty**

Pro ovládání teploty nejlépe vyhovují tlačítka plus a minus na první úrovni. Díky intuitivnějšímu ovládání znamenají i méně rozptýlení. U konceptu 1 bylo zjišťováno, zda účastníci preferují vyskakovací lištu či nikoliv. Závěrem je, že tento pop-up není nutný a je mírně rušivější (ve srovnání s pouhými tlačítky plus a minus). Není možné doporučit ani ovládání pomocí posuvníku. Uživatelé jej hodnotili jako nejhůře ovladatelné, jelikož je pro ně obtížné navolit správnou hodnotu. Na druhou stranu bylo považováno za vizuálně nejatraktivnější. Pokud jde o použití teplotního rozmezí 0,5 °C nebo 1 °C, preferují účastníci změnu o 0,5 °C, protože jsou na to zvyklí a připadá jim to komfortnější.

## **Chování a pohyb v návrhu**

Většina testovaných nejprve pro přesun mezi kontexty využívala tlačítko menu z hlavního panelu. Při postupném objevování účastníci začali využívat i widgety domovské obrazovky a ostatní ikony z hlavního panelu. Většina by preferovala možnost individuálního nastavení domovské obrazovky, kde by si mohla zobrazit funkce podle frekvence jejich použití. Rozdělení kontextů pomocí bočního panelu (Tabbar) berou uživatelé jako intuitivní, je pro ně ovšem důležité zvýraznění aktivní položky a grafické oddělení bočního panelu od zbytku obrazovky. Co se týče pohybu v seznamu, pro všechny je interaktivní tlačítko pouze na pravé straně nevyhovující – preferují možnost kliknout na celou položku vzhledem k bezpečnosti i intuitivnosti.

Zaznamenaná data z měření distrakce řidiče:

Digiteq Automotive		Uživatel: <i>lubos</i>		ID: 24		Klinik: <i>MiraKlinik 2022</i>							
		DURATION	AVG SPEED	NUM TOUCH	NUM SLIDES	ZONE 1	ZONE 2	ZONE 3	ZONE 4	NUM OUT	ADO	SKODA	EYE OUT
START	TRAINING												
	Task 1	16,62 s	0	6	0	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
SERIE 1	Task 2	4,49 s	0	1	1	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
SERIE 3	Task 3	9,76 s	0	4	0	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
SERIE 2	Task 4	6,04 s	0	2	1	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
SERIE 1	Task 5	10,24 s	0	1	0	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
SERIE 3	Task 6	16,71 s	0	1	0	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
SERIE 2	Task 7	10,51 s	0	5	0	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
	DRIVERDISTRACTION												
	Task 1	5,89 s	125,7	4	0	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
	Task 2	5,49 s	122,3	1	2	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
	Task 3	10,15 s	120,8	3	1	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
	Task 4	8,22 s	122	4	0	100%	25,48%	0%	0%	0	8,57	0	0
	Task 5	17,38 s	130,9	7	0	88,89%	8,53%	2,58%	0%	1	8,73	0	0
	Task 6	10,24 s	119,9	1	0	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
	Task 7	13,24 s	121,9	6	0	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
RESTART INFOTAIMENT	Task 1	5,68 s	132,3	3	0	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
---	Task 2	3,85 s	130,7	0	2	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
RESTART SIM	Task 3	11,15 s	134,9	4	0	100%	4,57%	0%	0%	1	1,01	0	0
	Task 4	6,55 s	118,8	4	0	100%	0%	0%	0%	0	0	0	0
	Task 5	12,42 s	119,7	5	0	100%	2,77%	0%	0%	1	0,06	0	0
	Task 6	14,98 s	125,5	8	1	100%	6,81%	15,42%	0%	2	35,36	0	0

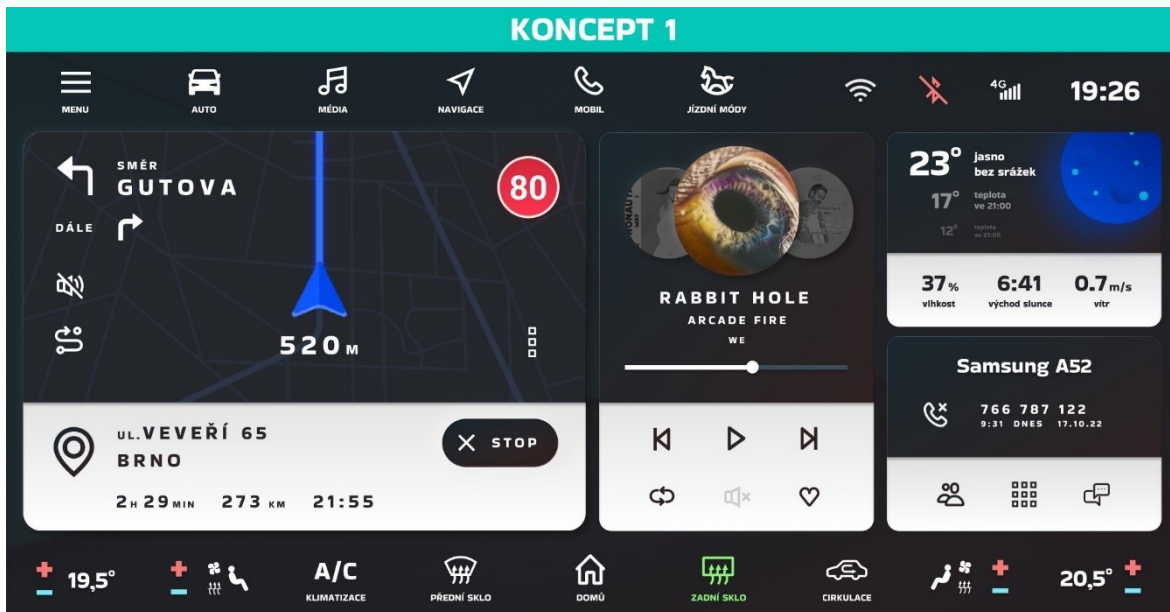
Obrázek 39: Zobrazení dat z měření distrakce řidiče

Zdroj: Výstup z programu pro měření distrakce, vlastní zpracování

#### 4.5.5 Detailní poznatky ke konceptům

##### Koncept 1

Celkově pozitivně vnímaný koncept. Účastníkům vyhovoval díky přehlednému rozdělení ovládacích prvků na horní a dolní panel. Také ocenili velikost ikon a jejich dotykové zóny. Na druhou stranu pro ně bylo na domácí obrazovce až příliš informací a pop-up u ovládání teploty jim už přišel zbytečný.



Obrázek 40: HMI Koncept 1

Zdroj: Vlastní zpracování

### Výhody:

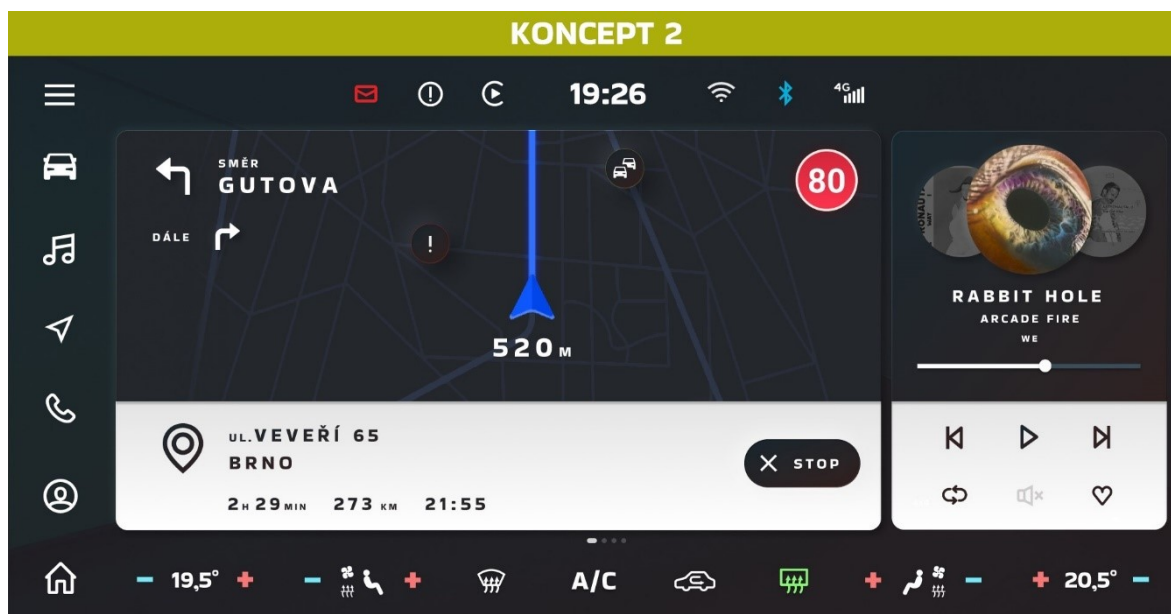
- Velké dotykové plochy ikon
- Intuitivní, známé prostředí
- Rozdělení na horní a dolní panel podle funkčnosti
- Popisky u ikon, vhodné pro první seznámení
- Nerušivé grafické zpracování

### Nevýhody:

- Příliš informací na domovské obrazovce, velký počet widgetů
  - Není možné klikat na celou položku v seznamu, ale pouze na tlačítko
  - Kontrastní zobrazení Tabbaru, velká svítivost bílé barvy
  - Ikony plus/mínus v dolní panelu mohou indikovat, že mají klikat přímo na ně.
- Uživatelé na první dojem nepočítali s vyskakujícím panelem.

### Koncept 2

Nejvíce pozitivně vnímaný byl Koncept 2. Účastníci ocenili jeho jednoduchost a přehlednost. Vertikální hlavní panel jim vyhovoval jak vzhledem k ovladatelnosti, tak i umístěním nejbližší k řidiči. Ovládání teploty jim v této variantě přišlo jako nejlepší, bez nutnosti dalšího kliku. Zároveň si pochvalovali možnost kliku na celou položku seznamu.



Obrázek 41: HMI Koncept 2

Zdroj: Vlastní zpracování

#### Výhody:

- Přehlednost a intuitivní rozdělení
- Hlavní panel umístěn vertikálně na levé straně, nejbližší volantu a zornému poli řidiče
- Jednoduché a logické ovládání teploty tlačítky plus/mínus
- Možnost kliku na celou položku v seznamu.
- Nejméně rušivý grafický design

#### Nevýhody:

- Bílá barva je příliš kontrastní
- Jinak žádný z účastníků nebyl vyloženě proti tomuto návrhu

#### Koncept 3

Tento koncept byl z uživatelského hlediska nejhůře hodnocený. I když uživatelům přišel jeho grafický styl jako zajímavý a atraktivní, z funkčního hlediska si vysloužil o poznání horší hodnocení. Vyloženě jim nevyhovovalo umístění tlačítka na pravou stranu spodního panelu, tedy nejdále od řidiče. Ovládání teploty jim přišlo jako vizuálně přívětivé, ale ovládání bylo komplikovanější vzhledem k nutnosti nastavení přesně definované teploty.





Obrázek 42: HMI Koncept 3

Zdroj: Vlastní zpracování

### Výhody:

- Atraktivní grafický styl a vizuálně přívětivé rozložení jednotlivých prvků
- Na první pohled originální vzhled
- Rozdělení widgetů, uživatelům připomínají obrazovky chytrých telefonů

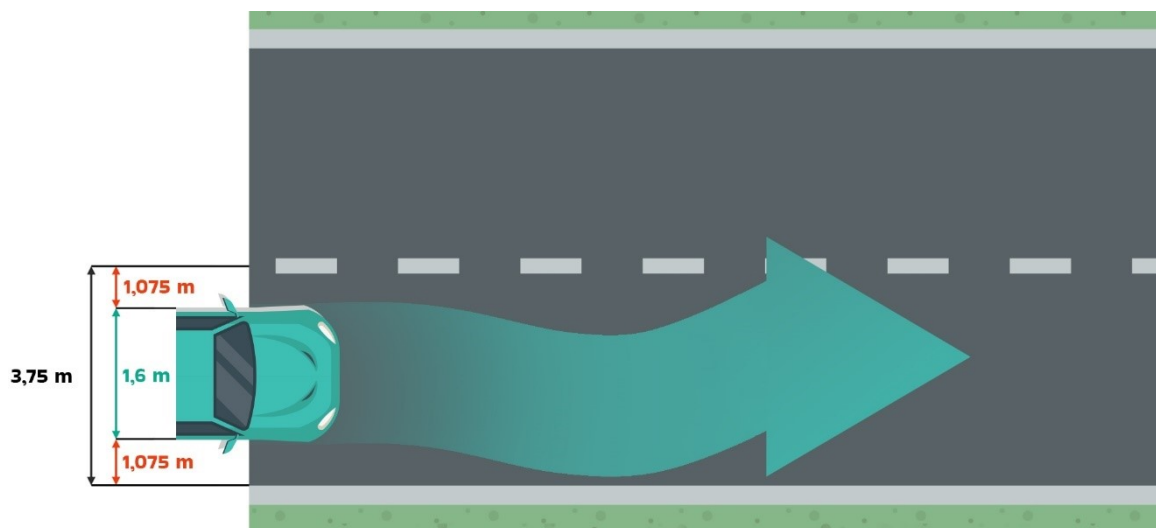
### Nevýhody:

- Zmatečné rozdělení dolního panelu, mix ovládacích prvků teploty a ostatních funkcí automobilu
- Tlačítko Menu umístěno na pravé straně, nejdále od řidiče
- Posuvník ovládní teploty se neovládá nejlépe, občas je těžší nastavit přesnou požadovanou hodnotu. Uživatelé musí zkontrolovat, jestli je teplota nastavená správně – déle trvající úkon. Ovládní teploty u spolujezdce je otočeno zrcadlově – funkčnost je tedy taky opačně, pro přidání teploty je potřeba posunout vlevo, a ne vpravo jako u řidiče
- Není možné klikat na celou položku v seznamu, ale pouze na tlačítko
- Pro uživatele bylo nejasné určit prvky, na které je možné kliknout. Například v levé části domovské obrazovky je možné kliknout na nejbližší nabíjecí stanice. Uživatelé na tuto funkčnost přišli spíše náhodou.

#### 4.5.6 Výsledky z měření distrakce řidiče

Všechny výstupy ze simulátoru ve formě grafů jsou přiloženy na konci této diplomové práce, v části přílohy. Byly vygenerovány grafy pro každý koncept a pro každý úkol, tedy celkem 21 obrázků. V těchto grafech jsou zaznamenány distrakce všech účastníků během jízdy a plnění úkolů. Z grafů a tabulek byly odstraněny záznamy, kdy došlo k havárii při simulaci. Párkrát došlo k neovladatelnosti vozidla při jízdě, kdy vůz samovolně zatačel. Tato chyba se nachází v samotném kódu simulace a nešla v době testování odstranit.

Obrázky níže popisují, jak vlastně číst vytvořené grafy distrakce řidiče. Tyrkysová čára ukazuje trajektorii během úkolu po celé šířce automobilu. Jízdní pruh je 3,75 metru široký. Vůz je široký 1,6 metru. Na každé straně je prostor 1,075 metru ke kraji pruhu.

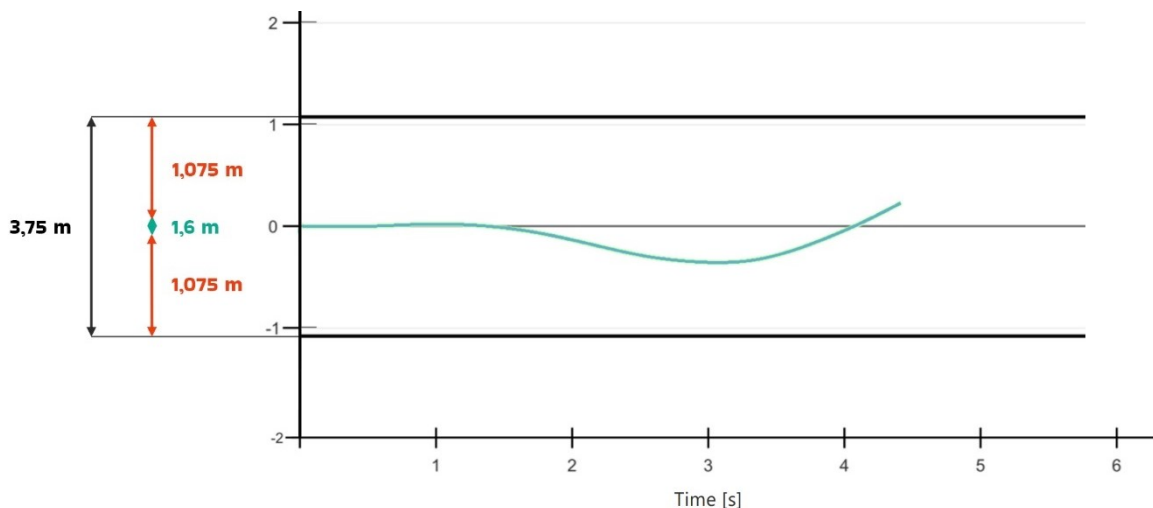


Obrázek 43: Princip měření distrakce řidiče

Zdroj: Vlastní zpracování

Silnice je rozdělena do 4 zón, u kterých se kontroluje poloha auta a čas strávený v každé z nich. Zóna 1 je pravý jízdní pruh, zóna 2 je čára oddělující jízdní pruhy, zóna 3 je levý jízdní pruh a zóna 4 je zbytek silnice. Z těchto záznamů se poté generují grafy jízdy řidiče při plnění úkolu.

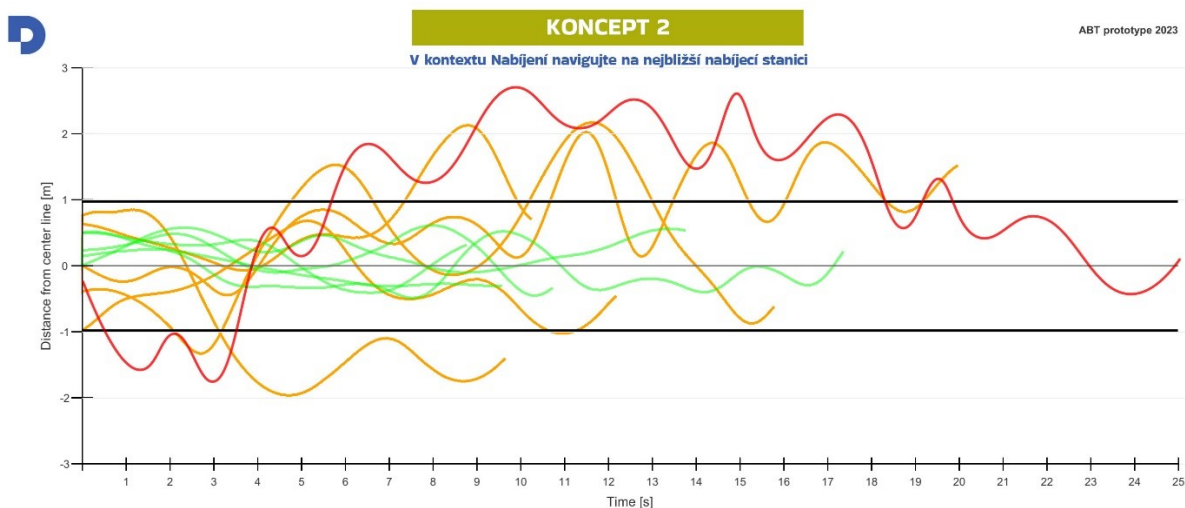
Příklad níže ukazuje, jak účastník splnil úkol za 4,5 sekundy a během jízdy se odchýlil asi o 0,3 metru.



Obrázek 44: Příklad záznamu z měření distrakce řidiče

Zdroj: Vlastní zpracování

- Zelená barva čáry znamená, že účastník úkol zvládl ve správném jízdním pruhu.
- Oranžová barva čáry zobrazuje případy, kde účastník při plnění úkolu opustil pruh.
- Červená barva čáry ukazuje neúspěšné pokusy, kdy účastník nedokončil úkol v časovém limitu 25 vteřin.



Obrázek 45: Graf jízdy řidiče při plnění úkolu

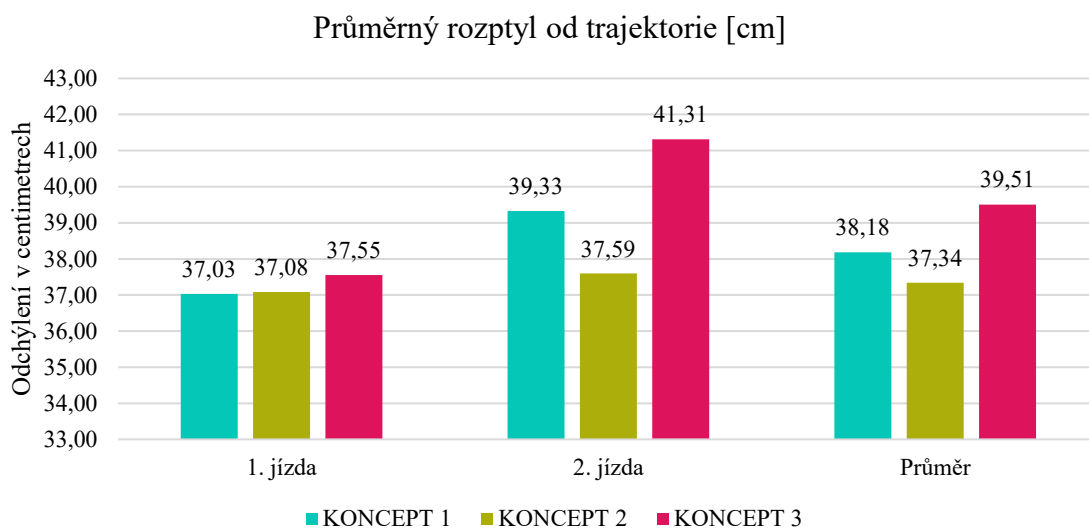
Zdroj: Výstup z programu pro měření distrakce, vlastní zpracování

Průměrný rozptyl ukazuje, o kolik centimetrů (cm) se účastníci odchýlí od trajektorie. Rozptyl je vypočítaný ze směrodatné odchylky.



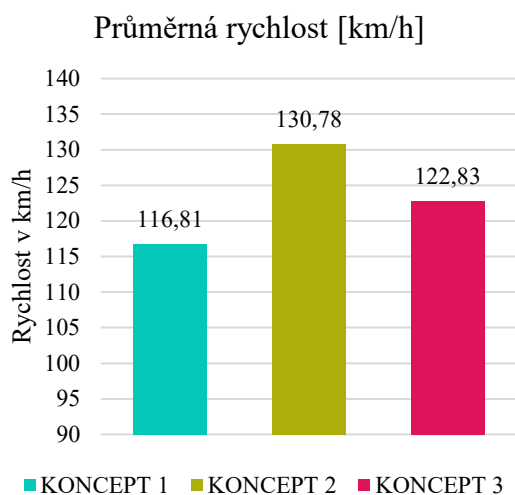
Obrázek 46: Testování HMI konceptu 2 na simulátoru

Zdroj: Vlastní zpracování

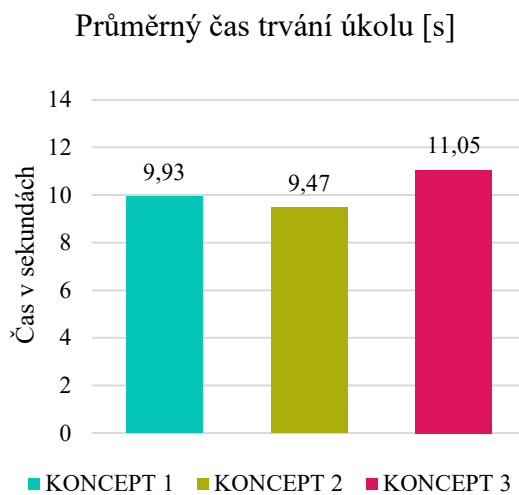


Graf 20: Průměrný rozptyl od trajektorie při testování

Zdroj: Vlastní zpracování

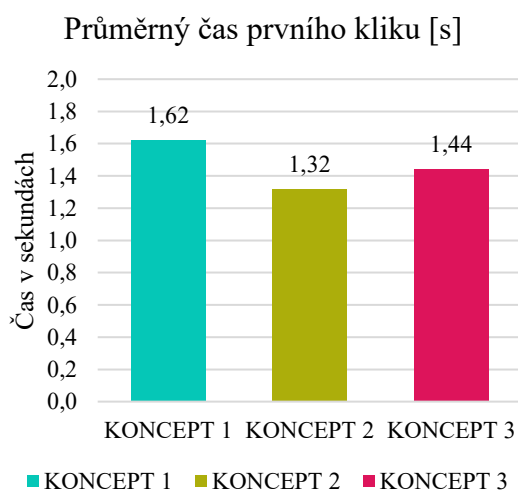


Graf 21: Průměrná rychlost při testování

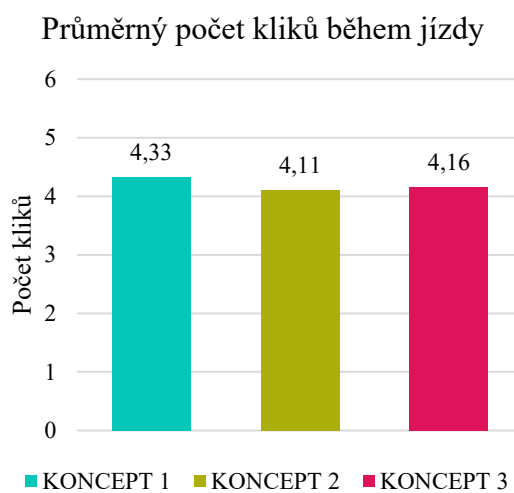


Graf 22: Průměrný čas trvání úkolu při testování

Zdroj: Vlastní zpracování



Graf 23: Průměrný čas prvního kliku při testování



Graf 24: Průměrný počet kliků při testování

Zdroj: Vlastní zpracování

V testování distrakce řidiče získal nejlepší hodnocení **Koncept 2**. Tento koncept dominoval ve všech sledovaných statistikách.

Koncept 2:

- Má nejmenší průměrný rozptyl vychýlení od trajektorie – 37,34 cm.
- Má nejvyšší průměrnou rychlost jízdy. To může značit, že si uživatelé byly více jistí ovládním dotykové obrazovky a nemuseli tolik snižovat rychlost při provádění úkolů.
- Má nejnižší čas provádění úkolů. Uživatelé nejrychleji plnili úkoly právě v tomto konceptu.
- Má nejnižší průměrný čas prvního kliku. Pro uživatelé bylo snadné rychle najít první tlačítko, které museli zmáčknout pro splnění úkolu.
- Má nejnižší průměrný počet kliků. To znamená, že pro splnění úkolů museli uživatelé klikat co nejméně ze všech konceptů.

#### 4.5.7 Výsledky z uživatelského hodnocení

Na závěr testování byl uživatelům předán dotazník pro bodové ohodnocení jednotlivých konceptů pomocí Likertovy škály. Cílem bylo statisticky ověřit vhodnost konceptů. Uživatelé rozdělovali 1-7 bodů mezi tyto vlastnosti:

- 1) **Atraktivita** – celkové vnímání produktu a zda se lidem líbí či nelíbí  
(1 – odpuzivý, 7 – atraktivní)
- 2) **Přehlednost** – jak snadné je se s produktem seznámit a naučit se jej ovládat  
(1 – matoucí, 7 – přehledný)
- 3) **Účinnost** – jak jsou uživatelé schopni dokončit svůj úkol bez zbytečného úsilí  
(1 – nekompaktní, 7 – logický)
- 4) **Spolehlivost** – jak cítí uživatelé kontrolu nad konceptem a jeho používáním  
(1 – nepředvídatelný, 7 – intuitivní)
- 5) **Stimulace** – jak je vzrušující a motivující daný koncept používat  
(1 – nezajímavý, 7 – motivující)
- 6) **Originalita** – jak je koncept inovativní a kreativní, jak dokáže zaujmout  
(1 – klasický, 7 – inovativní)

Tyto záznamy byly vyhodnocovány pomocí zjednodušené metody User Experience dotazníku. Získané odpovědi byly vloženy do předpřipravené tabulky dostupné na oficiálním webu, tedy ueq-online.com. Poté došlo k:

- Metodickému přepočítání na požadované hodnoty
- Statistické analýze a získání výsledných hodnot
- Vizualizaci ve formě grafů se statistickou odchylkou

Hodnotící kritéria jsou v další části rozdělena v rámci škály -3 až +3, tedy opravdu špatné až opravdu dobré. Původní hodnocení 1 je tedy nově -3, 4 je 0 a 7 je na stupnici +3. Zprůměrované hodnoty mezi -0,8 a 0,8 představují víceméně neutrální hodnocení odpovídající škály, hodnoty větší než 0,8 představují pozitivní hodnocení a hodnoty menší než -0,8 představují negativní hodnocení. Naměřené hodnoty lze porovnat k existujícímu souboru referenčních dat. Tento soubor obsahuje údaje od cca 21 tisíců osob a ze 468 studií týkajících se různých produktů (obchodní software, webové stránky, internetové obchody, sociální sítě).

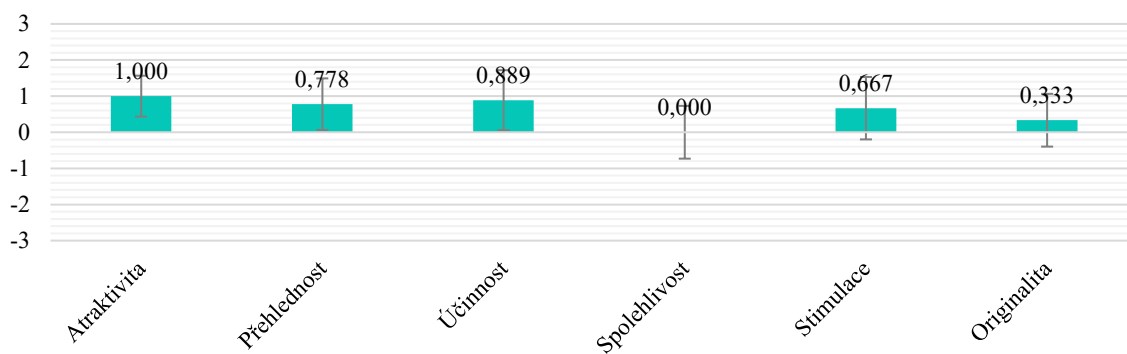
## Uživatelské hodnocení - Koncept 1

Tabulka 7: Uživatelské hodnocení – HMI Koncept 1

Koncept 1		
	PRŮMĚR HODNOCENÍ	VAR. VÝBĚR
Atraktivita	↑ 1,000	0,750
Přehlednost	→ 0,778	1,194
Účinnost	↑ 0,889	1,611
Spolehlivost	→ 0,000	1,250
Stimulace	→ 0,667	1,750
Originalita	→ 0,333	1,250

Zdroj: Vlastní zpracování

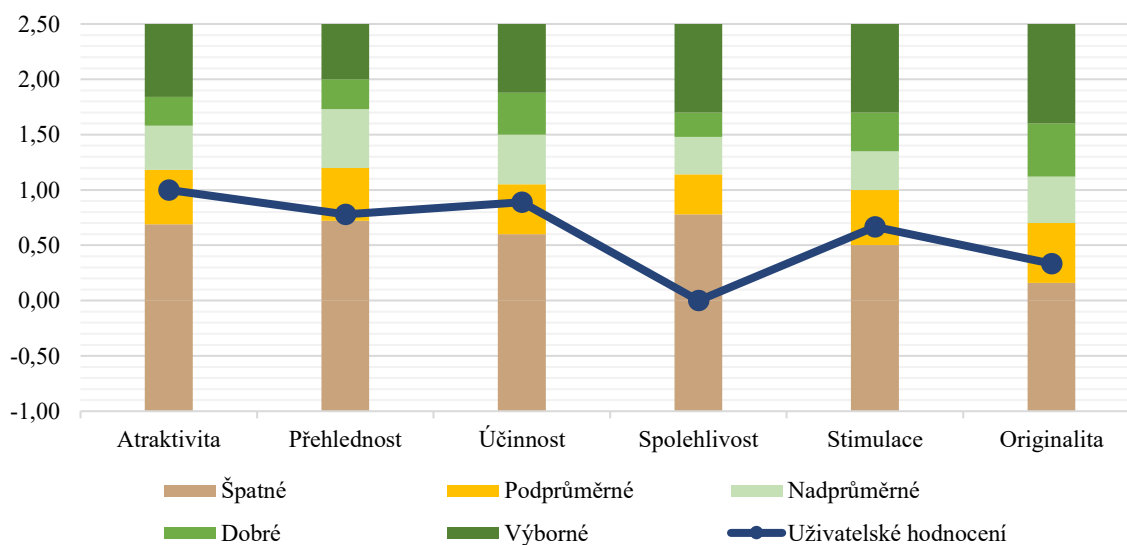
Graf uživatelského hodnocení se směrodatnou odchylkou - Koncept 1



Graf 25: Uživatelské hodnocení – HMI Koncept 1

Zdroj: Vlastní zpracování

Porovnání uživatelského hodnocení Konceptu 1 s referenčními daty



Graf 26: Porovnání uživatelského hodnocení HMI Konceptu 1 se referenčními daty

Zdroj: Vlastní zpracování



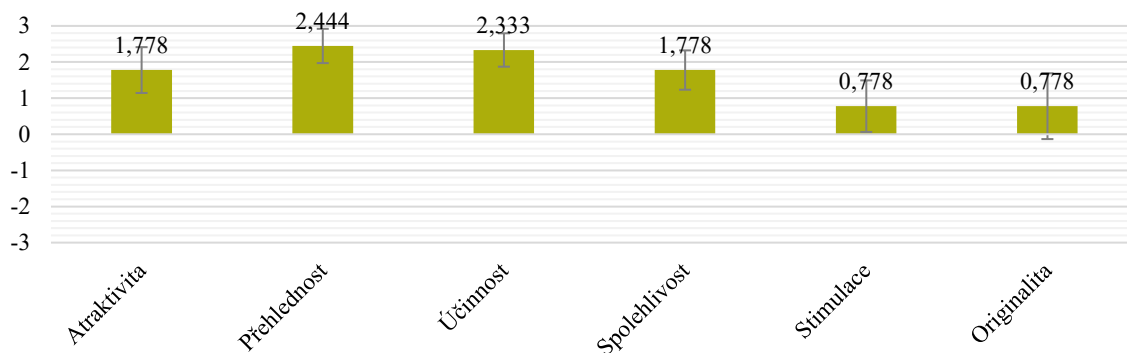
## Uživatelské hodnocení - Koncept 2

Tabulka 8: Uživatelské hodnocení – HMI Koncept 2

Koncept 2		
	PRŮMĚR HODNOCENÍ	VAR. VÝBĚR
Atraktivita	↑ 1,778	0,944
Přehlednost	↑ 2,444	0,528
Účinnost	↑ 2,333	0,500
Spolehlivost	↑ 1,778	0,694
Stimulace	→ 0,778	1,194
Originalita	→ 0,778	1,944

Zdroj: Vlastní zpracování

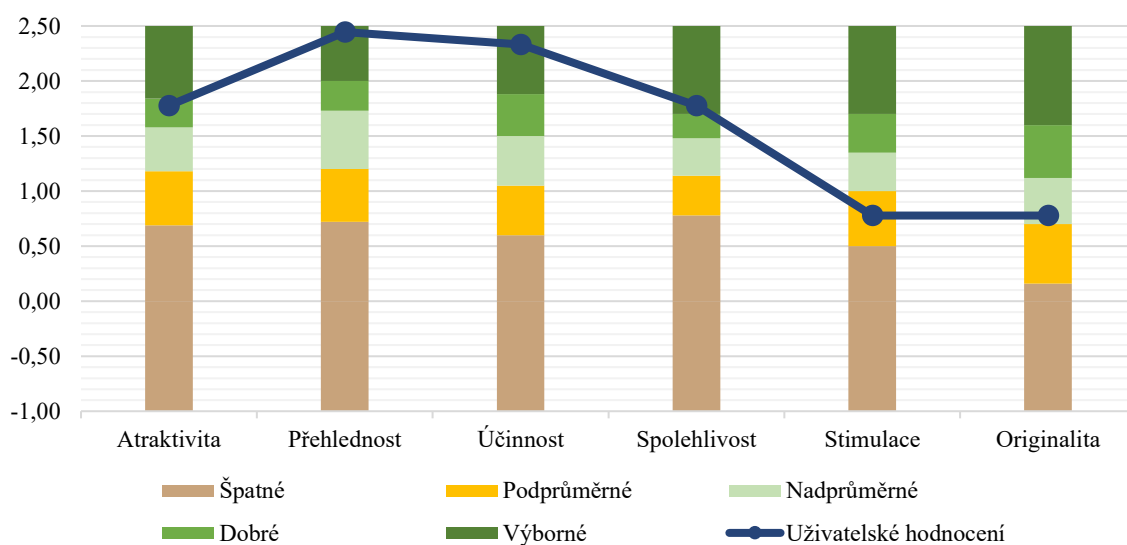
Graf uživatelského hodnocení se směrodatnou odchylkou - Koncept 2



Graf 27: Uživatelské hodnocení – HMI Koncept 2

Zdroj: Vlastní zpracování

Porovnání uživatelského hodnocení Konceptu 2 s referenčními daty



Graf 28: Porovnání uživatelského hodnocení HMI Konceptu 2 se referenčními daty

Zdroj: Vlastní zpracování

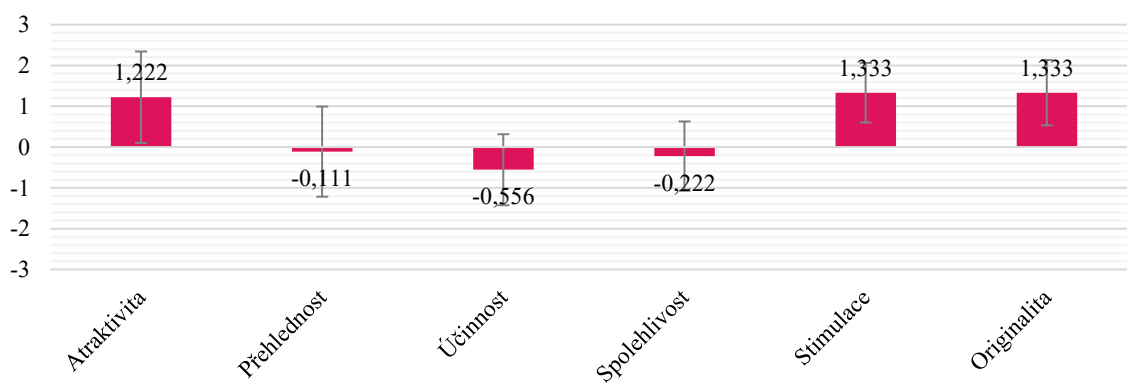
## Uživatelské hodnocení - Koncept 3

Tabulka 9: Uživatelské hodnocení – HMI Koncept 3

Koncept 3		
	PRŮMĚR HODNOCENÍ	VAR. VÝBĚR
Atraktivita	↑ 1,222	2,944
Přehlednost	→ - 0,111	2,861
Účinnost	→ - 0,556	1,778
Spolehlivost	→ - 0,222	1,694
Stimulace	↑ 1,333	1,250
Originalita	↑ 1,333	1,500

Zdroj: Vlastní zpracování

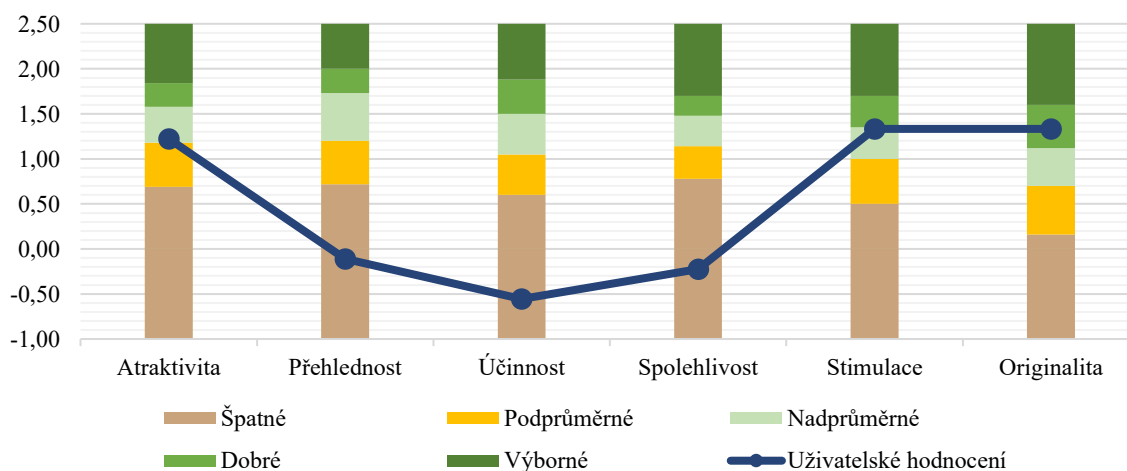
Graf uživatelského hodnocení se směrodatnou odchylkou - Koncept 3



Graf 29: Uživatelské hodnocení – HMI Koncept 3

Zdroj: Vlastní zpracování

Porovnání uživatelského hodnocení Konceptu 3 s referenčními daty



Graf 30: Porovnání uživatelského hodnocení HMI Konceptu 3 se referenčními daty

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výsledků je patrné, že Koncept 2 získal nejlepší uživatelské hodnocení. Respondenti nejvíce cenili jeho přehlednost, atraktivitu a efektivnost použití. Tento koncept získal vysoké hodnocení i v porovnání s referenčními daty z UXQ datábase. Dokonce získal vyborné hodnocení ve třech ze šesti hodnocených kategorií, zaostával pouze v kategorii Stimulace, kde získal podprůměrné hodnocení.

## 5 Výsledky a diskuse

Nejlépe hodnoceným návrhem se stal Koncept 2. Získal nejlepší výsledky v testu distrakce řidiče, v uživatelském hodnocení i ve slovním ohodnocení. Uživatelé si na něm cení jeho přehlednost, intuitivní rozložení a funkčnost. Většina dotázaných by si dokázala představit, že by jej používala i v praxi.

U všech konceptů byla zaznamenána jedna společná výtka, která byla směřována na použití bílé doplňkové barvy. Podle uživatelů není příliš vhodná vzhledem k její kontrastní povaze v daném grafickém stylu. Dodatečně proto byla zpracována drobná úprava návrhu, kdy byla tato barva nahrazena modrou. Zároveň by šlo doplnit do návrhu i zobrazování popisků u ikon, například pouze při přiblížení prstu k dané ikoně (tzv. proximita). Výsledný návrh pro další testování by mohl vypadat takto:



Obrázek 47: Finální návrh HMI

Zdroj: Vlastní zpracování

Jako rozšíření praktické části by se mohla použít naměřená data pro sestavení heat mapy kliků všech uživatelů, ale tento proces by se musel zautomatizovat pomocí skriptu, který by získané souřadnice X a Y (stovky záznamů) přenesl do grafického zpracování. Samotné testování v laboratoři by bylo vhodné rozšířit o sledování pohybu očí, Eye Tracking, pro přesnější identifikaci toho, co přesně uživatelé pozorují při plnění úkolů. Pro imerzivní zážitek z testování na simulátoru by se dále mohlo využít prostředí virtuální reality – VR. Zde se ale může u některých uživatelů objevovat takzvaná „Motion Sickness“, tedy

nevolnost ze simulovaného pohybu, kdy zrak posílá do mozku informace o pohybu, ale samotné tělo se nepohybuje.

I přes různá rozšíření má testování v laboratoři svá omezení a bylo by vhodné ověřit funkčnost navrženého konceptu i v běžných situacích přímo v automobilu. V laboratoři nelze nasimulovat například různé světelné podmínky, čtení displeje na slunci a podobně. Po tomto otestování použitelnosti by bylo možné přistoupit k praktickému použití při jízdě a testovat rozhraní v rámci silničního provozu. Všechny koncepty byly s navrhovány s ohledem na jejich funkčnost v praxi již od počátku, takže by v praxi neměly být omezující v ovladatelnosti ani přehlednosti. I když by v první fázi testování nebylo možné zajistit zpětnou vazbu automobilu (reálné přepnutí rádiové stanice), odezva z reálného provozu by pomohla odladit nedostatky připraveného návrhu.



Obrázek 48: Finální návrh HMI – kontext s položkami seznamu

Zdroj: Vlastní zpracování

## 6 Závěr

Dlouhou dobu byl návrh automobilových HMI určován technickými omezeními a rozsahem funkcí, které tyto technologie umožňovaly. V dnešní době jsou však technologie v automobilech tak vyspělé a designově zdatné, že se orientace tvorby HMI posunula od přístupů zaměřených na technologie a funkcí k přístupům zaměřeným na člověka – uživatele. Pozornost se tak v poslední době obrátila především k otázkám bezpečnosti a použitelnost moderních systémů a na to, jak mohou odvádět pozornost řidičů od jízdy a způsobovat tak bezpečnostní riziko nehod.

Na rozdíl například od návrhu webových rozhraní je při tvorbě konceptů HMI v prostředí automobilové průmyslu potřeba brát v potaz i další kritéria, která jsou pro tento segment specifická. Zatímco použitelnost je nejpoužívanějším kritériem pro hodnocení rozhraní, rozptýlení řidiče a akceptace uživatelem mohou mít kritické důsledky kvůli specifickému kontextu jeho použití.

Na základě analýzy teoretických poznatků byly vytvořeny tři komplexní návrhy HMI, které obsahují různé zpracované kontexty funkcí tak, aby co nejvíce simulovaly reálné systémy používané v praxi. Testování uživatelé plnili 7 úkolů na téměř 70 různých obrazovkách během jízdy na simulátoru s volantem a dotykovou obrazovkou. Při této simulaci běžného používání infotainmentu se zaznamenával pohyb po virtuálním prostředí dálnice a interakce s obrazovkou, na kterou se promítaly vytvořené návrhy HMI. Toto praktické testování bylo doplněno rozhovory s účastníky, které měly za úkol zjistit jejich zpětnou vazbu.

U vytvořených konceptů se potvrdily očekávané výsledky, že grafickým stylem a rozložením jednotlivých ovládacích prvků lze negativně ovlivnit distrakci řidiče od řízení. Díky uživatelskému testování, jež sloužilo pro ověření uživatelské akceptace, bylo identifikováno několik vhodných variant rozmístění ovládacích prvků, které mohou snížit rozptýlení řidiče od řízení automobilu. Obecným poznatkem této práce je potřeba optimalizovat mezi uživatelskou přívětivostí, přehledností a efektivitou rozhraní HMI. V komplexních systémech by bylo vhodné dokonce omezit rozhraní HMI v automobilech na nejpotřebnější prvky, které jsou esenciální pro funkčnost automobilu a potřeby řidiče a

nemohou tak snižovat pozornost řidiče vozidla. Jedním z dalších zjištění bylo, že navzdory dnešnímu trendu vše převádět do digitálních obrazovek by uživatelé v některých případech preferovali ovládání pomocí fyzických tlačítek – při testování postrádali haptickou zpětnou vazbu. Samozřejmě by pak měla být možnost ovládání funkcí automobilu pomocí hlasu – došlo by pak k omezení dotykové interakce řidiče s obrazovkou na palubní desce.

Z uživatelského testování připravených konceptů vzešel konkrétní návrh HMI, který nejen že získal nejlepší výsledky při měření distrakce řidiče, ale i nejpozitivnější uživatelská hodnocení. Uživatelé ocenili intuitivní rozložení ovládacích prvků, funkčnost a přehlednost tohoto návrhu. Z připravených konceptů jim zde nejvíce vyhovoval vertikální ovládací panel na levé straně obrazovky, umístěný nejbližší k volant, a tedy v nejkratší vzdálenosti od ruky řidiče. To mělo zřejmě za následek i nejrychlejší průměrný čas pro splnění jednotlivých úkolů ze všech testovaných návrhů. Výtka uživatelů napříč koncepty směřovala k použití kontrastní bílé barvy v daném grafickém stylu, ta byla v důsledku toho ve finální verzi vítězného návrhu nahrazena tmavší modrou barvou.

Výsledkem této práce je doporučení, jak konkrétně postupovat při návrhu designu a rozložení funkčních tlačítek rozhraní v prostředí automotive tak, aby došlo k minimalizaci rozptýlení řidiče při jeho používání. Ze získaných dat z testování kvantitativní a kvalitativní metodikou byl navržen konkrétní design infotainmentu, jenž splňuje uživatelské definice z pohledu použitelnosti a který by mohl být dále rozveden do komplexnější formy za účelem dalšího zkoumání a uživatelského testování. Za určité omezení lze brát uživatelské testování pouze v prostředí simulátoru. Bohužel, chování řidičů ve skutečném světě nelze nasimulovat v žádném virtuálním prostředí, takže před nasazením do běžné praxe by bylo nutné navržený koncept otestovat i v reálném provozu.

## 7 Seznam použitých zdrojů

Absolute Powerhouse: Next-Generation 2022 Toyota Tundra, 2021. In: *Toyota Motor Sales, U.S.A., Inc.* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z:

<https://pressroom.toyota.com/absolute-powerhouse-next-generation-2022-toyota-tundra/>

ADELL, Emeli, ed., 2010. Acceptance of driver support systems. In: KREMS, Josef, Tibor PETZOLDT a Matthias HENNING. *Proceedings of European Conference on Human Centred Design for Intelligent Transportation Systems*. Bron, France: Humanist Publications, s. 475-486. ISBN 9782953171211.

Adobe Illustrator: Nádherná grafika navržená vámi, 2023. In: *Adobe* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.adobe.com/cz/products/illustrator.html>

Adobe Photoshop CC, 2023. In: *Digital Media* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.digitalmedia.cz/produkty/adobe/photoshop/default.aspx>

ALLANWOOD, Gavin a Peter BEARE, 2019. *User Experience Design: A Practical Introduction* [online]. 2. New York: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data [cit. 2023-02-26]. ISBN 978-1-3500-2173-0. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=hGkDEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>

Aplikace MyŠkoda, 2023. In: *Škoda Auto a.s.* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.skoda-auto.cz/technologie/myskoda-aplikace>

BAUERFEIND, Kassandra, 2017. Analysis of potentials of an HMI-concept concerning conditional automated driving for system-inexperienced vs. system-experienced users. In: *ResearchGate* [online]. Wolfsburg: Volkswagen Aktiengesellschaft [cit. 2023-02-28]. Dostupné z:

[https://www.researchgate.net/publication/339900783\\_Analysis\\_of\\_potentials\\_of\\_an\\_HMI-concept\\_concerning\\_conditional\\_automated\\_driving\\_for\\_system-inexperienced\\_vs\\_system-experienced\\_users](https://www.researchgate.net/publication/339900783_Analysis_of_potentials_of_an_HMI-concept_concerning_conditional_automated_driving_for_system-inexperienced_vs_system-experienced_users)



BAXTER, Kathy, Catherine COURAGE a Kelly CAINE, 2015. *Understanding your users: A practical guide to user research methods*. 2. Waltham, USA: Elsevier Inc. ISBN 978-0-12-800232-2.

BELL RAE, John a Allan K. BINDER, 2022. Automotive industry. In: *Encyclopedia Britannica* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/technology/automotive-industry>

BULEY, Leah, 2013. *The User Experience Team of One: A Research and Design Survival Guide*. 21. ilustrované vydání. New York: Roselfeld Media, LLC. ISBN 1-933820-18-7.

CAHILL, Carl a Tom MAY, 2022. The best UI design tools in 2023. In: *Creative Bloq* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.creativebloq.com/how-to/20-best-ui-design-tools>

Car HMI Europe Award 2023, 2023. In: *We.CONNECT GLOBAL LEADERS* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.car-hmi.com/award>

CONSTANTINE, Larry L. a Lucy A.D. LOCKWOOD, 1999. *Software for Use: A Practical Guide to the Models and Methods of Usage-Centered Design*. 1. New York, USA: Addison-Wesley Professional. ISBN 948-0321773722.

DEBKALIUK, Alex, 2022. *The biggest automotive HMI design challenges and how to solve them* [online]. In: . [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://star.global/posts/automotive-hmi-design/>

Distracted Driving 2019, 2021. In: *National Highway Traffic Safety Administration* [online]. Washington, USA: National Highway Traffic Safety Administration [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/813111>

DREWS, Frank A., M. PASUPATHI a D. L. STRAYER, 2008. Passenger and cell phone conversations in simulated driving. *Journal of Experimental Psychology: Applied* [online]. **2008**(14), 392–400 [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: doi:10.1037/a0013119

DUMONT, Simon, 2021. The difference between UX and UI, according to designer and Maze CEO, Jonathan Widawski. In: *Maze* [online]. San Francisco: Maze [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: <https://maze.co/blog/ui-vs-ux/>

Eye Tracking, 2023. In: *Usability.gov* [online]. [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/eye-tracking.html>

FRANCOIS, Mathilde, François OSIURAK, Alexandra FORT a Philippe CRAVE, 2016. Automotive HMI design and participatory user involvement: Review and perspectives. *Ergonomics* [online]. **2016** [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: doi:10.1080/00140139.2016.1188218

HANDLEY, Lucy, 2019. Nearly three quarters of the world will use just their smartphones to access the internet by 2025. In: *CNBC* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.cnbc.com/2019/01/24/smartphones-72percent-of-people-will-use-only-mobile-for-internet-by-2025.html>

HARVEY, Cathrine, Neville A. STANTON, Carl A. PICKERING a M. MCDONALD, 2011. Context of use as a factor in determining the usability of in-vehicle devices. *Theoretical Issues in Ergonomics Science* [online]. **2011**, 318-338 [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: doi:10.1080/14639221003717024

How to Conduct User Observations, 2022. In: *Interaction Design Foundation* [online]. [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <https://www.interaction-design.org/literature/article/how-to-conduct-user-observations>

Innovative LuLingu app creates great user experience for international vehicle users, 2022. In: *Luxoft* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.luxoft.com/videos/innovative-lulingu-app-creates-great-user-experience-for-international-vehicle-users>

ISO 9241-11:2018: Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts, 2018. In: *ISO* [online]. [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>

ISO 9241-210:2019, 2019. *Ergonomics of human-system interaction — Part 210: Human-centred design for interactive systems* [online]. In: . ISO [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-2:v1:en>

KABIR, Isak, 2020. How to conduct A/B Testing?. In: *Towards Data Science* [online]. [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <https://towardsdatascience.com/how-to-conduct-a-b-testing-3076074a8458>

KARAGIANNI, Katerina, 2018. Optimizing the UX honeycomb. In: *UX Collective* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://uxdesign.cc/optimizing-the-ux-honeycomb-1d10cfb38097>

KROSEL, Amber, 2022. What Is User Interface (UI)?. In: *Indeed* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/user-interface>

KRUG, Steve, 2006. *Don't make me think!: A Common Sense Approach to Web Usability*. 2. Berkeley, USA: New Riders. ISBN 0-321-34475-8.

KUHNERT, Felix, Christoph STÜRMER a Alex KOSTER, 2018. Five trends transforming the Automotive Industry. In: *PwC* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/automotive/assets/pwc-five-trends-transforming-the-automotive-industry.pdf>

LEPLAT, Jaque, ed., 1981. Task Analysis and Activity Analysis in Field Diagnosis. In: RASMUSSEN, Jens a Wiliam B. ROUSE. *Human Detection and Diagnosis of System Failures*. New York: Plenum Press, s. 287–300. ISBN 978-1-4615-9230-3.

LINDBERG, Oliver, 2020. 6 Essential Tips for Effective A/B Testing. In: *Xd Ideas* [online]. [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <https://xd.adobe.com/ideas/process/user-testing/effective-ab-testing-essential-tips/>

MALTZ, Masha a David SHINAR, 2007. Imperfect in-vehicle collision avoidance warning systems can aid distracted drivers. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* [online]. **2007**(10), 345-357 [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: doi:10.1016/J.TRF.2007.01.002

MEIXNER, Gerrit a Christian MÜLLER, ed., 2017. *Automotive User Interfaces: Creating Interactive Experiences in the Car* [online]. Cham (Schwitzerland): Springer [cit. 2023-02-26]. ISBN 978-3-319-49448-7.

MORVILLE, Peter, 2004. User Experience Design. In: *Semantic Studios* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: [https://semanticstudios.com/user\\_experience\\_design/](https://semanticstudios.com/user_experience_design/)

NIELSEN, Jakob a Thomas K. LANDAUER, 1993. A mathematical model of the finding of usability problems. *Interchi '93* [online]. **1993** [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: doi:10.1145/169059.169166

NIELSEN, Jakob a Hoa LORANGER, 2006. *Prioritizing Web Usability*. 1. Berkeley, USA: New Riders. ISBN 978-0-321-35031-2.

NORMAN, Donald, Jim MILLER a Austin HENDERSON, 1995. What You See, Some of What's in the Future, And How We Go About Doing It: HI at Apple Computer. *Conference companion on Human factors in computing systems*. **1995**. Dostupné z: doi:10.1145/223355.223477

Our Technology, 2023. In: *Envisics* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://envisics.com/our-technology/>

Partnership with Piëch Automotive for HMI development, 2021. In: *Incari* [online]. Berlin: Incari [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: <https://www.incari.com/partnership-with-piech-automotive-for-hmi-development/>

PETROC, Taylor, 2023. Number of smartphone subscriptions worldwide from 2016 to 2021, with forecasts from 2022 to 2027 (in milions). In: *Statista* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>

RAMNATH, R, N KINNEAR, S CHOWDHURY a T HYATT, 2020. Interacting with Android Auto and Apple CarPlay when driving: The effect on driver performance: A simulator study. In: *IAM RoadSmart* [online]. [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: [https://iamwebsite.blob.core.windows.net/media/docs/default-source/default-document-library/iam-roadsmart-trl-simulator-study\\_infotainment.pdf?sfvrsn=d873495c\\_2](https://iamwebsite.blob.core.windows.net/media/docs/default-source/default-document-library/iam-roadsmart-trl-simulator-study_infotainment.pdf?sfvrsn=d873495c_2)

RAPP TRANS, TNO a TRL, 2015. Study on good practices for reducing road safety risks caused by road user distractions. In: *Publications Office of the European Union* [online]. Brussels: European Commission [cit. 2023-03-01]. Dostupné z: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9391ef99-883f-11e5-b8b7-01aa75ed71a1>

SOLMAN, Nolimo, 2002. Analysis of interaction quality in human-machine systems: applications for forklifts. *Applied Ergonomics* [online]. **2002**(33), 155-166 [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: doi:10.1016/s0003-6870(01)00052-7

The 7 Factors that Influence User Experience, 2021. In: *Interaction Design Foundation* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.interaction-design.org/literature/article/the-7-factors-that-influence-user-experience>

TULLIS, Tom a Bill ALBERT, 2013. *Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics. 2.* Waltham, USA: Elsevier Inc. ISBN 978-0-12-415781-1.

TURNER, Ash, 2022. How many smartphones are there in the world?. In: *BankMyCell* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.bankmycell.com/blog/how-many-phones-are-in-the-world>

Worldwide Car Sales by Manufacturer, 2023. In: *Factory Warranty List* [online]. San Diego: F&I Tools [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: <https://www.factorywarrantylist.com/car-sales-by-manufacturer.html>

ZÁBOJNÍK, Daniel, 2023. Lekce 14 - Základy Adobe Photoshop - Vektorová grafika I. In: *Itnetwork.cz* [online]. [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.itnetwork.cz/photoshop/zaklady/zaklady-adobe-photoshopu-vektorova-grafika-i>

## 8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk

### 8.1 Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozložení automobilového HMI.....	20
Obrázek 2: Palubní deska Fordu Taunus z roku 1958 .....	23
Obrázek 3: Rozdíl mezi UI a UX.....	27
Obrázek 4: Rozdíl mezi rastrovou a vektorovou grafikou.....	28
Obrázek 5: Loga nástrojů pro tvorbu UI.....	29
Obrázek 6: HMI ve vozu Toyota Tundra 2022.....	31
Obrázek 7: Náhled Generation 2 Holographic AR-HUD od společnosti Envisics .....	32
Obrázek 8: Platforma pro vývoj automobilového HMI od společností Incari a Piěch GT ..	33
Obrázek 9: Automobilová aplikace LuLingu od společnosti Luxoft .....	33
Obrázek 10: Optimalizovaný plástový diagram faktorů ovlivňujících UX design .....	36
Obrázek 11: A/B testing .....	45
Obrázek 12: Eye tracking webových stránek – výsledná heat mapa.....	46
Obrázek 13: Eye tracking webových stránek – výsledná sakádová cesta .....	46
Obrázek 14: Srovnání změn v reakčním čase způsobených věnováním se při řízení různým aktivitám .....	51
Obrázek 15: Rozdělení návrhu na společné prvky .....	60
Obrázek 16: Varianty rozložení výchozí obrazovky .....	64
Obrázek 17: Koncept č.1 - grafický návrh.....	65
Obrázek 18: Koncept č.1 - heat mapa.....	66
Obrázek 19: Koncept č.2 - grafický návrh.....	67
Obrázek 20: Koncept č.2 - heat mapa.....	68
Obrázek 21: Koncept č.3 - grafický návrh.....	69
Obrázek 22: Koncept č.3 - heat mapa.....	70
Obrázek 23: Koncept č.4 - grafický návrh.....	71
Obrázek 24: Koncept č.4 - heat mapa.....	72
Obrázek 25: Koncept č.5 - grafický návrh.....	73
Obrázek 26: Koncept č.5 - heat mapa.....	74
Obrázek 27: Wireframe obecného rozložení .....	79
Obrázek 28: Wireframe rozložení kontextu a položek v seznamu .....	80

Obrázek 29: Figma – popis prostředí.....	82
Obrázek 30: Figma – komponenty.....	84
Obrázek 31: HMI Koncept 1 – testovaný grafický návrh.....	87
Obrázek 32: HMI Koncept 1 – kontext s položkami seznamu .....	88
Obrázek 33: HMI Koncept 2 – testovaný grafický návrh.....	89
Obrázek 34: HMI Koncept 2 – kontext s položkami seznamu .....	89
Obrázek 35: HMI Koncept 3 – testovaný grafický návrh.....	90
Obrázek 36: HMI Koncept 3 - kontext s položkami seznamu .....	91
Obrázek 37: UX laboratoř.....	92
Obrázek 38: Metodologie testování.....	99
Obrázek 39: Zobrazení dat z měření distrakce řidiče .....	103
Obrázek 40: HMI Koncept 1.....	104
Obrázek 41: HMI Koncept 2.....	105
Obrázek 42: HMI Koncept 3.....	106
Obrázek 43: Princip měření distrakce řidiče.....	107
Obrázek 44: Příklad záznamu z měření distrakce řidiče.....	108
Obrázek 45: Graf jízdy řidiče při plnění úkolu .....	108
Obrázek 46: Testování HMI konceptu 2 na simulátoru.....	109
Obrázek 47: Finální návrh HMI.....	117
Obrázek 48: Finální návrh HMI – kontext s položkami seznamu .....	118
Obrázek 49: Navržené layouty hlavní obrazovky.....	135

## 8.2 Seznam tabulek

Tabulka 1: Porovnání metod průzkumu UX.....	44
Tabulka 2: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.1 .....	65
Tabulka 3: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.2.....	67
Tabulka 4: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.3.....	69
Tabulka 5: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.4.....	71
Tabulka 6: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.5.....	73
Tabulka 7: Uživatelské hodnocení – HMI Koncept 1.....	113
Tabulka 8: Uživatelské hodnocení – HMI Koncept 2.....	114
Tabulka 9: Uživatelské hodnocení – HMI Koncept 3.....	115

### 8.3 Seznam grafů

Graf 1: Prodaná vozidla v roce 2021 ve světě – TOP 6 značek.....	19
Graf 2: Graf růstu počtu uživatelů chytrých telefonů v průběhu let a predikce .....	25
Graf 3: Porovnání výsledků online průzkumu: "Kolik času trávíte týdně řízení?" .....	62
Graf 4: Porovnání výsledků online průzkumu: "Máte zkušenosti s používáním moderních dotykových obrazovek v autě?" .....	62
Graf 5: Porovnání výsledků online průzkumu: "Jaké jsou podle Vás nejdůležitější funkce dotykové obrazovky, které můžete při řízení potřebovat?" .....	63
Graf 6: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.1 .....	66
Graf 7: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.2 .....	68
Graf 8: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.3 .....	70
Graf 9: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.4 .....	72
Graf 10: Porovnání výsledků online průzkumu: Koncept č.5 .....	74
Graf 11: Porovnání výsledků online dotazníku: "Přišel Vám tento grafický styl intuitivní? Logicky uspořádaný?" .....	75
Graf 12: Porovnání výsledků online dotazníku: "Přišel Vám tento grafický styl přehledný a nebyl matoucí?" .....	76
Graf 13: Porovnání výsledků online dotazníku: "Přišel Vám tento grafický styl atraktivní? Líbil se Vám?" .....	76
Graf 14: Porovnání výsledků online dotazníku: Celkové hodnocení .....	77
Graf 15: Pohlaví testovaných účastníků testováním.....	Graf 16: Zkušenosti s UX .....
.....	100
Graf 17: Zkušenosti testovaných s používáním dotykových obrazovek v autě.....	100
Graf 18: Zájem testovaných o nové technologie .....	100
Graf 19: Card sorting – uživatelské rozdělení funkcí automobilu podle důležitosti .....	101
Graf 20: Průměrný rozptyl od trajektorie při testování.....	109
Graf 21: Průměrná rychlost při testování při testování.....	Graf 22: Průměrný čas trvání úkolu .....
.....	110
Graf 23: Průměrný čas prvního kliku při testování kliků při testování .....	Graf 24: Průměrný počet .....
.....	110



Graf 25: Uživatelské hodnocení – HMI Koncept 1 .....	113
Graf 26: Porovnání uživatelského hodnocení HMI Konceptu 1 se referenčními daty .....	113
Graf 27: Uživatelské hodnocení – HMI Koncept 2 .....	114
Graf 28: Porovnání uživatelského hodnocení HMI Konceptu 2 se referenčními daty .....	114
Graf 29: Uživatelské hodnocení – HMI Koncept 3 .....	115
Graf 30: Porovnání uživatelského hodnocení HMI Konceptu 3 se referenčními daty .....	115

## 8.4 Seznam použitých zkratk

3D – Trojrozměrný

ABT – Středový displej

ACC – Adaptivní tempomat (z angl. „Adaptive Cruise Control“)

CLI – Uživatelské rozhraní s příkazovou řádkou

EU – Evropská Unie

FPK – Displej před řidičem

GSMA – Odvětvová organizace, která zastupuje zájmy operátorů mobilních sítí po celém světě

GUI – Grafické uživatelské rozhraní (z anglického pojmu „Graphical User Interface“)

HMI – Rozhraní člověk-stroj (z anglického pojmu „Human-Machine Interface“)

HUD – Head-up displej

NHTSA – National Highway Traffic Safety Administration

LCD – Displej z tekutých krystalů (z angl. „Liquid Crystal Display“)

OSN – Organizace spojených národů

OSVČ – Osoba samostatně výdělečně činná

PC – Počítač (z angl. „Portable Computer“)

SIM karta – Karta sloužící k identifikaci účastníka v mobilní síti (z angl. „Subscriber Identity Module“)

SUI – Fyzické uživatelské rozhraní (z anglického pojmu „Solid User Interface“)

UX – Uživatelská zkušenost (z anglického pojmu „User Experience“)

UI – Uživatelské rozhraní (z anglického pojmu „User Interface“)

VUI – Hlasové uživatelské rozhraní (z anglického pojmu „Voice User Interface“)

## 9 Přílohy

### 9.1 Struktura online dotazníku

#### 1) Vítací obrazovka

„Vítejte v dotazníku souvisejícím s mou diplomovou prací zaměřenou na grafický styl dotykových obrazovek v autech, které jsou někdy označovány jako infotainment. Děkuji, že jste souhlasili s účastí. Nemělo by to trvat déle než 7 minut. Vaše odpovědi mi pomohou lépe porozumět tomu, jak lidé vnímají různé grafické styly palubních obrazovek v autě.“

#### 2) Kolik času týdně strávíte řízením?

- a) 2 hodiny nebo méně
- b) 2–5 hodin
- c) 5–10 hodin
- d) 10–20 hodin
- e) Více než 20 hodin

#### 3) Máte zkušenosti s používáním moderních dotykových obrazovek v autě?

Tzv. infotainment slouží pro ovládání funkcí automobilu jako je rádio, navigace, nastavení jízdních asistentů atd. Na obrázku je zobrazeno menu jako příklad takové obrazovky infotainmentu

- a) Ne, nikdy jsem nic podobného neviděl/a
- b) Ne, pouze jako pozorovatel
- c) Ano, ale jen zřídka
- d) Ano, používám ho pravidelně

#### 4) Jaké jsou podle Vás nejdůležitější funkce dotykové obrazovky, které můžete při řízení potřebovat?

Vyberte 3 možnosti (seřazeno abecedně, v dotazníku bylo použité náhodné rozdělení, aby nedošlo ke zkreslení výsledků):

- a) Aktuální informace o dopravě
- b) Hovory a SMS
- c) Informace o autě
- d) Jízdní profily
- e) Klimatizace
- f) Média (rádio, hudba)
- g) Nastavení jízdních asistentů
- h) Navigace
- i) Parkovací asistent
- j) Propojení s chytrým telefonem
- k) Uživatelské rozhraní
- l) Webový prohlížeč

Následující dotazová část byla stejná pro všech 5 grafických návrhů, vždy se tedy měnil návrh a následovaly konkrétní dotazy a úkoly. V této části byly využity již zmíněné 5vteřinové testy a Klik testy.

### **5) Test pozornosti #1**

**Podívejte se prosím na následující obrázek po dobu 5 vteřin. Poté Vám bude položeno několik otázek.**

Zde je návod, jak to funguje:

1. Na omezený čas vám bude předložen obrázek nebo návrh.
2. Pokuste se zapamatovat si co nejvíce podrobností o obrázku.
3. Po uplynutí časového limitu vám budou položeny otázky.
4. Tyto otázky se týkají obrázku, který jste právě viděli, a jejich cílem je otestovat, kolik jste si toho dokázali zapamatovat.

Toto není test vašich schopností, neexistují správné nebo špatné odpovědi. To je vše, můžeme začít!

6) Přišel Vám tento návrh intuitivní? Byly funkce rozmístěny podle Vašeho očekávání?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Málo intuitivní			Průměrný				Velmi intuitivní		

7) Přišel Vám tento grafický styl přehledný a nebyl matoucí?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Málo přehledný, matoucí			Průměrný				Velmi přehledný		

8) Přišel Vám tento grafický styl atraktivní? Líbil se Vám?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nelíbil		Průměrný					Velmi líbil		

9) Jak na Vás tento grafický styl působil?

Můžete vybrat více variant

- a) Intuitivní
- b) Klasický
- c) Moderní
- d) Nelogický
- e) Nevýrazný
- f) Nevzhledný
- g) Originální
- h) Vizuálně přívětivý
- i) Zastaralý
- j) Znepokojivý

10) Klik test #1

Potřebujete zjistit průměrnou spotřebu automobilu.

Kde byste hledal/a tuto funkci?

Tento test zaznamená pozici Vašeho kliknutí a pomůže tak určit přehlednost daného grafického designu. Test se ukončí ihned po prvním kliknutí do obrázku, tak nepospíchejte a v klidu si obrázek prohlédněte. Klikněte na tlačítko níže pro zobrazení obrázku.

**Zde končí testovací část pro zmíněných 5 návrhů, následují závěrečné 2 dotazy**

**35) Na základní obrazovce byste preferoval/a spíše?**

Vyberte prosím jednu variantu

- a) Přehlednost – méně informací, funkce vnořené hlouběji do systému
- b) Funkčnost – více funkcí k dispozici i za cenu nepřehlednosti

**36) Pokračování minulé otázky.**

**Jaké rozložení hlavní obrazovky Vám připadá nejlogičtější?**

Během toho průzkumu jste měl/a možnost si prohlédnout několik grafických stylů dotykových obrazovek automobilu. Vyberte prosím jednu variantu hlavní obrazovky, kde se zobrazují různé počty funkcí automobilu. Zvolíte přehlednější variantu jen s pár funkcemi, nebo raději praktickou variantu s více funkcemi ihned k dispozici?



Obrázek 49: Navržené layouty hlavní obrazovky

Zdroj: Vlastní zpracování

### 37) Děkuji, to je všechno!

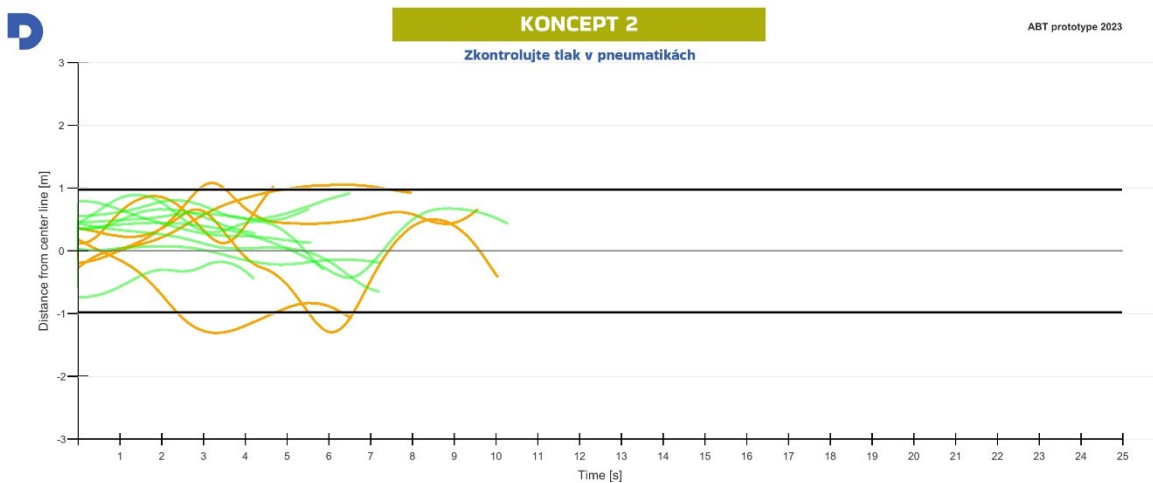
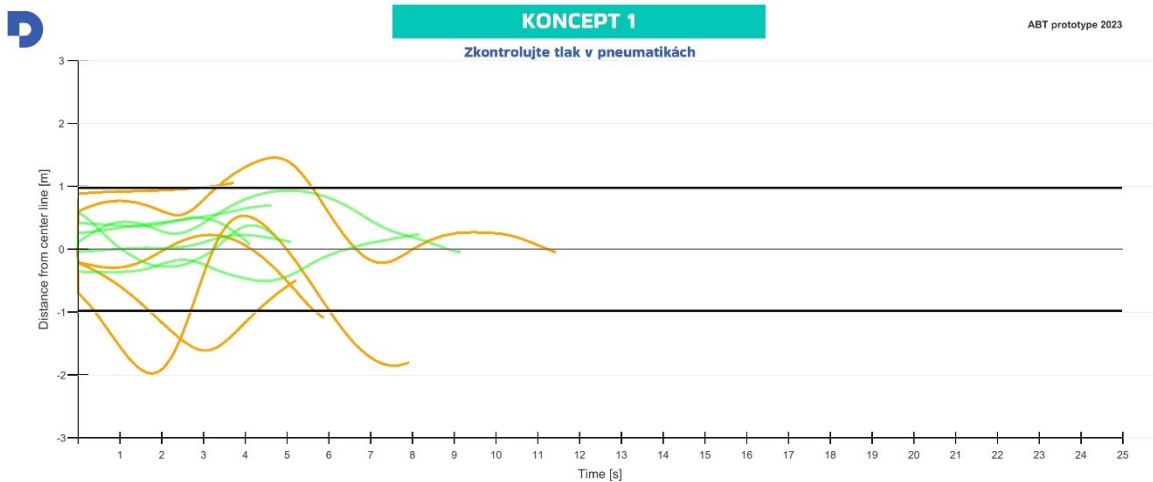
Všechno jste dokončil/a, super! Děkuji Vám ještě jednou za účast. Váš názor je pro mě velmi důležitý, díky Vám můžu lépe pochopit, jak lidé vnímají různé grafické styly a rozložení dotykových obrazovek.

Teď můžete opustit tuto stránku nebo zavřít toto okno.

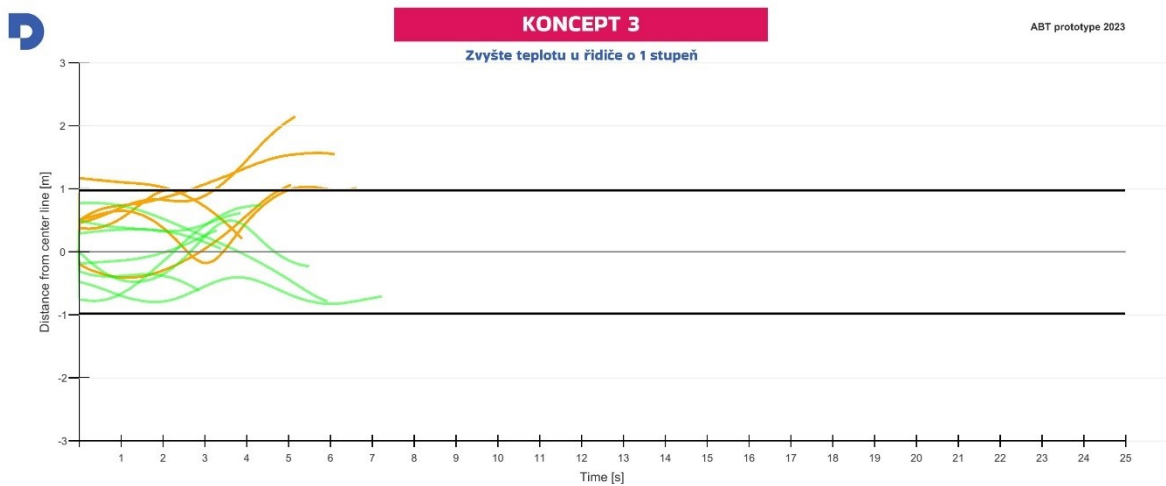
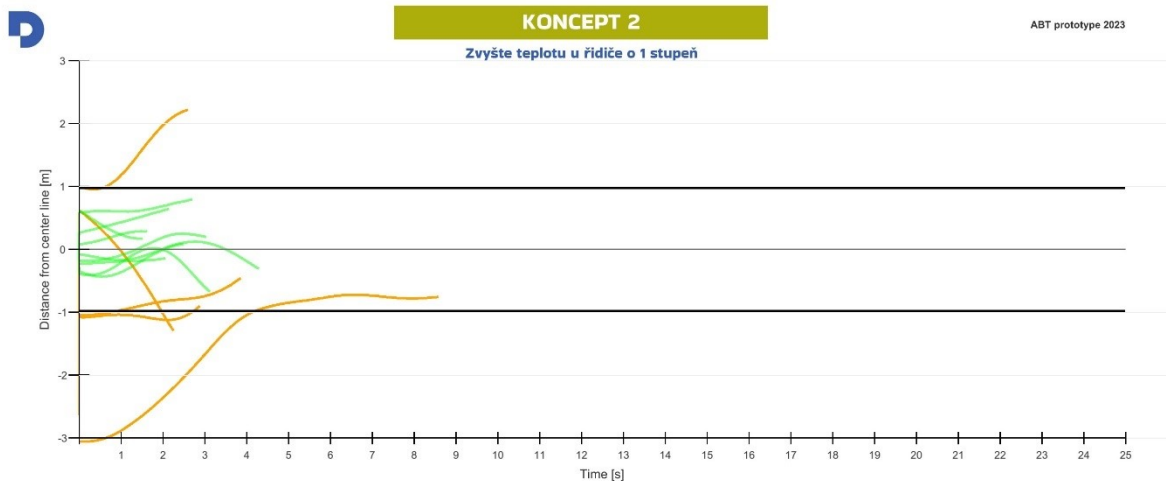
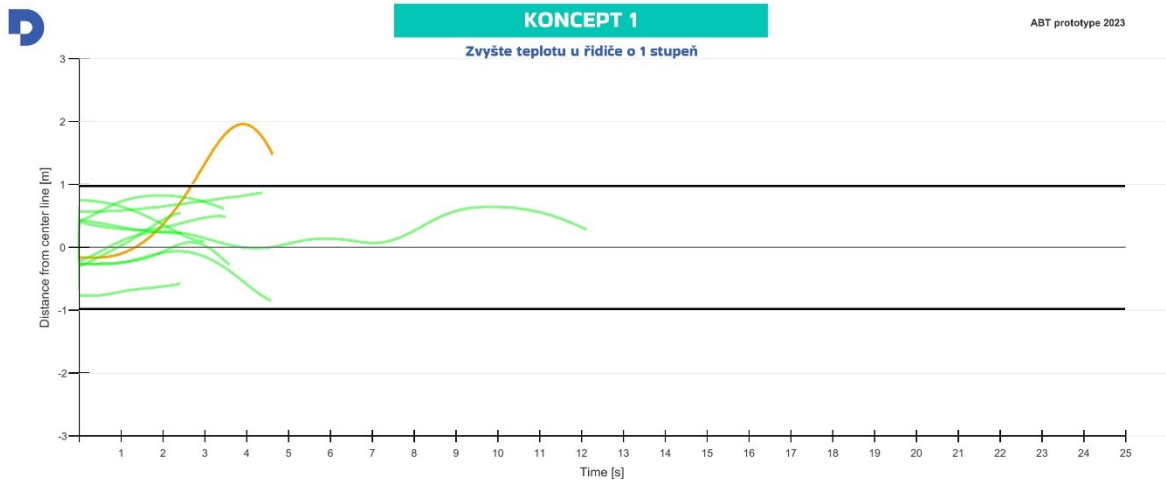
## 9.2 Grafy z měření distrakce řidiče – záznam jízdy při plnění úkolu

Zdroj: Výstup z programu pro měření distrakce, vlastní zpracování

### 1. Úkol: Zkontrolujte tlak v pneumatikách

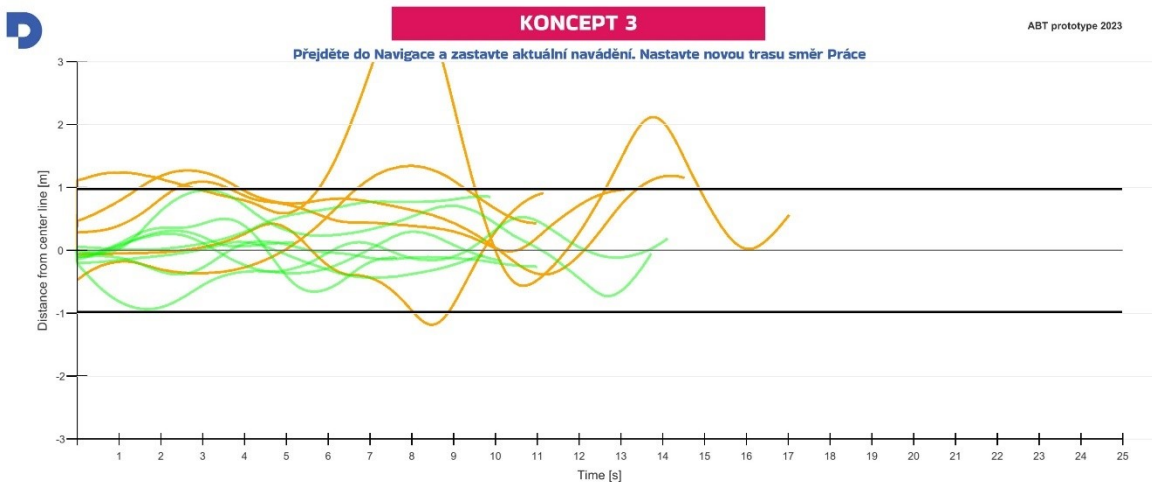
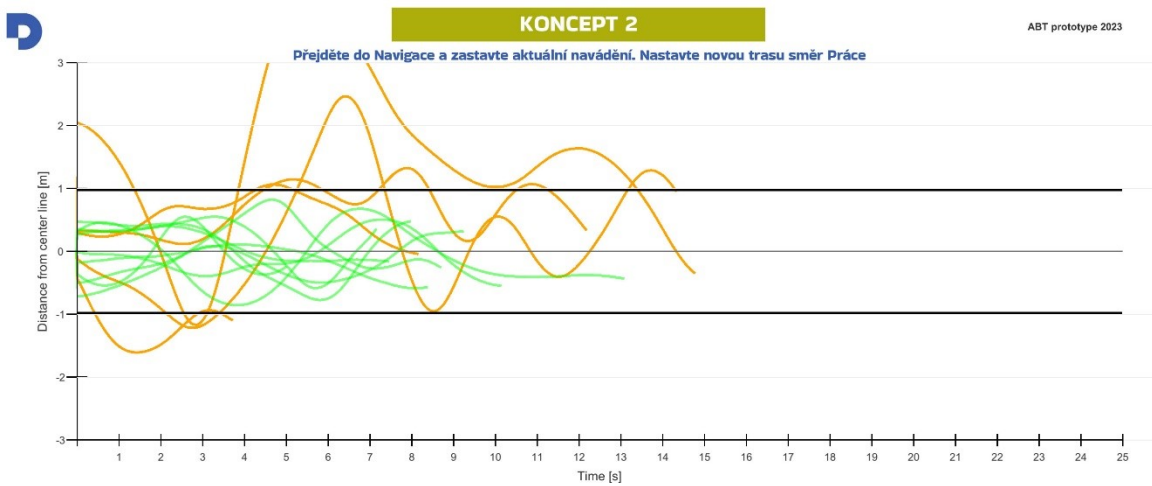
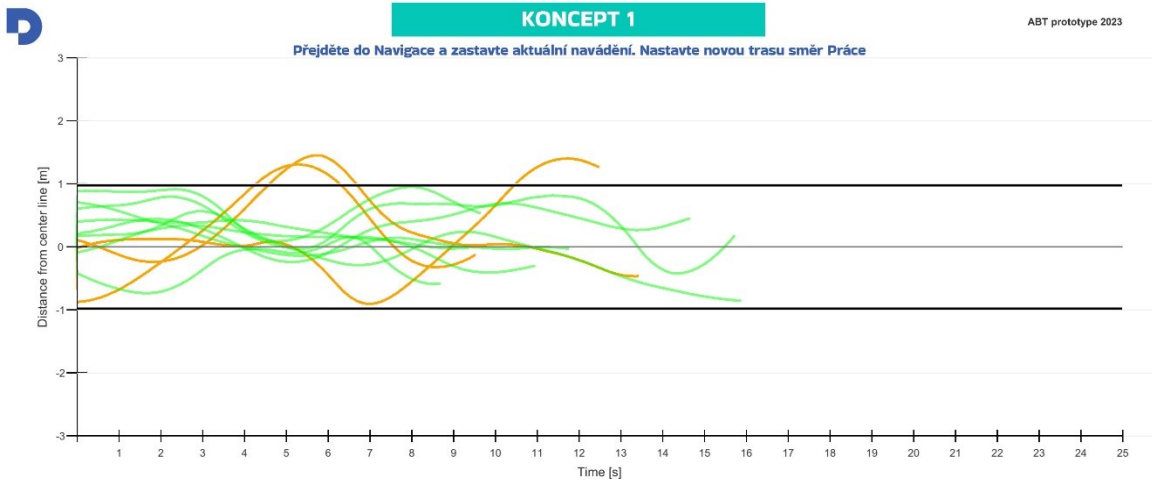


## 2. Úkol: Zvyšte teplotu u řidiče

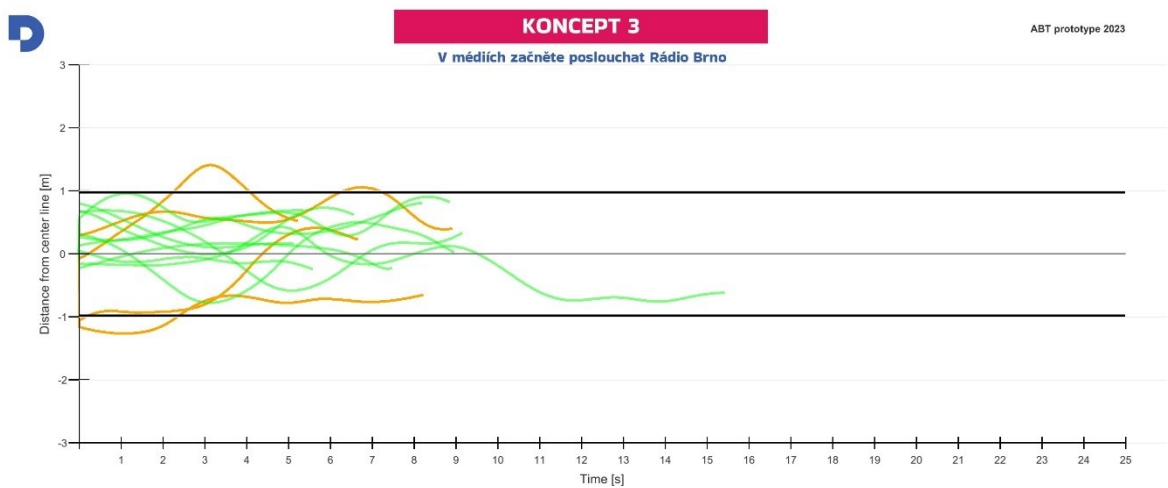
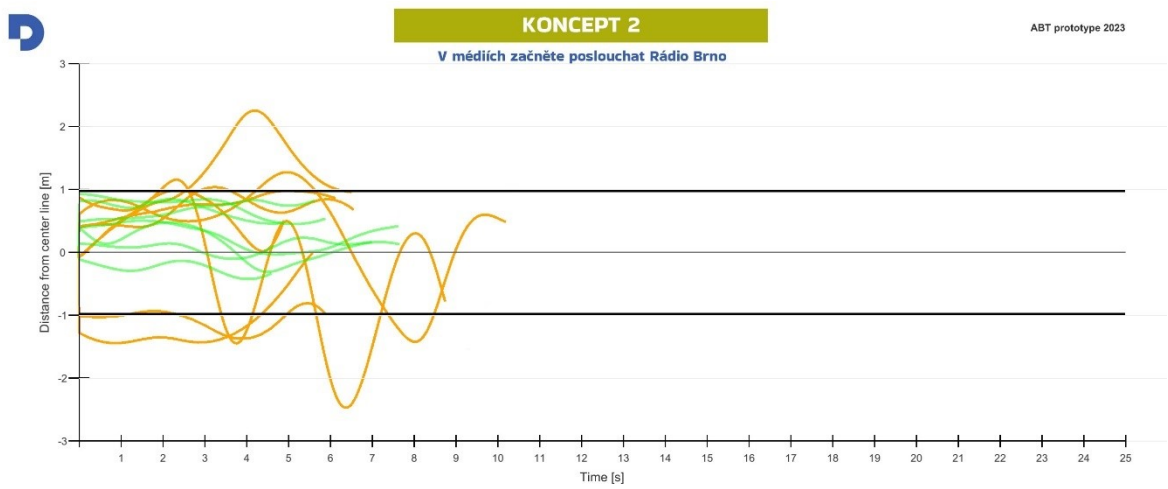
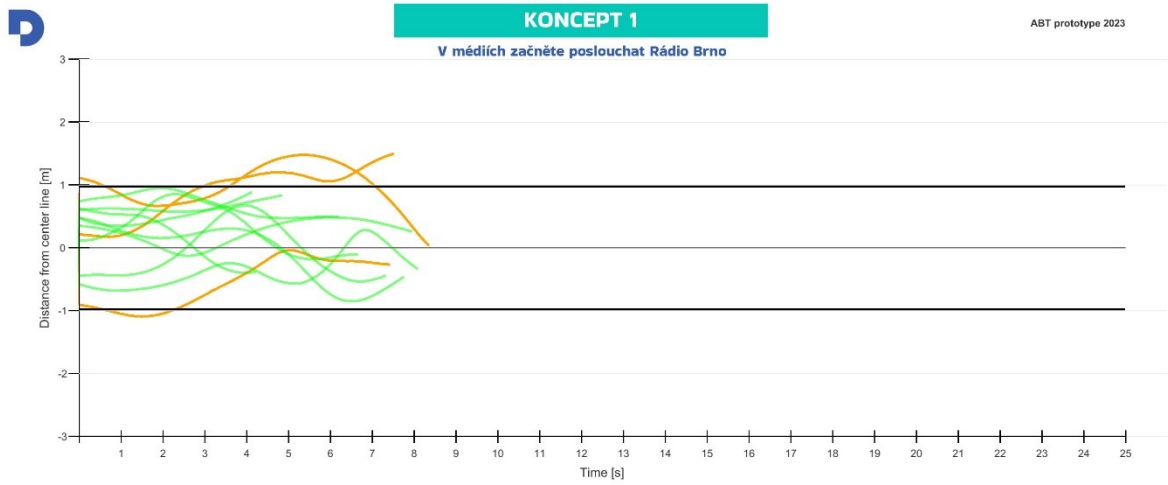




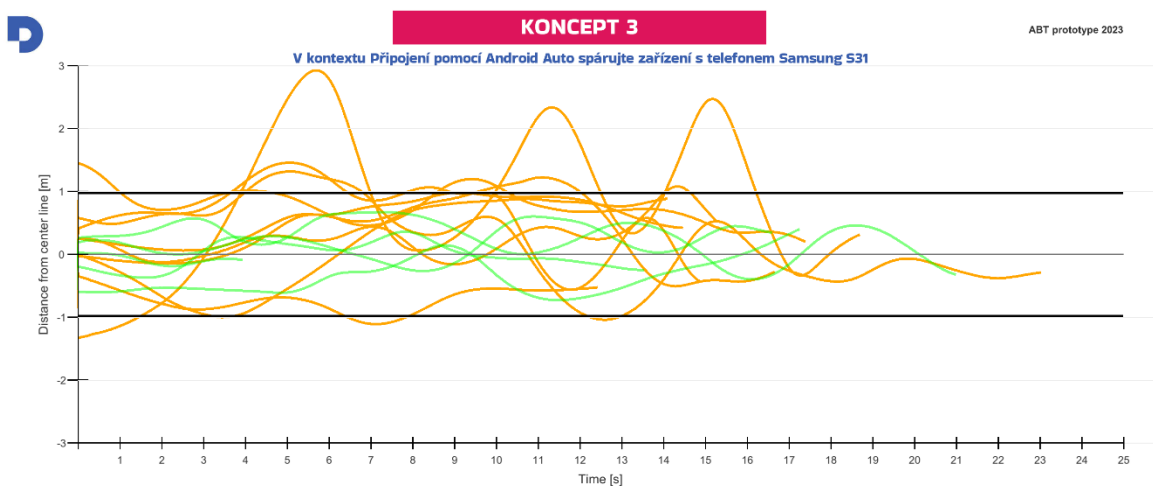
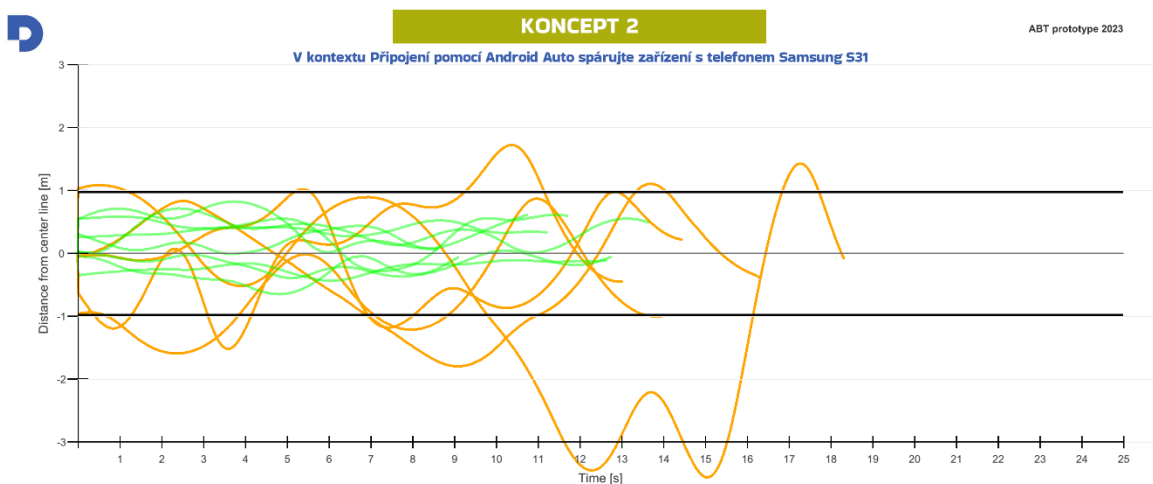
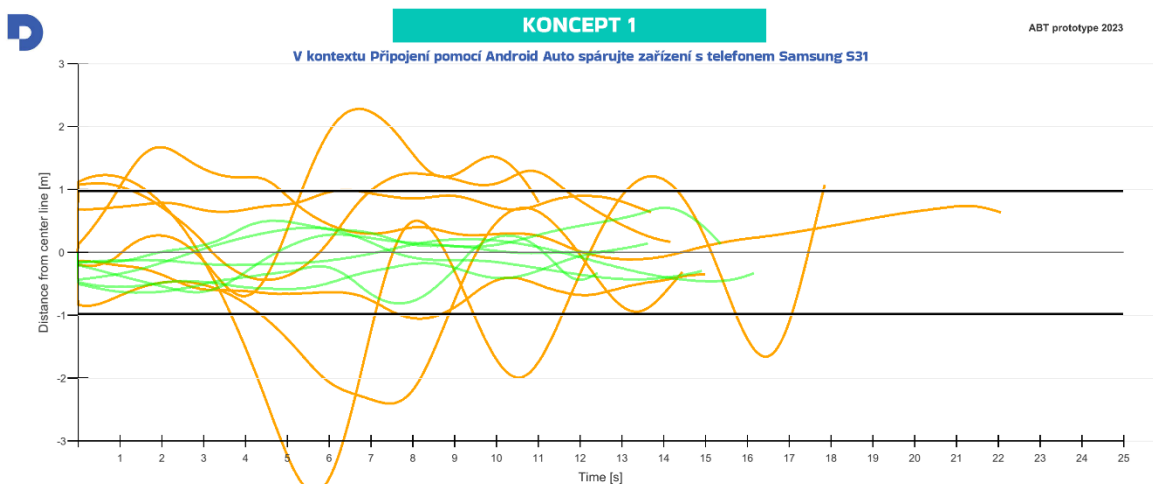
3. Úkol: Přejděte do Navigace a zastavte aktuální navádění. Nastavte novou trasu směr Práce



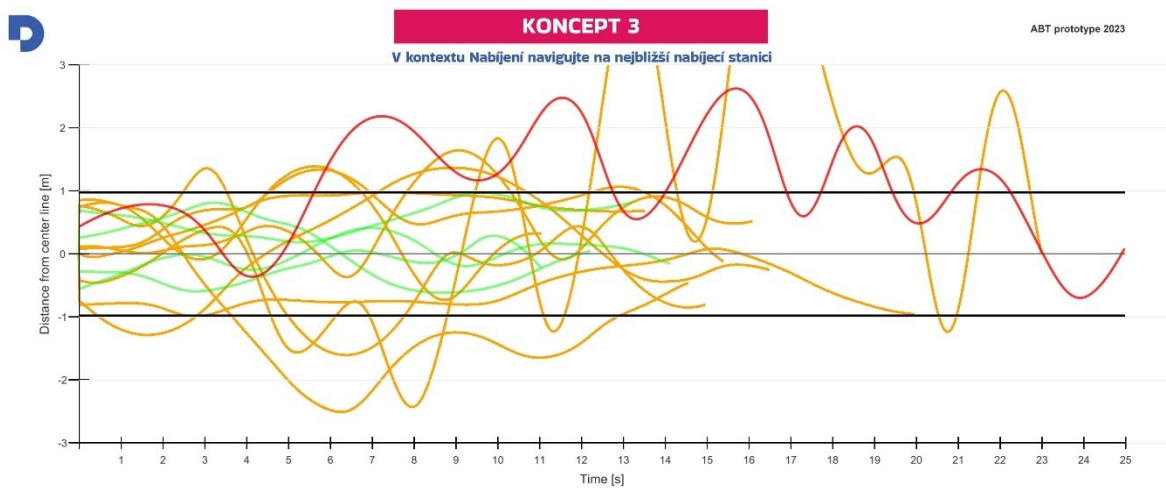
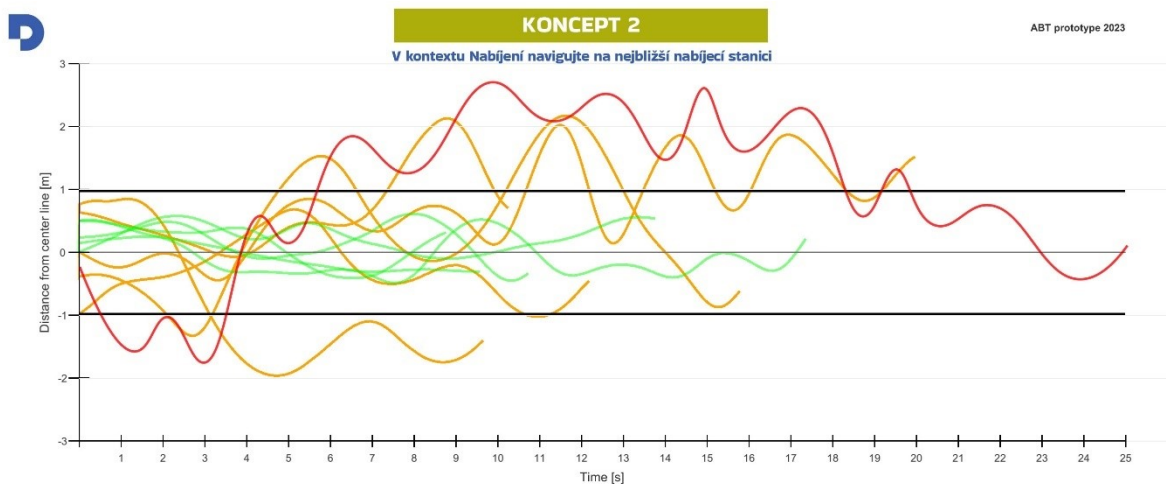
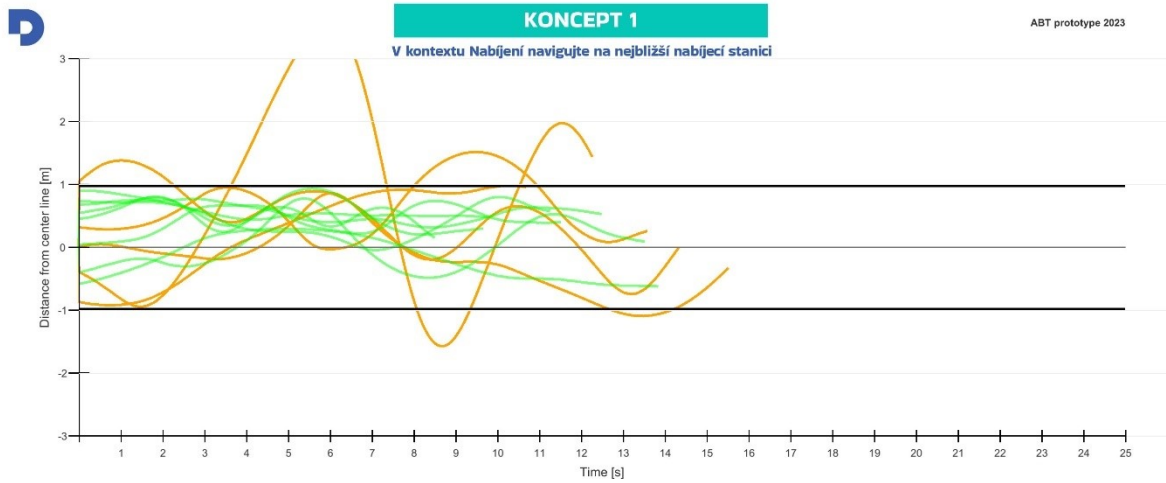
#### 4. Úkol: V médiích začněte poslouchat Rádio Brno



5. Úkol: V kontextu Připojení pomocí Android Auto spárujte zařízení s telefonem Samsung S31



## 6. Úkol: V kontextu Nabíjení navigujte na nejbližší nabíjecí stanici



## 7. Úkol: V Nastavení změňte jazyk na němčinu

