

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra informačního inženýrství



Bakalářská práce

**Návrh uživatelského rozhraní ovládacího panelu smart
automobilu**

Matěj Hložánek

© 2022 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Matěj Hložánek

Systémové inženýrství a informatika
Informatika

Název práce

Návrh uživatelského rozhraní ovládacího panelu smart automobilu

Název anglicky

User Interface Design of an In-Vehicle Control Panel

Cíle práce

Cílem práce je zhodnocení a popis nedostatků současných informačních systémů používaných v automobilech a následné vytvoření návrhu uživatelského rozhraní informačního systému společně s jeho ovládacími prvky, který zvýší efektivitu interakce s automobilem. Zvýšení efektivity je nepřímo úměrné času a množství pozornosti potřebné na ovládání systému.

Metodika

Metodika bakalářské práce je založena na podrobné analýze informačních automobilových systémů, která bude provedena zpracováním informací získanými studiem odborné literatury a již existujících softwarových řešení. Na základě této analýzy bude možné porovnat jednotlivé systémy a jejich ovládací prvky, definovat efektivitu užívání a upozornit na případné nedostatky daných řešení. S přihlédnutím k těmto nedostatkům a k získaným informacím bude vytvořen efektivní návrh informačního systému. Tento návrh bude následně podroben kvalitativnímu testování na vybraném vzorku respondentů, na jehož výsledku bude provedeno celkové hodnocení.

Doporučený rozsah práce

30-40

Klíčová slova

design, automobil, ovládací panel, infotainment, uživatelské rozhraní, UI

Doporučené zdroje informací

GALITZ, W O. *The essential guide to user interface design : an introduction to GUI design principles and techniques*. Indianapolis: Wiley, 2007. ISBN 978-0-470-05342-3.

JOHNSON, Jeff. *Designing with the Mind in Mind: Simple Guide to Understanding User Interface Design Guidelines* [online]. San Francisco: Elsevier Science & Technology, 2014;2013;. ISBN 0124079148;9780124079144;.

MEIXNER, Gerrit a Christian MÜLLER. *Automotive User Interfaces: Creating Interactive Experiences in the Car* [online]. Cham: Springer International Publishing AG, 2017. ISBN 3319494473;9783319494470;.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Josef Pavlíček, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra informačního inženýrství

Elektronicky schváleno dne 1. 11. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 11. 2021

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 15. 03. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Návrh uživatelského rozhraní ovládacího panelu smart automobilu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 15.3.2022

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Josefu Pavlíčkovi Ph.D. za vedení práce a vstřícnost při konzultacích, společnostem SIXT Franchisee; Speed Lease a.s. a NH Car, s.r.o. za poskytnutí a umožnění otestování vozidel a všem, co se podíleli na testování vlastního návrhu za jejich čas a ochotu spolupracovat

Návrh uživatelského rozhraní ovládacího panelu smart automobilu

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá analýzou a testováním současných uživatelských rozhraní ovládacích panelů automobilů, návrhem vlastního řešení ovládacího panelu smart automobilu a jeho následným testováním.

Teoretická část popisuje problematiku návrhů současných řešení, která se spočívá zejména ve vysokém množství zobrazovaných informací. Tato část dále definuje přístupy návrhu, které mají pozitivní vliv na bezpečnost používání automobilového ovládacího panelu a vztah navrhování infotainmentu se sdílením vozidel a popisuje důvody, proč špatně navržený ovládací panel může být pro potenciální uživatele služeb sdílení vozidel překážkou. Dále jsou v této části vymezeny pojmy týkající se interakčního designu a jeho testování.

V praktické části jsou analyzována a otestována existující řešení pěti odlišných ovládacích panelů automobilů, které prezentují různé přístupy k navrhování kabinového prostoru. Testování proběhlo pomocí Hickova zákona, který stanovuje dobu potřebnou na zpracování informace na obrazovce. Dále jsou definovány pozitivní a negativní stránky jednotlivých řešení. Na základě výsledků testování je vypracován logický design vlastního návrhu uživatelského rozhraní ovládacího panelu, jehož hlavním cílem je snížení množství informací, které musí uživatel během jízdy zpracovávat a vytvoření jednoduchého a rychle pochopitelného prostředí. Vlastní návrh byl otestován skupinou uživatelů, aby byla ověřena jeho použitelnost a následně porovnán s existujícími řešeními testováním pomocí Hickova zákona. Výsledné hodnoty testu vlastního řešení byly velmi pozitivní a vlastní návrh vyniká oproti existujícím řešením zejména v konzistenci nízkého počtu zobrazovaných informací na jednotlivých vrstvách systému.

Klíčová slova: design, automobil, ovládací panel, infotainment, uživatelské rozhraní, UI, car sharing, Hick's law

User Interface design of an In-Vehicle Control Panel

Abstract

This bachelor's thesis deals with analysing and testing of the currently existing user interfaces of in vehicle control panels, designing and presenting own design and it's followed up testing.

The theoretical part of the thesis describes the problematics of the currently used methods which consists mainly in presenting a large amount of information to a user. This part further defines ways of designing interfaces, that have a positive effect on driving safety and also describes the relationship between car infotainment design and car sharing and how the user is affected by a badly designed control panel, when choosing to use car sharing services. This part also includes terms describing the field of interaction design and the ways how designed interfaces can be tested.

The practical part analyses and tests five existing solutions of in vehicle control panels and defines positives and negatives in these designs. Testing was done based on the Hick's law that explains how much time user needs to understand a certain amount of information. Then there was a custom design created based on the results of the previously conducted test. The focus of the custom design is to present an interface which is easy to understand and shows lower amount of unnecessary and distractive information in comparison to the current designs. The custom design is then tested with users to ensure usability of the design and then is tested with use of the Hick's law. The results of the custom design are very positive and in comparison to the current designs the custom design offers more consistency in requiring less time to process the presented information on all levels of the system.

Keywords: design, car, vehicle, control panel, infotainment, user interface, UI, car sharing, Hick's law

1 OBSAH

2	Úvod.....	11
3	Cíl a metodika.....	12
4	Teoretická část.....	13
4.1	Ovládací panel.....	13
4.1.1	Infotainment.....	13
4.1.2	Android auto a Apple CarPlay.....	15
4.1.3	Ovládací prvky a displej.....	16
4.1.4	Head-up a Head-down displej.....	18
4.2	Informační přetížení.....	19
4.3	Smart mobilita.....	20
4.4	Car sharing.....	21
4.5	Interakční design.....	22
4.5.1	Způsoby testování.....	23
4.5.2	Low fidelity model.....	24
4.5.3	Hi fidelity model.....	24
5	Vlastní práce.....	25
5.1	Záměr.....	25
5.2	Analýza současných systémů.....	26
5.2.1	Metody.....	26
5.2.1.1	Matematický model (Hick's Law).....	26
5.2.2	Uživatelské rozhraní (předmět zkoumání).....	27
5.2.2.1	Vrstvy zařazené do testování a jejich usecase.....	27
5.2.3	Popis testovaných částí vozidel.....	30
5.2.3.1	1 Mercedes Benz GLB.....	30

5.2.3.2	2 Range Rover Velar	31
5.2.3.3	3 Volkswagen Golf	33
5.2.3.4	4 Volkswagen ID4	34
5.2.3.5	5 Tesla Model 3	35
5.2.4	Testování	36
5.2.5	Výsledky a jejich interpretace	37
6	Vlastní návrh	43
6.1	Přínosy existujících řešení	43
6.2	Návrh	44
6.3	Testování použitelnosti	46
7	Porovnání výsledků	47
7.1	Výsledky a diskuse	47
7.1.1	Vlastní návrh	47
7.1.2	Existující řešení	48
8	Závěr	50
9	Reference	51
10	Seznam obrázků	57
11	Seznam grafů	57
12	Odkaz na prototyp	57
13	Přílohy	58
13.1	Vlastní návrh	58

2 ÚVOD

Informační systémy doprovází automobilový průmysl už několik dekad a zejména v posledním desetiletí se staly nedílnou součástí nejen prémiových automobilů. Společně s vývojem technologií se zásadně změnil interiér vozidla i způsob, jakým s automobilem může uživatel interagovat. Elektrifikace jednotlivých součástí způsobila, že od manuálních ovládacích prvků se obecný trend řešení uživatelského rozhraní posunul k interakci s počítačem, skrze který se daný úkon vykoná, či je požadavek kompletně automatizován a uživatel ani nemá důvod se danou technologií zabývat (např. automatické rozsvícení světel). Obecně lze konstatovat, že celková tendence zjednodušování vede k menším nárokům na pozornost uživatele, což je žádoucí, neboť řidič tak může věnovat více pozornosti okolnímu provozu, místo interakce s ovládacími prvky. Nicméně součástí vývoje je také implementace nových technologií, případně technologií, které jsou koncepcí diametrálně odlišné od původních požadavků na návrh kabinového prostoru. To spolu se snahou šetřit prostředky na výrobu vedlo k vytváření komplikovaných systémů a ovládacích prvků, které se snažily jen obohatit předchozí řešení o nové funkce, bez větší pozornosti na uživatelskou přívětivost. Proto se často potýkáme s řešeními, které spolu nesou nelogické nebo neintuitivní řešení pro danou problematiku a nedochází tak ke zjednodušení používání vozidla, nýbrž k přesnému opaku. Uživatel je tak nucen trávit více času sledováním obrazovky ve vozidle nebo zkoumáním ovládacích prvků místo sledování okolí.

Problematika komplikovaného návrhu uživatelského rozhraní se negativně promítá také do snahy o implementaci alternativních způsobů používání automobilů, které jsou šetrnější k životnímu prostředí; carsharing, sdílení aut, kdy je pro uživatele zásadní rychlé pochopení systému. Na návrh systému, který je snadno pochopitelný a přitom neeliminuje funkce současných ovládacích panelů se tato bakalářská práce zaměřuje.

3 CÍL A METODIKA

Cílem práce je zhodnocení a popis nedostatků současných informačních systémů používaných v automobilech a následné vytvoření návrhu uživatelského rozhraní informačního systému společně s jeho ovládacími prvky, který zvýší efektivitu interakce s automobilem. Zvýšení efektivity je nepřímo úměrné času a množství pozornosti potřebné na ovládání systému.

Metodika bakalářské práce je založena na podrobné analýze informačních automobilových systémů, která bude provedena zpracováním informací získanými studiem odborné literatury a již existujících softwarových řešení. Na základě této analýzy bude možné porovnat jednotlivé systémy a jejich ovládací prvky, definovat efektivitu užívání a upozornit na případné nedostatky daných řešení. S přihlédnutím k těmto nedostatkům a získaným informacím bude vytvořen efektivní návrh informačního systému. Tento návrh bude následně podroben kvalitativnímu testování na vybraném vzorku respondentů, na jehož výsledku bude provedeno celkové hodnocení.

4 TEORETICKÁ ČÁST

Interakce člověka s automobilovým systémem je velmi starou disciplínou. S příchodem moderních technologií se zvyšuje množství informací, které řidič musí zpracovávat a je narušena uživatelská schopnost soustředit se na řízení a být obezřetný ke svému okolí. Proto by měla interakce člověka s automobilem zabírat co nejméně pozornosti, aby se řidič dokázal soustředit i na ostatní aspekty řízení.(1) Efektivita interakce je úzce spojena s návrhem kabinového prostoru v automobilu. Uživatelské rozhraní má tak své bariéry tvořené historickými konvencemi, které jsou zejména z důvodu vztahu k tradici stále klientely zachovávány převážně dlouholetými tradičními výrobci automobilů. Designéři se snaží dodržovat již zavedený koncept ovládání, na které je zákazník zvyklý a následně se až od něj odvíjí jakákoli inovace.(2) Případně se jedná o bariéry tvořené ekonomickými rozhodnutími, neboť nový návrh a vývoj kompletního interiéru, včetně všech ovládacích prvků, je finančně velmi náročný. Pochopitelně interiér musí odpovídat bezpečnostním homologačním nařízením či technologickým možnostem výroby, takže svoboda navrhování maximálně intuitivních řešení je do značné míry omezená.(2)

Trend nově nastupující generace automobilů se ustálil na použití obrazovky sloužící k proniknutí do funkcí informačního systému. Ta je doprovázena sekundárním zařízením, které umožní infotainment ovládat, případně je systém vybaven rozpoznáváním jednoduchých slovních povelů, pomocí kterých lze určité funkce ovládat pomocí řeči.

4.1 OVLÁDACÍ PANEL

Mluvíme-li o ovládacím panelu vozidla, míníme tím panel tvaru písmene „T“, který prochází kabinou osobního automobilu. Jeho součástí jsou nejen primární a sekundární ovládací prvky, které nám zprostředkují interakci s infotainmentem, ale také výdechy klimatizace nebo prvky sloužící k ovládání řízení automobilu, kterými jsou například volant, volič stupně převodovky, nebo ovladač aktivace ruční brzdy.(3)

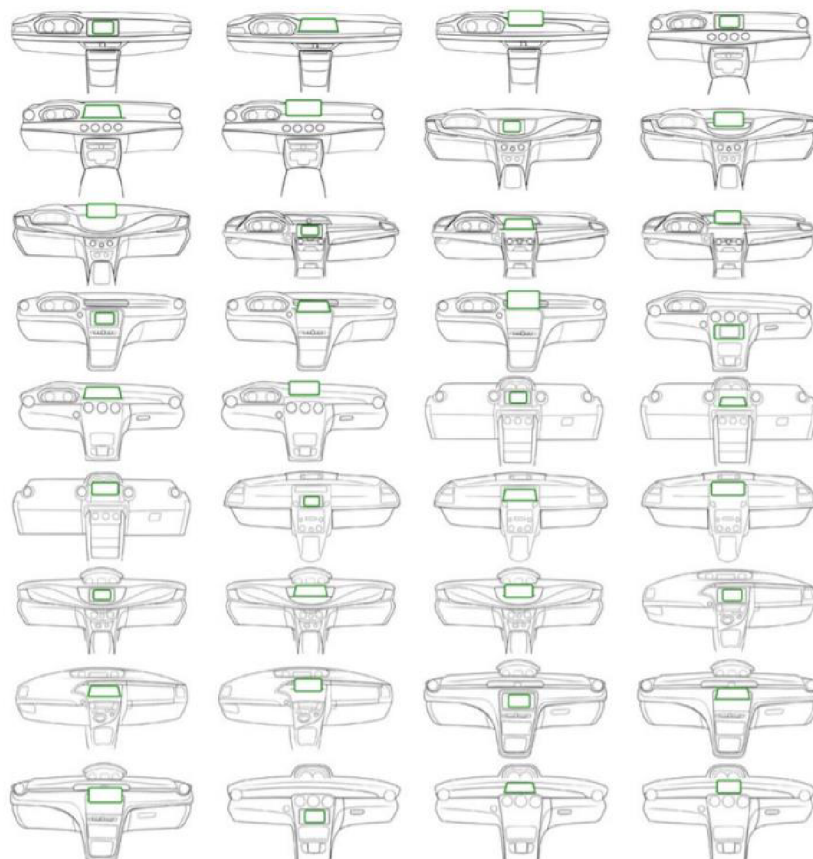
4.1.1 Infotainment

Infotainmentem rozumíme informační a zábavní palubní systém (z anglického jazyka kombinace slov information a entertainment). V moderních automobilech je zobrazován na displeji o velikosti dvou až dvaceti palců, který je zpravidla doplněn dotykovou obrazovkou

a ta společně s dalšími ovládacími prvky vytváří uživatelské rozhraní.(3) Příklady umístění infotainmentu se nachází na Obrázek 1.

Cílem tohoto systému je především splnit požadavky na poskytnutí informací; jedná se o informace o statistikách vztahujících se k provozu vozidla, jako je například spotřeba paliva nebo elektrické energie, souhrn informací o technickém stavu vozidla, navigační informace spolu se stavem dopravy v okolí, nebo informace o počasí.(4) V některých případech infotainment slouží také k zobrazení základních jízdních informací, kterými jsou například aktuální rychlost vozidla, zařazený převodový stupeň nebo stav zbývajících paliva či elektrické energie. Může také sloužit k zobrazení prostředků, pomocí kterých může automobil asistovat řidiči. Takovou informací je například zobrazení rozpoznané dopravní značky, stav asistence jízdy v jízdním pruhu, nebo zobrazení rozpoznání překážky či jiného vozidla.(4)

Dalším závazkem tohoto systému je zprostředkovat uživateli ovládání rádia, umožnit připojení mobilního telefonu. Můžeme také vidět použití jiných multimediálních elementů,



Obrázek 1 Ukázka různých typů ovládacích panelů se zvýrazněnou obrazovkou sloužící k zobrazení infotainmentu. (zdroj:(2))

kterými je dnes i sledování filmů či jejich streamování skrze nejrůznější platformy. Součástí infotainmentu je také tradičně možnost využití mobilního zařízení skrze aplikace Android Auto či Apple CarPlay.

Zobrazované informace můžeme rozdělit do dvou kategorií, podle nezbytnosti zobrazení k řízení automobilu na základní a rozšířené. Základními zobrazenými informacemi jsou informace o rychlosti, stavu paliva, jakákoli informace o technickém stavu vozidla, jako indikátor směrových světel, indikátor zatažení ruční brzdy, či chybová hlášení. Mezi základní zobrazené informace můžeme zařadit také čas, počet najetých kilometrů a v případě vozidla se spalovacím motorem a manuální převodovkou také informace o otáčkách motoru. Všechny další informace jsou součástí rozšířených informací, tedy takových, které nejsou bezprostředně nutné k bezpečnému provozování vozidla.

4.1.2 Android auto a Apple CarPlay

Android Auto a Apple CarPlay jsou technologie zprostředkovávající uživateli zrcadlení obrazovky na displej sloužící k zobrazení infotainmentu. Mají za cíl přenést vyhledávané funkce chytrých telefonů do infotainmentu a omezit tak přímou interakci člověka s jeho mobilním zařízením při ovládání automobilu. Mobilní zařízení po připojení vytvoří uživatelské rozhraní, umožňující používání některých aplikací, na které je uživatel zvyklý ze svého mobilního telefonu a přináší tak pokročilé funkce i do infotainmentu s omezenými vlastnostmi. Tím jsou myšleny funkce, jako například připojení k internetu, možnost využívání hlasového asistenta či přístup do online hudebních knihoven. Další užitečnou funkcí je synchronizace kontaktů a služeb používajících textové zprávy. Komunikační funkce jako telefonování nebo možnost předčítání a diktování zpráv, které se pomocí rozpoznávání hlasu převedou na textové, je tak jednou z běžně nabízených vlastností technologií Apple CarPlay i Android Auto. V infotainmentech automobilových výrobců se s podobnou úrovní hlasového asistenta setkáme velmi zřídka. (5, 6)

Obecně obě tyto technologie mají velice žádoucí efekt na uživatelskou přívětivost a bezpečnost a hlavním důvodem je uniformita uživatelského rozhraní. Přímá vazba na uživatelské prostředí, na které je řidič zvyklý ze svého mobilního telefonu má za následek nižší úroveň rozptýlení řidiče a umožní tak vyšší míru pozornosti na řízení a sledování okolního provozu. Interakce s tímto uživatelským rozhraním je velmi podobná operačním systémům, se kterými se setkáváme v chytrých telefonech, a to z hlediska logického

i grafického designu. Další výhodou je přenosnost těchto technologií. Jedná se o velmi jednoduchou možnost, jak přenést do jiného vozidla nejen své kontakty, ale také uložená oblíbená místa v mapě, přenos hudební knihovny, a to vše se stejně vypadajícím prostředím bez ohledu na vozidlo, ve kterém je právě telefon připojen, což přispívá k celkovému klidu řidiče. Další výhodou je cenová dostupnost. Na dnešním trhu nalezneme infotainmenty, které tyto služby podporují i u vozidel z nižší cenové kategorie a její používání se stalo poměrně dostupné.(6)

Hlavními nevýhodami těchto technologií je nemožnost ovládnutí veškerých funkcí, nutnost využívání chytrého telefonu a stabilita těchto služeb.(5) Prozatím tyto technologie nejsou kompletně propojeny s informačním systémem automobilu, slouží tedy vždy jako nástavba nad softwarem použitým výrobcem. Uživatel nemá možnost skrze tyto služby proniknout k ovládnutí funkcí automobilu (jako například ovládnutí klimatizace), ale je nucen opustit rozhraní aplikace a následně se k ní znovu vrátit. Podobně je to s informacemi, které jsou vázané na konkrétní vozidlo, jako například spotřeba energie či paliva. Celá interakce se systémem se tak stává zejména v nepokročilých infotainmentech nepříjemná a vede k náhlým zásekům či dokonce pádům aplikace, což je nežádoucí a způsobuje to nepříjemné rozptylování řidiče.(7)

4.1.3 Ovládací prvky a displej

Ovládacími prvky infotainmentu rozumíme takové prvky, které nám umožní interakci s palubním systémem. (6) Z historického hlediska se jednalo nejčastěji o ovládací prvky v podobě tlačítek, spínačů či táhel, která byla mechanicky napojena na ovládanou součást vozidla. Dnes je primárním ovládacím prvkem dotyková obrazovka, která je komplementována sekundárním ovládnutím, neboť je častým argumentem právě vysoká míra rozptýlení uživatele při používání dotykové obrazovky jako jediného ovládacího prvku. Neexistuje jednotné řešení a na trhu vidíme různé přístupy k řešení interakce člověka s počítačem, v tomto případě s infotainmentem. Hardwarová tlačítka se nejčastěji používají na ovládnutí funkcí automobilu, které vyžadují snadnou a rychlou přístupnost; ovládnutí výstražných světel, vyhřívání sedadel nebo ovládnutí oken, nastavení zpětných zrcátek a další podobné funkce. (4) Pro ovládnutí infotainmentu se hardwarová tlačítka používají jen zřídka a jako sekundární ovládací prvek je nejčastěji k vidění použití touchpadu, nebo otočného ovladače, umístěného na panelu mezi sedadly řidiče a spolujezdce, nebo ovládnutí na volantu, případně kombinace těchto způsobů ovládnutí.(2) Díky těmto sekundárním ovládacím

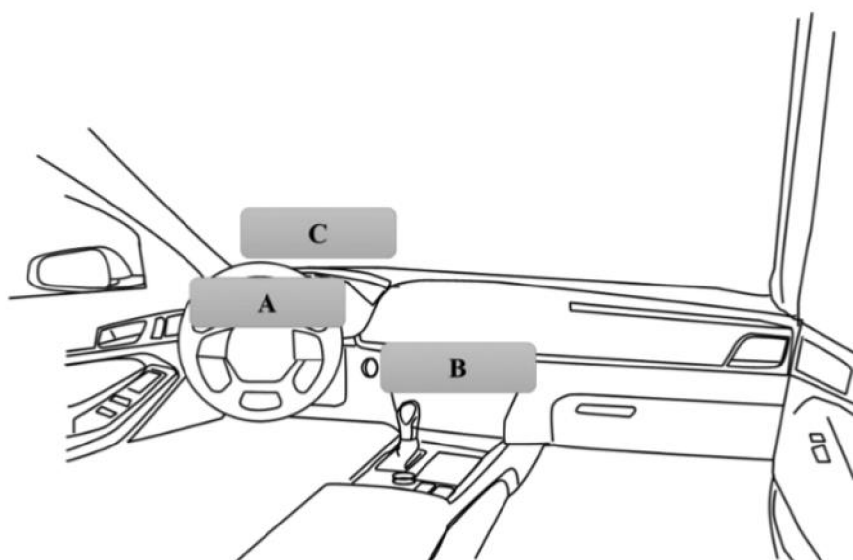
prvkům může uživatel navigovat skrze infotainment a využívat tak jeho funkce bez nutnosti dotýkání se obrazovky, což vede ke snížení času, který je řidič nucen věnovat pozorování systému, respektive k menšímu rozptýlení řidiče. Užitečná je zejména plnohodnotná zpětná vazba ve formě vibrací nebo odporu rotačního ovladače. V případě ovládání na volantu je důležitou výhodou i fakt, že je řidič stále připraven bezpečně manévrovat obouručním ovládáním.(8)

Problém interakce s dotykovou obrazovkou, respektive vyžadování vysoké míry pozornosti při jejím používání, je často také důsledkem neintuitivního designu, který vychází z přenesení prvku jako je hardwarové tlačítko do digitální podoby bez větších úprav.(9) Tento postup vidíme zejména u vozidel nižších cenových kategorií. Výsledkem je ovládací panel, který není optimalizovaný pro dotykové použití a nevyužívá kompletního potenciálu obrazovky, místo usnadnění interakce tak dojde k jejímu zkomplikování. Dotyková obrazovka však zůstává jedním z nejvíce preferovaných způsobů interakce s palubním systémem.(8) Přestože vyžaduje na rozdíl od hardwarových tlačítek vždy více vizuální pozornosti, orientace a rychlost interakce s tímto typem ovládacího prvku je oproti všem zmíněným rychlejší a v některých případech přesnější; například při používání mapy, nebo navigace v delších seznamech ikon či textu.

Velkou výhodou dotykové obrazovky je zkušenost uživatele se stejnou technologií i mimo automobil. (8) Uživatelé, kteří používají moderní automobily jsou zpravidla uživateli chytrého telefonu či jiného chytrého zařízení a jeho prostředí jim je blízké. Jedná se například o pozici hodin na displeji na horní hraně nebo interakce s mapou pomocí gest dvěma prsty „pinch to zoom“. Problémem zůstává fakt, že výrobci této výhody nevyužívají při navrhování uživatelského rozhraní zdaleka tak často, jak se nabízí. Infotainmenty tak tvoří vedle operačních systémů počítačů a mobilních telefonů další entitu, která má své vlastní způsoby ovládání namísto aplikování již zavedených a uživateli známých postupů ovládání. (8, 10)

4.1.4 Head-up a Head-down displej

Společně s vývojem infotainmentů, které se zobrazují zpravidla na obrazovce na středovém panelu (viz. Obrázek 2, popisek B) se rozvinul způsob zobrazování informací také skrze Head-down a Head-up displeje (viz. Obrázek 2, popisky A, C). V případě head-down displeje (popisek A) se nejedná o příliš velikou inovaci či reformu. Princip tohoto typu displeje je velmi blízký klasickým budíkům, které se používají v automobilovém průmyslu takřka od počátku sériové výroby prvních motorových vozidel. Jedná se displej, na který řidič hledí skrze volant a je součástí ovládacího panelu tvaru T. Přestože displej fyzické budíky nahradil, často nalezneme na displeji zobrazení velmi blízké zobrazení fyzickým



Obrázek 2 Vyobrazení různých typů informačních displejů v kabině vozidla (zdroj: (11))

budíkům. Na tomto displeji nejčastěji vidíme informace, které se přímo týkají jízdy; rychlost, stav paliva/energie, signalizace směrových světel nebo kontrolky a upozornění. S rozšířenými možnostmi personalizace je řidiči umožněno zobrazit si i další informace, kterými může být například informace o médiích či o navigaci, v ideálním případě si může uživatel upravit zobrazované informace na displeji přesně podle svých představ. Head-down displej spolu však nese podobná úskalí, se kterými se setkáváme u mobilních telefonů či jiných zařízení, k jejichž ovládání používáme obrazovku. Jedná se zejména o viditelnost displeje za specifických světelných podmínek; například na přímém slunci.(11)

Head-up displej (popisek C) se na rozdíl od ostatních informačních displejů nenachází v ovládacím panelu tvaru T. Jedná se o projekci displeje na čelní sklo, či na průhlednou promítací plochu v zorném poli řidiče, což klade nižší požadavky na pozornost než klasický head-down displej. V důsledku zobrazení informací v zorném poli tráví řidič, byť podvědomě, více času pozorováním vozovky a není nucen přestřevovat z daleké vzdálenosti na tak blízkou, jako v případě head-down řešení. Odpadá také nutnost adaptovat se na rozdílnou světlost vnitřku kabiny vozidla oproti vnějšímu prostředí automobilu. Použití head-up displeje tak může zkrátit reakční dobu řidiče na neočekávané události. Zároveň podle výsledků studií týkajících se problematiky těchto displejů můžeme pozorovat, že použití head-up displejů vede ke snížení úrovně stresu, se kterým se řidiči během jízdy potýkají. Přes veškeré přínosy head-up displejů se však vyskytují jejich určité limity. Jelikož jsou zobrazeny přímo v zorném poli řidiče, nemohou obsahovat tolik informací, jako head-down displeje, neboť by bránily řidiči ve výhledu z vozidla. Zobrazené informace jsou tak zpravidla limitovány na informace o rychlosti či drobných upozorněních, které nezabírají velkou část promítací plochy. (12)

Použití těchto displejů má své omezení, nicméně za správných podmínek je tato technologie velmi přínosná a nese s sebou velký potenciál do budoucího vývoje automobilů. Technologie head-up displejů by mohla zcela nahradit head-down displeje za volantem a umožnit tak řidiči větší míru pozornosti na řízení. Je však nutné k vývoji této technologie přistupovat s rozvahou, jinak hrozí, že se vyvine v podobně informacemi přeplněné informační rozhraní, jako současná řešení moderních automobilů. (11–13)

4.2 INFORMAČNÍ PŘETÍŽENÍ

Informace hrají zásadní roli při stanovení úrovně klidu za volantem. Pokud je řidič obeznámen se všemi aspekty ovlivňující jeho jízdu, buduje si sebevědomí, a to napomáhá k celkovému soustředění. (14) Tento vztah funguje pouze za předpokladu, že množství informací, které musí řidič zpracovat je nižší než rychlost, kterou řidič je schopen informaci zpracovat. V opačném případě dochází k informačnímu přetížení. Informační přetížení (v anglickém jazyce information overload) je popis jevu, kdy množství předávaných informací je vyšší než rychlost jejich zpracování. Pokud mluvíme o přetížení u interakčního designu, jde o případ, kdy kognitivní funkce uživatele jsou zahlceny nadměrným množstvím informací. Přestože se pojem netýká pouze interakčního designu, platí, že přetížení snižuje

schopnost či úplně zabráni zpracování jakékoli další informace, což při ovládání automobilu vede k nepozornosti a má také za následek zvýšení úrovně stresu. (15) Současně mnoho poskytnutých informací v osobním automobilu vyžaduje řidičovu interakci, což jen přispívá k rozptýlení od řízení. (14)

Vývoj automobilové kabiny vedl k tomu, že je řidič v moderním vozidle obklopen nadbytečným množstvím informací, které často nenesou ani relevantní hodnotu pro běžné používání osobního vozidla. Nedostatkem je také fakt, že mnoho informací se vyskytuje v kabině na více než na jednom místě, tzv. redundance. (14, 16) Jedná se o zobrazení informací na obrazovce uprostřed ovládacího panelu a na head-down displeji za volantem, což napomáhá k vytváření informačního šumu, který uživatele obklopuje, přenáší pozornost jinam než k řízení automobilu a napomáhá k uživatelovu zahlcení. Je to důsledek marketingového designu, kdy se automobilky snaží zpřístupnit uživateli co nejvíce funkcí či informací. Interakční design je tedy až sekundární záležitostí. Nutnost zobrazení informace by však měla být odvozena z požadavků uživatele a až následně by se měla zvážit stanoviska jako je snaha o zaujetí řidiče. (14) Rozhraní by mělo být navrženo tak, aby se ukazatele důležitých funkcí zobrazovaly prioritně a rušivé informace by měly být skryty, nebo alespoň upozaděny důležitými informacemi. Správně zobrazené informace následně snižují riziko chybného rozhodnutí nebo nehody. (14) Tomu může napomoci i personalizace obrazovek, což přes veškeré snahy automobilek o implementaci této funkce je stále poněkud podceňovaným prvkem a rozhodně se nejedná o personalizaci, na kterou jsme zvyklí z jiných běžně používaných operačních systémů. Běžně se setkáme s personalizací v podobně možnosti změny pořadí jednotlivých ikon na domovské obrazovce, případně v nastavení oblíbených radiových stanic. Nicméně stále se jedná o drobné úpravy již existujícího rozvržení a na efektivitu interakce má jen malý vliv.

4.3 SMART MOBILITA

V současné době se přízviskem „smart“ označuje velké množství technologií a metod. Obecně o takto označené technologii můžeme říct, že je v určitém směru „chytrou“ a poskytuje nám rozsáhlejší množství funkcí než technologie, která chytrá není. Tyto funkce slouží k usnadnění lidské interakce s danou technologií a ke zlepšení udržitelnosti této technologie. (17) Pokud by tato definice nebyla dostačující, lze také vycházet z popisu pojmu jako „Self-monitoring, analysis and reporting technology“, tedy o technologii, která

sama sebe monitoruje, analyzuje a podává zprávy. (17) Chytré technologie můžeme rozdělit do tří kategorií, podle hloubky integrace technologie. První kategorií jsou IoT (internet of things) zařízení, opatřená senzory, čipy či softwarem, schopná odesílat data, přijímat je, nebo obojí. Vytváří síť vzájemně propojených zařízení, která zpřístupňují rozšíření sady dosavadních funkcí o funkce pokročilé a také mimo jiné analýzu jejich používání. (18) Další kategorií jsou chytrá připojená zařízení. Tato zařízení poskytují pokročilé funkce po připojení k jinému chytrému zařízení. Nefungují tedy samostatně a oproti IoT zařízení neposkytují tak obsáhlou variabilitu. Zakládají se na spolupráci s ostatními zařízeními, jejichž funkce obohacují, nebo jen slouží jako prostředky k získávání nových informací, nicméně je zpravidla sama nezpracovávají. (19) Poslední kategorií jsou chytrá zařízení. Tato zařízení poskytují relativně základní funkce, které jsou programovatelné. Spočívají například v aktivaci technologie v určitém čase.(17)

Smart mobilita by tedy měla splňovat tyto základní požadavky; zlepšit interakci s uživatelem pomocí pokročilých funkcí, zlepšit svou udržitelnost. Automobilový průmysl, potom co si postupně prošel všechny zmíněné kategorie, se nyní nachází v IoT segmentu. Vozidla běžně nabízí funkce a poskytují informace založené na internetové komunikaci, kdy společně ještě slouží jako připojená zařízení rozšiřující vzájemnou funkcionalitu mobilních telefonů a infotainmentu. Jsou také používány technologie snižující dopad na životní prostředí. Tyto technologie jsou nicméně spojeny s konkrétním chodem vozidla jako stroje (jako metody na snížení spotřeby paliva) a potenciál propojení vozidla jako technologie není zcela využit. Mají na to vliv mnohé aspekty; legislativní omezení, ekonomická náročnost, nedostatečná poptávka. Nicméně existují řešení, která by s pomocí IoT mohla zajistit zlepšení udržitelnosti automobility.

4.4 CAR SHARING

Sdílení aut (v anglickém jazyce car sharing) existuje v mnoha variantách; ve formě autopůjčoven (Business to Person), firemních leasingů (Business to Business), komunitních či kooperativních sdílení nebo Peer to Peer sdílení. (20) Právě Peer to Peer (P2P) je jednou z metod, jejíž dveře byly otevřeny právě díky Internet of Things. Podobně jako je to u jiných případů sdílené mobility (u jízdních kol či elektrických koloběžek). V principu se jedná o způsob využívání automobilu, které uživatel nevlastní, ale jen si ho půjčuje v době, kdy jej chce využít. Namísto autopůjčovny je však uživateli zprostředkována možnost si vypůjčit

vůz přes mobilní aplikaci, skrze kterou lze vozidlo odemknout, nebo zamknout. Tento způsob využívání vozidla má pozitivní vliv na životní prostředí díky snížení produkce oxidu uhličitého používáním vozidla, ale také snížením počtu vyrobených vozidel. (21) Celkové snížení skleníkových plynů se pohybuje mezi 15-20 %. (22) Tento koncept používání automobilu také napomáhá zvýšení veřejného prostoru ve městech, bez velkých nároků na změnu životního stylu uživatelů těchto vozidel. (23)

Bohužel existují zábrany, které potenciální uživatele odrazují. Mezi tyto zábrany patří například náročnost snadné asimilace s ovládním vozidla, zejména ve chvíli, kdy se uživatel ve vozidle nepohybuje každý den. (20) Návrh kabinového prostoru společně s infotainmentem by měl být navrhován u vozidel tak, aby právě zmíněná asimilace mohla proběhnout bez zábran a měl by se tedy zaměřit na snadnou použitelnost pro nové či jen občasné uživatele.

4.5 INTERAKČNÍ DESIGN

„By interaction design we mean designing interactive products to support the way people communicate and interact in their everyday and working lives“ (24)

Interakční design je spojení navrhování prvků, se kterými uživatel přichází do kontaktu v případě ovládní daného objektu a kognitivní psychologie, která celé disciplíně propůjčuje povědomí o způsobu myšlení uživatelů. Interakční design propojuje disciplíny technických, humanitních i uměleckých odvětví a pomocí jejich kombinace vytváří tak poměrně specifické výzkumné prostředí, které vyžaduje alespoň základní porozumění všech zmíněných odvětví.(25) Výsledkem interakčního designu je uživatelské rozhraní. Jednou z disciplín, které v interakčním designu lze nalézt, je HCI (human computer interaction), jejíž cílem je se primárně návrh přívětivých rozhraní počítačů a dalších výpočetních zařízení.

„Human-computer interaction (HCI) is a discipline concerned with the design, evaluation and implementation of interactive computing systems for human use and with the study of major phenomena surrounding them.“ (26)

HCI se tedy od interakčního designu liší v celkové šířce záběru konkrétních disciplín. Zatímco interakční design je obsáhlejší a výsledek interakčního designu je spíše celkový uživatelský zážitek, UX (user experience), u HCI se jedná o konkrétní technologii, která je disciplíně podrobena a výsledkem HCI je mimo jiné UI (user interface). UX a UI jsou

navzájem úzce propojené a často není jednoduché rozeznat, kde končí hranice jednoho a začíná hranice druhého; nelze říci, že HCI se zabývá pouze user interface a naopak, nicméně v případě této práce bude primárním cílem zkoumání právě UI při použití metod vycházející z human computer interaction.

4.5.1 Způsoby testování

Testování uživatelského rozhraní běžně probíhá v testovacím prostředí, kterým je zpravidla testovací místnost či laboratoř, ve které dojde ke kvalitativnímu a kvantitativnímu testu se vzorkem uživatelů. Těm je poskytnut testovaný objekt (software, hardware) a následně je vyžadována jejich interakce s daným objektem. Ta je pozorována, měřena a na závěr jsou uživatelé dotazováni ohledně průběhu testu a je po nich vyžadována reakce a zpětná vazba na právě proběhlý test. (27)

Testy samotné mohou být provedeny také experty; odborníky, kteří se na navrhování a testování specializují. Jedná se o dvě základní metody: kognitivní průchod a heuristická evaluace. (24) V případě kognitivního průchodu se expert snaží chovat jako uživatel a pomocí vlastní předešlé zkušenosti předcházet problémům špatně navrženého prostředí. Druhou metodou je heuristická evaluace, kdy expert při průchodu porovnává prostředí s jednotlivými body heuristické škály (nejznámější je Nielsonova evaluační škála) a ujišťuje se, že jsou všechna pravidla zmíněná v dané škále dodržena. (24) Metodám bez uživatelů je často vytýkána odtrženost od reality a vysoká míra subjektivního hodnocení. Tyto testy se proto používají běžně u méně inovativních řešení, kde lze ohodnotit dané řešení podle předchozí zkušenosti s podobnou technologií.

Další testovací metodou bez uživatelů může být také test matematický. Matematické testy jsou založeny na vzorcích, které byly vytvořeny na základě uživatelského testování a mají za cíl urychlit celkový proces testování. Nejznámějšími a nejpoužívanějšími metodami jsou Hickův zákon a Fittsův zákon. U Hickova zákona se jedná obecně o dobu, jakou uživatel potřebuje ke zpracování informace při výběru z několikero možností. U Fittsova zákona se jedná o dobu dosažení cíle při interakci se zařízením, které disponuje ukazatelem; například počítačovou myší. Princip Fittsova zákona je založen na velikosti cílového tlačítka ve vztahu k velikosti testovaného rozhraní. Platí, že čím větší je cílové tlačítko, tím je interakce snazší a zabere uživateli méně času. (24)

4.5.2 Low fidelity model

Jedná se o model, který se zaměřuje především na rozmístění jednotlivých ovládacích prvků na obrazovce. Jeho cílem je vytvořit simulaci prostředí, která neobsahuje detailní grafické prvky a může posloužit jako jeden ze základních testovacích prvků při vývoji software, který je snadné rychle předělat a přizpůsobit výtkám uživatelů. (27) Přestože věrnost návrhu od finálního řešení není dokonalá, je tento model k hodnocení použitelnosti běžně používán. (24)

4.5.3 Hi fidelity model

Hi-fidelity model je reprezentace návrhu, která zohledňuje detailní grafické řešení aplikace a je standardně dalším krokem po finalizaci a otestování Low-fidelity modelu. Jedná se o model, který graficky reprezentuje velmi blízkou či úplně přesnou podobu navrhovaného rozhraní. Je možné tak ohodnotit použitelnost aplikace ještě před jejím celkovým naprogramováním a je tak možné získat poměrně hlubokou znalost interakce uživatelů s daným prostředím. (24)

5 VLASTNÍ PRÁCE

5.1 ZÁMĚR

Záměrem analýzy je příprava unifikovaných dat, která budou následně mezi sebou porovnána. Je nutné identifikovat jednotlivé vrstvy ovládacího panelu, postupně je analyzovat a následně vyvodit výsledek pro každý testovaný model automobilu, který bude průměrem výsledků jednotlivých vrstev ovládacího panelu právě testovaného modelu. Následné výsledky budou porovnány v diskusi s odezvou od uživatelů či jiných odborníků, kteří se podobnému testování věnovali. Primárním prvkem hodnocení, jak vyplývá z teoretické části, bude stanovení míry pozornosti, která je od uživatele vyžadována k interakci s automobilovým infotainmentem, kdy bude platit pravidlo nepřímé úměry času stráveného s ovládáním a celkového hodnocení uživatelského rozhraní. Předmětem testu je zjistit, zda je uživatel vystaven nepotřebným informacím, které odvádí jeho pozornost, či přispívají k celkovému informačnímu přetížení (viz. Informační přetížení) a přispívají tak k náročnosti zjištění klíčových informací o jízdě (například rychlost vozidla). Dalším předmětem testu bude hodnocení, zda infotainment splňuje požadavky, které uživatel od informačního systému automobilu očekává a jsou mu poskytnuty bez vysokých nároků uživatelské interakce.

Testování probíhá primárně na obrazovkách interiéru vozidel a hodnocena je uživatelská přívětivost právě použitých obrazovek a rozmístění jednotlivých ikon na nich. Hodnocen je také způsob ovládání obrazovky; výsledky ovládání jednotlivými způsoby je zprůměrováno v jeden výsledek. V porovnání se nachází pouze funkcionality, která se napřímo vztahuje k přímému používání vozidla a nachází se ve všech automobilech a je tak možné ji navzájem porovnávat. Specifické funkce, které se netýkají ovládání vozidla či zlepšení interakce s ním, jsou z testu vynechány. Z porovnání je dále vyřazeno hlasové ovládání, neboť jeho funkčnost a implementace do systémů různých výrobců je velmi podobná mezi všemi vozidly.(28) Testování proběhlo na různých modelech automobilů odlišných automobilových výrobců. Při výběru vozidel k testování bylo zohledněno, aby se v testu objevila vozidla s odlišným přístupem k řešení ovládacího panelu; jednotlivé detaily jsou popsány v kapitole Popis testovaných částí vozidel.

Hodnocení proběhlo na základě matematického hodnocení, ve kterém je hodnoceno primárně rozmístění jednotlivých ovládacích prvků, jejich množství a velikost a obecně bude hodnotit logický design daného řešení. K jeho hodnocení je použit Hickův zákon (Matematický model (Hick's Law)).

S přihlédnutím ke kapitolám Car sharing a Smart mobilita je předpokladem otestovat automobilový systém mimo jiné z pohledu uživatele, který nejezdí vozidlem každý den a proto je pravděpodobné, že jeho zkušenost s automobilovým systémem není příliš vysoká.

5.2 ANALÝZA SOUČASNÝCH SYSTÉMŮ

5.2.1 Metody

5.2.1.1 Matematický model (Hick's Law)

Hickův zákon (Hick's law), nebo také Hick-Hymanův zákon je používán ke stanovení času potřebného k rozhodnutí, při výběru z více možností. Přestože tento zákon byl formulován už v roce 1952, v devadesátých letech dvacátého století začal být používán ve spojitosti s HCI (Human computer interaction) s velmi pozitivními výsledky.

„Within the context of design, this law promotes the use of design methods to simplify decision-making in situations, where the designer is presented with multiple options. In practice, Hick's law has fundamentally proven to be effective in the design of software menus, control display, way finding layout.“ (29)

Zákon je založen na logaritmické funkci, která znázorňuje narůstající čas se zvyšováním počtu možností. (30) Jeho původní formulace vypadá následovně:

$$R_t = \log_2 (n_c + 1)$$

$$R_t = \text{čas strávený rozhodováním } n_c = \text{počet možností}$$

Existuje mnoho variant, které se odlišují podle konkrétního způsobu použití. Rozdíl se vyskytují zejména v použití konstant, které lépe charakterizují testovanou metodu. (31) K matematickému výpočtu použitelnosti bude použita varianta vzorce, která zohledňuje dobu pohybu uživatele při volbě požadovaného prvku. Doba pohybu se ve vzorci zobrazuje jako konstantní hodnota, která se přičítá k logaritmickému vyjádření doby rozhodování.

Další konstanta slouží pro úpravu vzorce v případě předchozí zkušenosti s násobíme ji s logaritmem počtu možností.

$$R_t = a + b * \log_2 (n_c)$$

R_t = čas strávený rozhodováním a = konstanta doby pohybu

b = konstanta zkušenosti n_c = počet možností

5.2.2 Uživatelské rozhraní (předmět zkoumání)

5.2.2.1 Vrstvy zařazené do testování a jejich usecase.

5.2.2.1.1 Poskytnuté informace ovládacího panelu

Uživatel očekává zobrazení základních informací, které souvisí s jízdou a ovládáním vozidla. Informace mohou být rozděleny do dvou úrovní – základní a rozšířené. Mezi základní uživatelská očekávání zařazujeme zobrazení rychlosti, stavu baterie nebo nádrže, informace jako jsou čas, informace o klimatizaci, případně její rychlá možnost nastavení, a dále informace vztahující se ke stavu provozování vozidla, jako například indikace směrových světel. Pro rozšířené informace uživatel očekává zobrazení médií, navigace, telefonu, informace o jízdě.

5.2.2.1.2 Domovská obrazovka

Uživatel očekává zobrazení základního menu, kde si může následně zvolit, do jaké části systému se chce odebrat. Zobrazení domácí obrazovky není nutností, uživatel očekává možnost navigace skrze jednotlivé vrstvy systému i jinými způsoby. Uživatel očekává možnost volby médií, telefonu, navigace, možnost zobrazení zrcadlení telefonu a nastavení.

5.2.2.1.3 Ovládání médií

Uživatel očekává, že bude zobrazeno rozhraní, které umožní ovládání hudby a rádia. Očekává zobrazení voliče zdroje přehrávání (Bluetooth, USB, radio; FM, DAB) dále očekává zobrazení možnosti navigace v médiích; zvolení stanice rádia, možnosti rychlého přepnutí skladby. Při volbě externího zařízení přes Bluetooth uživatel očekává možnost přesměrování do nastavení připojení, kde může propojit infotainment k novému zařízení, případně smazat stávající připojení. Uživatelem je také očekávána možnost přidání svých

oblíbených radiových stanic do rychlé volby a také přístup do tohoto rychlého menu oblíbených stanic.

5.2.2.1.4 Ovládání navigace

Uživatel je očekáváno zobrazení mapy s vyznačenou aktuální pozicí vozidla. Je očekávána možnost zadání cílové adresy, či místa, které je uloženo na mapě; čerpací či nabíjecí stanice, servis, restaurace. Při spuštěné navigaci uživatel očekává možnost jejího ukončení, nastavení objízdné trasy, modifikaci stávající přidáním průjezdních bodů, možnost vyhnout se zpoplatněným silnicím, trajektům či dálnicím. Dále je uživatelem očekáváno nastavení hlasové navigace, její vypnutí, případně změnu hlasitosti navigačního hlasu. Uživatel očekává možnost nastavení oblíbených míst, jako je místo domova či práce.

5.2.2.1.5 Ovládání telefonu

Uživatel očekává zobrazení rychlé volby kontaktů, které lze upravit. Očekává možnost zobrazení historie volání, případně telefonního seznamu. V případě, že telefon nemá uživatel připojený, očekává možnost přesměrování na nastavení, kde může uživatel nastavit připojení mezi telefonem a vozidlem. Při přichozím telefonním hovoru uživatel očekává možnost jeho přijetí či odmítnutí. Při probíhajícím hovoru uživatel očekává možnost jeho ukončení.

5.2.2.1.6 Zobrazení informací o jízdě/vozidle

U zobrazovaných informací o vozidle uživatel očekává přehledný výpis statistik o jízdě; průměrná, či aktuální spotřeba paliva/energie, stav vozidla po technické stránce, zda vozidlo nehlásí chybovou hlášku či blížící se servisní prohlídku.

5.2.2.1.7 Interakce skrze Apple CarPlay / Android Auto

Uživatel očekává zobrazení rozhraní Apple CarPlay či Android Auto po zvolení zrcadlení obrazovky mobilního zařízení. V rámci aplikací použitých k zrcadlení uživatel očekává zobrazení navigace, kterou používá na svém mobilním zařízení, oblíbenou hudební aplikaci či další podporované aplikace. Očekává interakci s podporovaným hlasovým asistentem, kterého lze použít k pouštění médií či nastavování navigace. Uživatel očekává, že vzhled zrcadlicí aplikace se bude podobat grafickému zobrazení jeho mobilního zařízení.

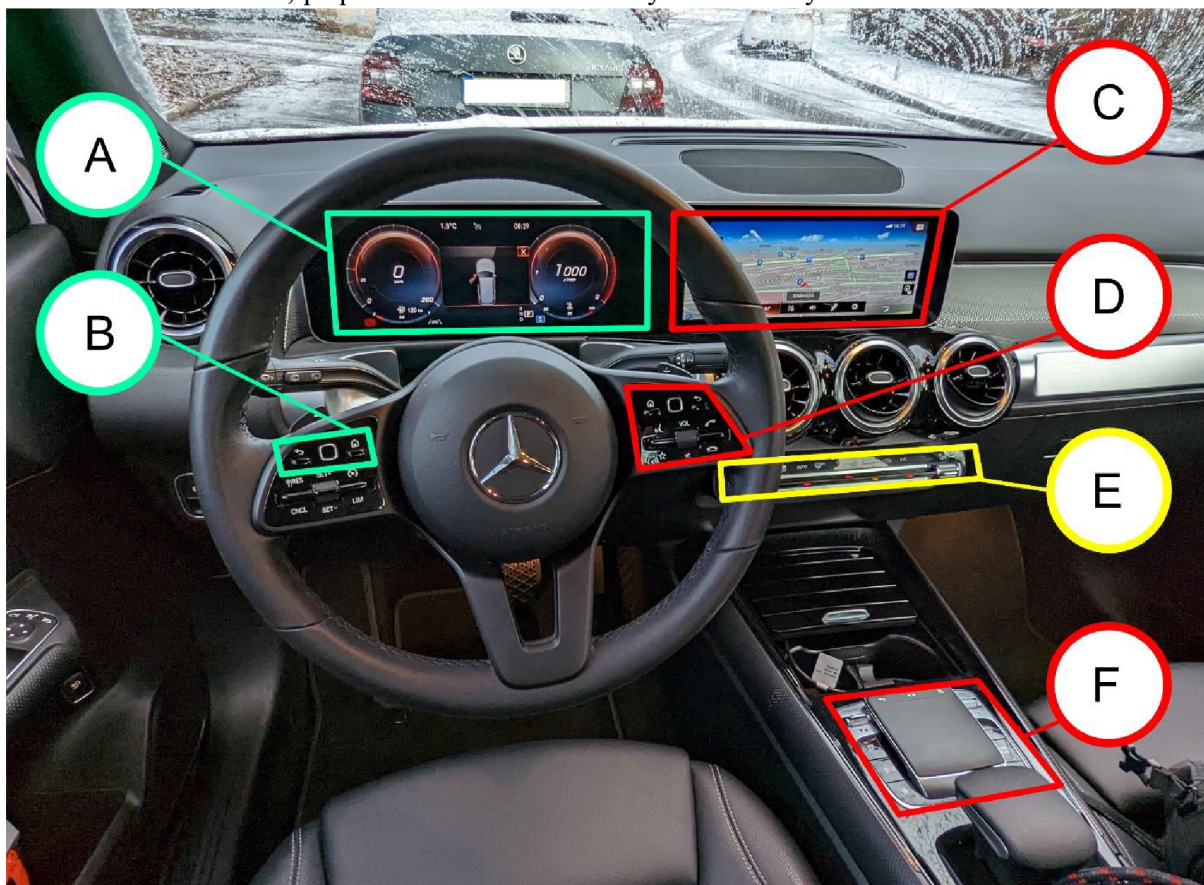
5.2.2.1.8 Mechanické ovládací prvky

Od mechanických ovládacích prvků uživatel očekává jednoduchost interakce. Očekává ikony/popisky/diagramy, které jasně charakterizují funkci daného ovládacího prvku. Uživatel očekává, že pomocí mechanických ovládacích prvků bude schopen navigovat v infotainmentové obrazovce, bude schopen měnit hlasitost médií, bude mít možnost nastavení další radiové stanice či skladby či měnit nastavení klimatizace.

5.2.3 Popis testovaných částí vozidel

5.2.3.1 1 Mercedes Benz GLB

Testovaný vůz je vybaven digitálním sruženým displejem s úhlopříčkou 10,25“ společně s Media displejem.¹ K jejich ovládání používáme dva touchpady, které nalezneme na volantu, velký touchpad s haptickou odezvou, který nalezneme na středové konzoli vozidla, či je možné Media displej ovládat dotykem. Na obrazovce za volantem jsou zobrazeny jízdní informace. Uživateli je umožněno vybrat si ze čtyř různých zobrazení, které mají vliv zejména na barvu prostředí a drobné designové prvky. Obecně se jedná o zobrazení určité formy budíků. Na středové obrazovce je následně zobrazen infotainment, skrze který je možné ovládat navigaci, média, telefon a zobrazit informace a nastavení vozidla. Klimatizace má svůj vlastní ovládací panel a na obrazovce se zobrazují pouze teploty nastavené klimatizace, případně nastavení intenzity či směru výdechu klimatizace.



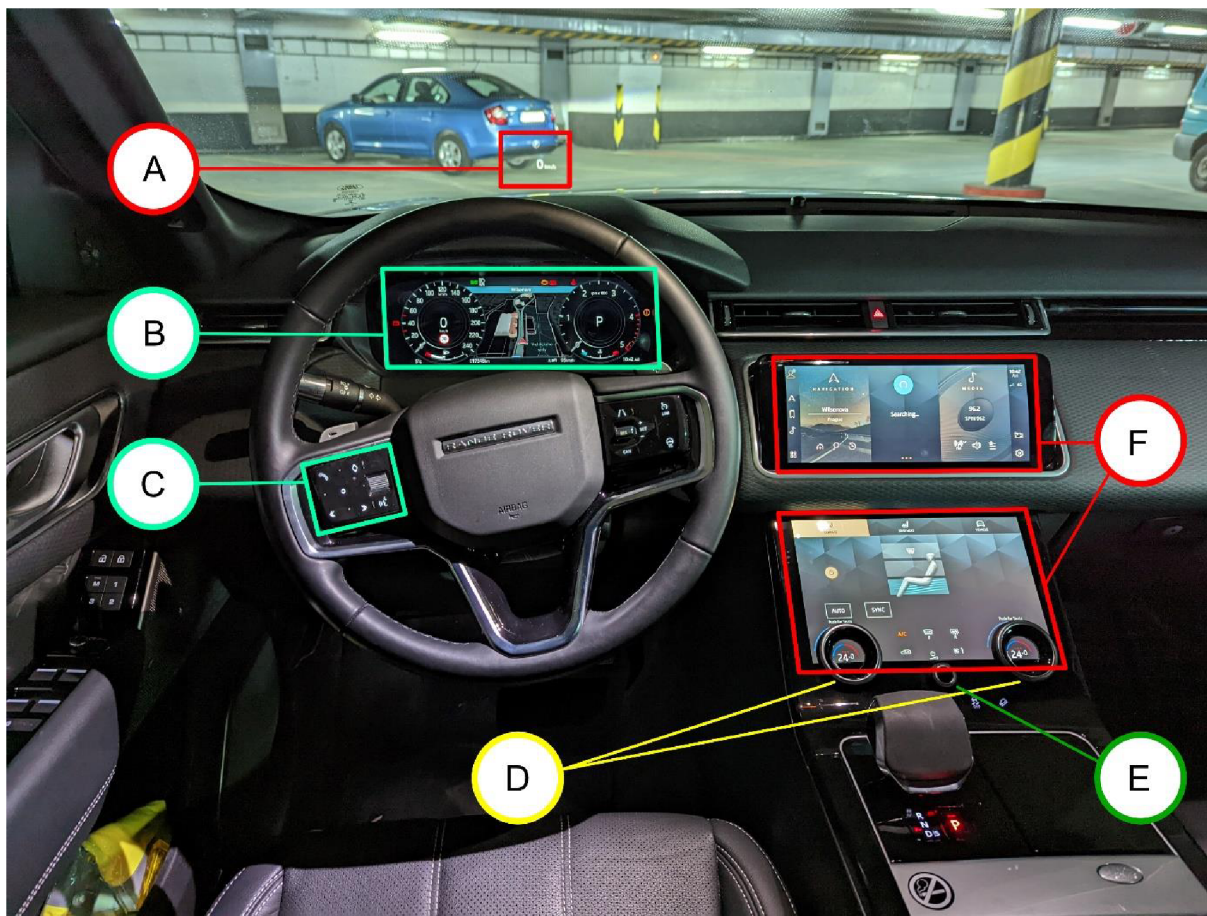
Obrázek 3 Kabina testovaného vozu 1 s popisky (zdroj: vlastní tvorba)

¹ Podle konfigurátoru dostupného na <https://www.mercedes-benz.cz/passengercars/mercedes-benz-cars/models/glb/glb-suv/explore.html> navštíveno 9.2.2022

- A. Nedotyková obrazovka 10“ zobrazující primárně jízdní data.
- B. Ovládání nedotykové obrazovky – touchpad, tlačítko zpět, tlačítko pro návrat na domácí obrazovku.
- C. Dotyková obrazovka – infotainment.
- D. Ovladač dotykové obrazovky – touchpad, tlačítko zpět, tlačítko pro návrat na domácí obrazovku, rychlá volba pro hlasového asistenta, tlačítko pro přijetí hovoru, tlačítko pro ukončení hovoru, otočný ovladač na změnu hlasitosti, tlačítko pro vlastní funkci.
- E. Ovládání klimatizace, nezabudované do infotainmentu.
- F. Ovladač sloužící k navigaci v obrazovce C – touchpad s haptickou odezvou, tlačítka pro rychlou navigaci; zobrazení mapy, zobrazení medií, zobrazení telefonu, zobrazení nastavení.

5.2.3.2 2 Range Rover Velar

Tento model je vybaven dvěma dotykovými obrazovkami s úhlopříčkou 10“, které se nachází na středovém panelu a následně další obrazovkou s úhlopříčkou 12,5“, která je za volantem. Testovaný vůz je také vybaven barevným Head-Up displejem. K ovládání displeje za volantem slouží čtyř směrná navigační plocha s proměnnými ikonami, která je umístěná na volantu. Další dvě obrazovky jsou ovládány dotykem. Na obrazovce za volantem se nachází digitální podoba klasických budíků, které jsou doplněny o uživatelem zvolené informace – může se jednat o mapu, multimédia, telefon či data o jízdě. Na střední obrazovce je zobrazen infotainment a na spodní obrazovce je uživateli umožněno ovládat klimatizaci a jízdní režimy vozidla (jízdní režimy vozidla nejsou zařazeny do testu). Na spodní hraně



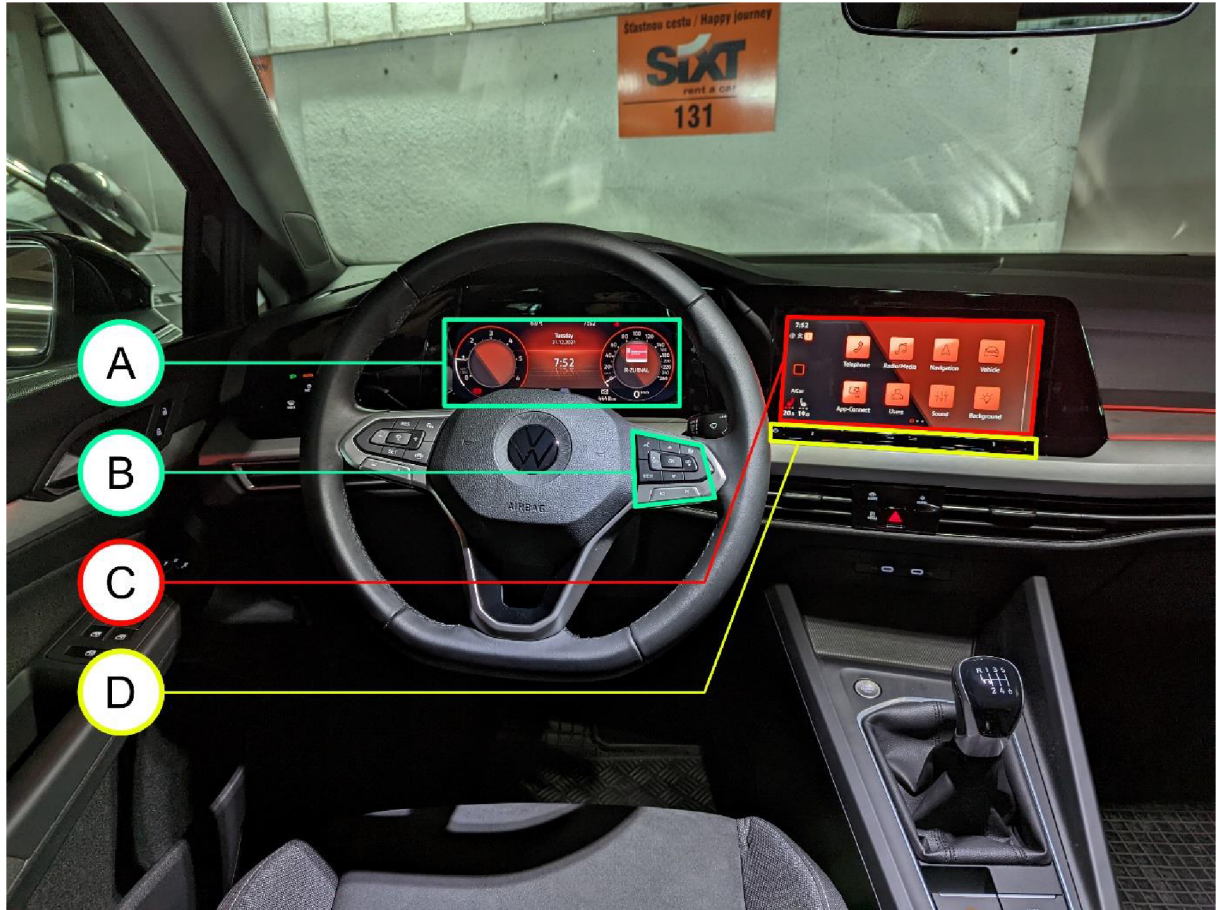
Obrázek 4 - Kabina testovaného vozidla 2 s popisky (zdroj: vlastní tvorba)

dotykové obrazovky číslo 2 se nachází otočný ovladač klimatizace, který mění svou funkci po stisknutí; pokud je zvolen režim klimatizace AUTO otočný volič mění teplotu kabiny a po stisknutí se jeho funkce změní na ovládání míry výhřevu sedadel. Pokud režim klimatizace není v režimu AUTO ovládá jeden z otočných ovladačů intenzitu klimatizace a druhý její teplotu, po stisknutí opět ovládá míru výhřevu sedaček. Na spodní straně displeje se nachází také ovladač hlasitosti médií, jehož funkci plní také otočný ovladač na volantu.

- A. Barevný Head-Up display
- B. Nedotyková obrazovka o velikosti 12“ zobrazující primárně jízdní data
- C. Ovladač nedotykové obrazovky – nabízí dvě zobrazení – zobrazení 1; tlačítko pro přijetí/ukončení hovoru, programovatelné tlačítko pro vlastní funkci, tlačítko pro zvolení menu, tlačítka pro přeskočení skladby/radiové stanice. Zobrazení 2; čtyři tlačítka ve tvaru kříže sloužící pro navigaci v menu, zobrazující se na nedotykové obrazovce.
- D. Otočné ovladače s dvojitou funkcí.

- E. Otočný ovladač hlasitosti
- F. Dotykové obrazovky s úhlopříčkou 10“ sloužící k ovládání infotainmentu.

5.2.3.3 3 Volkswagen Golf



Obrázek 5 - Kabina testovaného vozidla 3 s popisky (zdroj: vlastní tvorba)

Tento testovaný vůz je vybaven dotykovou obrazovkou, která má velikost 10“ a druhou nedotýkovou, která se nachází za volantem. Na obrazovce za volantem se nachází zobrazení jízdních informací v podobě klasických budíků či alternativních zobrazení, kdy je uživateli zobrazována například mapa. Na středové obrazovce infotainmentu se nachází veškeré informace týkající se nastavení vozidla, multimédií a navigace. K ovládání obrazovky za volantem je uživateli poskytnuto ovládání na pravé straně volantu, druhá obrazovka je ovládána dotykem. Na volantu nalezneme také ovládání hlasitosti a přepínání médií/skladeb. Pod dotykovou obrazovkou na středovém panelu nacházíme dotykovou plochu, na jejíž krajích je umístěno ovládání teploty klimatizace pro řidiče a pro spolujezdce a uprostřed se nachází ovládání hlasitosti.

- A. Nedotýková obrazovka zobrazující primárně jízdní data

- B. Ovladač nedotykové obrazovky.
- C. Dotyková obrazovka o velikosti 10“ – infotainment.
- D. Dotyková plocha sloužící k ovládání klimatizace a hlasitosti.

5.2.3.4 4 Volkswagen ID4

Tento testovaný vůz je velmi podobný testovanému vozidlu č.3 s výjimkou pohonu vozidla a menší nedotykové obrazovky ukazující data o jízdě. Dalším rozdílem je přítomnost head-up displeje, který zčásti nahrazuje obrazovku za volantem. Nedotyková obrazovka nezobrazuje zdaleka takové množství informací a dalo by se předpokládat, že doba potřebná ke zpracování informací v kabině tohoto testovaného vozu bude nižší, než v kabině vozu č.3. K ovládání nedotykové obrazovky je k dispozici opět ovladač na pravé straně volantu, obrazovka infotainmentu se ovládá dotykem.

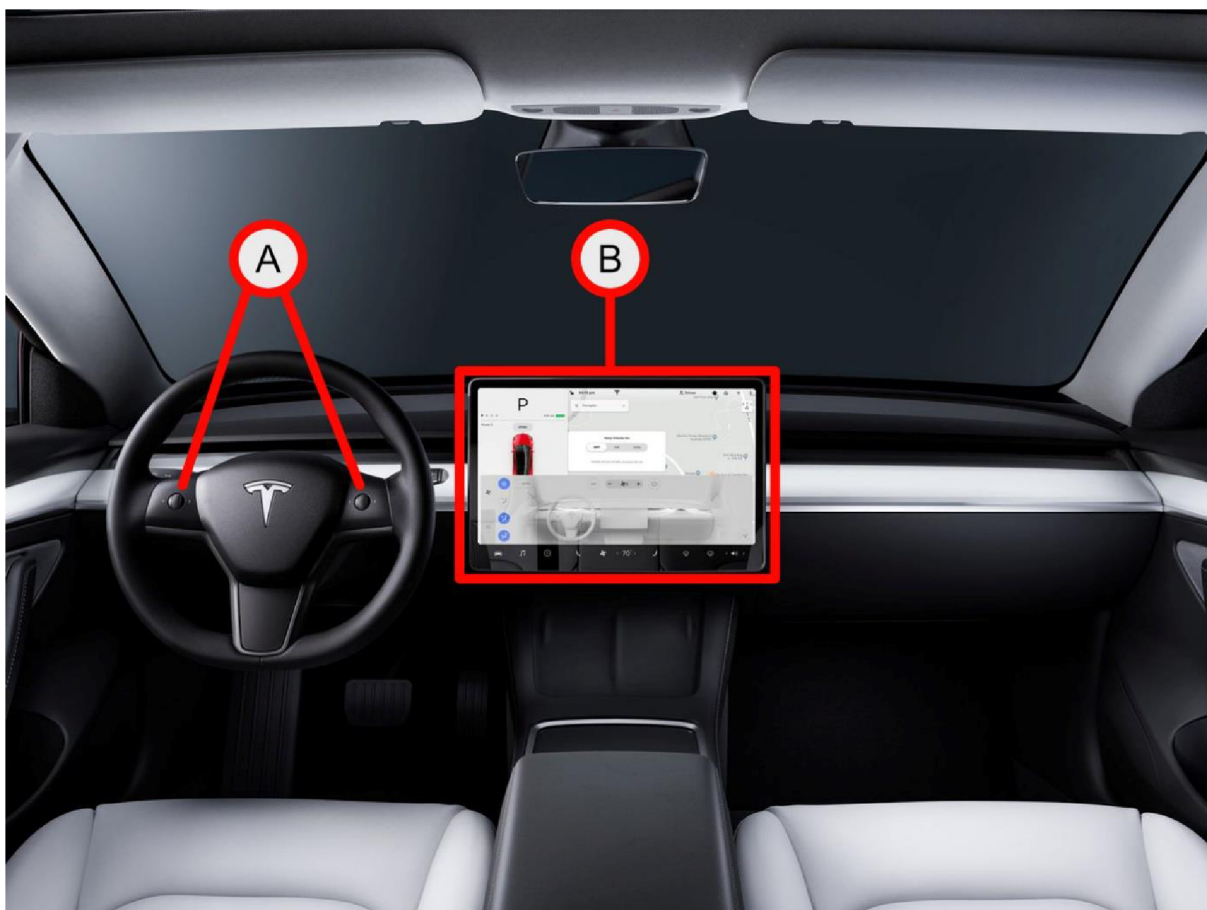


Obrázek 6 - Kabina testovaného vozidla 4 s popisky (zdroj: vlastní tvorba)

- A. Nedotyková obrazovka s ukazatelem zařazené rychlosti.
- B. Ovladač nedotykové obrazovky a infotainmentu – tlačítko na aktivaci hlasového ovládání, změnu režimu zobrazení nedotykové obrazovky, tlačítko umožňující změnu skladby či rádiové stanice, tlačítko na změnu hlasitosti.
- C. Dotyková obrazovka o velikosti 10“ – infotainment.
- D. Dotyková plocha sloužící k ovládání klimatizace a hlasitosti.

5.2.3.5 5 Tesla Model 3

Toto vozidlo je stejně jako vůz č.4 elektrický a jeho kabina se výrazně liší od ostatních. Všechny informace o jízdě jsou zobrazeny na dotykové obrazovce o velikosti 15“, která se nachází uprostřed kabiny. Obrazovka je následně rozdělena do tří hlavních segmentů, které zobrazují jen určité informace; vlevo se nachází informace o jízdě a nalezneme zde ovládání



Obrázek 7 Interiér testovaného vozidla 5 s popisky (zdroj: (36))

funkcí, jako například zapínání stěračů, v dalších dvou třetinách se nachází infotainment. Primárně je na těchto dvou třetinách zobrazena mapa, nicméně je možné interagovat

i ostatními vrstvami, které se nad mapou zobrazují v jednotlivých oknech. Uživateli je také umožněno systém částečně ovládat dvěma ovladači na volantu.

- A. Dva ovladače sloužící k interakci s částmi středové obrazovky.
- B. Dotykový obrazovka o velikosti 15“ zobrazující veškeré jízdní a multimediální informace.

5.2.4 Testování

Součástí samotného testu byla nejprve analýza daných řešení, která spočívala v rozdělení infotainmentu do jednotlivých vrstev, které mohou být následně podrobeny testování pomocí Hickova zákona. Nejprve proběhlo základní rozdělení ovládacích prvků a zobrazovaných informací na displeji; ovládacím prvkem byla chápána mechanická část ovládání, která slouží pro navigaci či rychlou volbu konkrétní funkce. U testovaných vozidel se jedná zpravidla o ovládání na volantu, pomocí kterého je uživatel schopen se navigovat v obrazovce za volantem. V dalším kroku proběhlo rozdělení zobrazovaných informací na navigační prvky, které jsou na obrazovce zobrazovány bez ohledu na to, jaká konkrétní vrstva je uživateli prezentována a nejsou tak primárním cílem při interakci s konkrétní vrstvou. Jedná se zpravidla o ikony, které uživatele přeměrují zpět na domovskou obrazovku. Následovalo rozdělení rozhraní do jednotlivých vrstev infotainmentu; media, navigace, domovská obrazovka a podobně, které byly jednotlivě podrobeny testu na principu Hickova zákona.

V jednotlivých vrstvách bylo nutné analyzovat a identifikovat možnosti, které jsou pro uživatele rozhodující při získávání informace z rozhraní dané vrstvy. Po jejich identifikaci byl počet těchto možností zařazen do výpočtu.

Pro samotný výpočet bylo nutné zvolit dvě konstanty, které výsledek upravují. První konstanta „a“ je konstanta času potřebného k interakci s daným zařízením. Hodnota pro tuto konstantu byla zvolena jako 0,5 s, neboť interakce se zařízením ve chvíli, kdy bylo vozidlo testováno, nebylo vozidlo v pohybu a interakce tak nebyla komplikovaná. V případě, že by vozidlo bylo v pohybu, tato konstanta by měla vyšší hodnotu, neboť interakce s dotykovou obrazovkou je zpravidla obtížnější při přejíždění nerovností. (2)

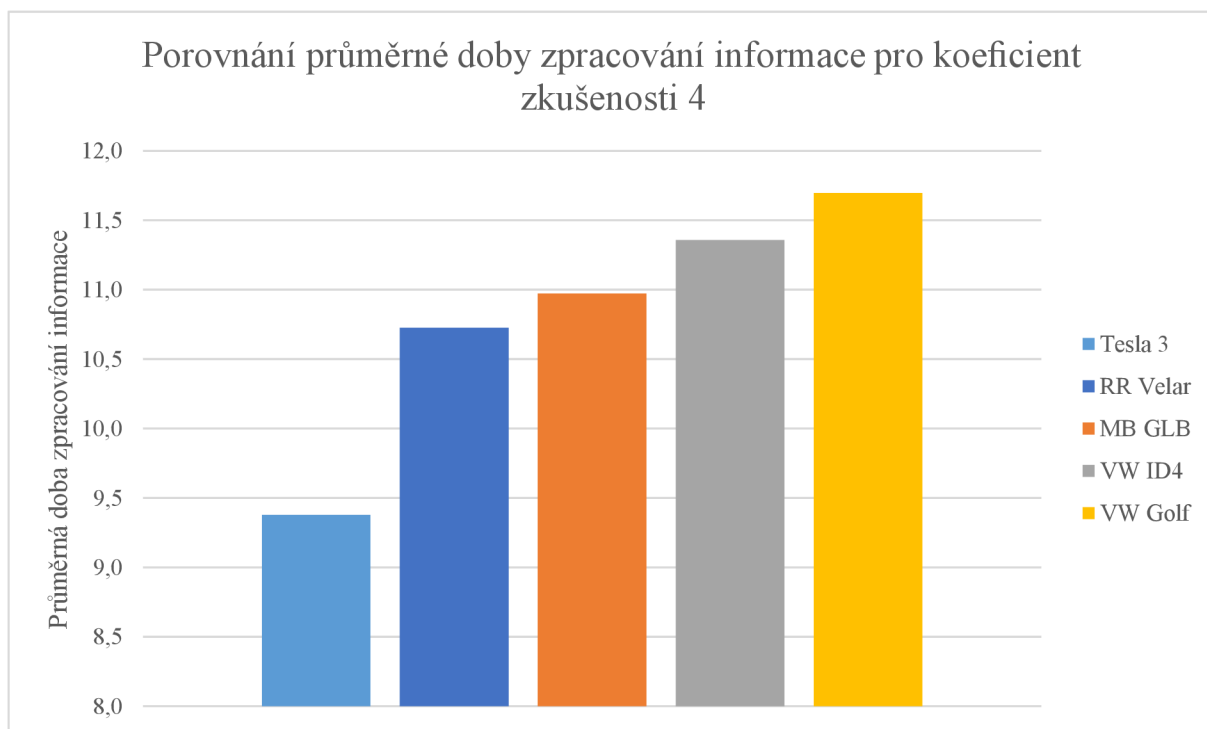
Druhá konstanta „b“ je bezrozměrná a vyjadřuje míru zkušenosti uživatele. V testu byla zvolena posloupnost šesti čísel začínající hodnotou 4 se snížením každé následující číslice

o hodnotu 0,5. Hodnota 4 reprezentuje test pro uživatele, který nemá žádnou nebo velmi malou zkušenost s daným systémem. Každá další hodnota reprezentuje zkušenějšího uživatele.

Součástí testu byly také systémy Android Auto a Apple CarPlay, které jsou součástí výbavy všech testovaných automobilů s výjimkou vozidla č.5 (Tesla Model 3). Přestože nenabízí kompletní funkcionalitu automobilového systému, zejména v zobrazování informací týkajících se jízdy, jsou tato rozhraní testována a porovnávána s vrstvami automobilového infotainmentu, které mají za cíl nahradit; media, navigace a telefon.

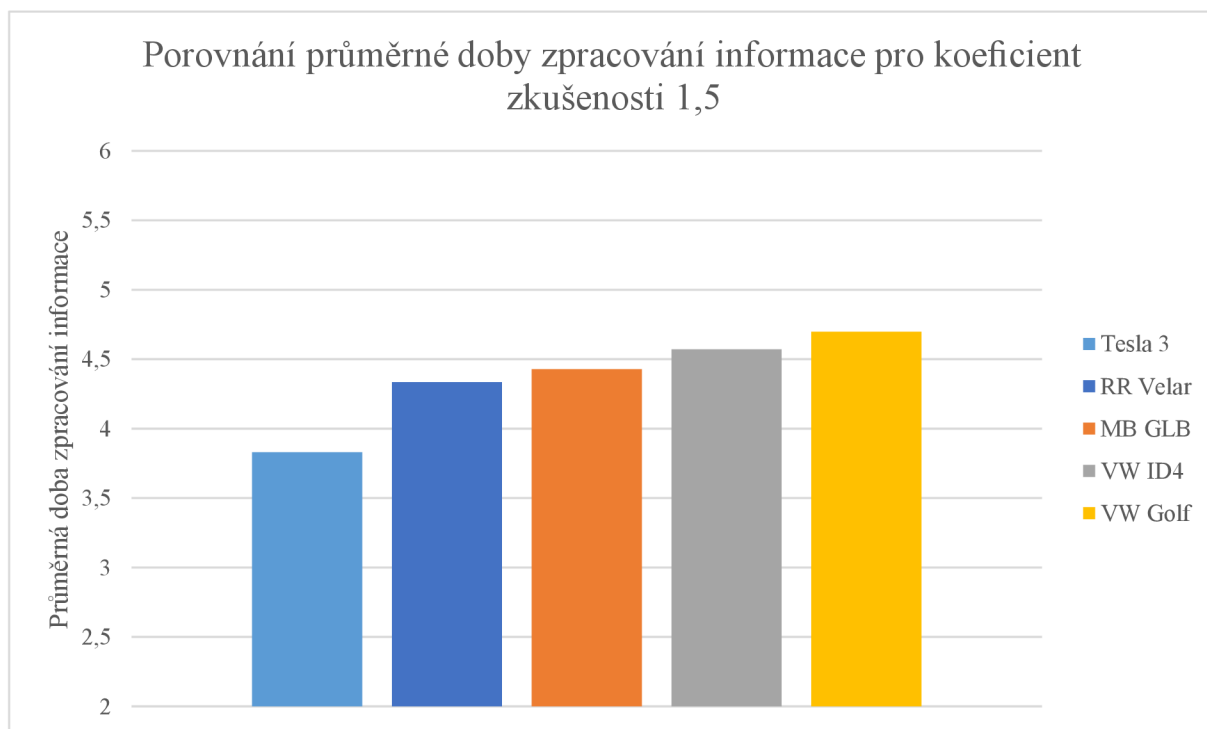
5.2.5 Výsledky a jejich interpretace

Výsledkem testu, který proběhl na principu Hickova zákona, je průměrná doba zpracování informace v sekundách. Použitá varianta vzorce zohledňuje i dobu potřebnou k provedení požadovaného úkonu. U testovaných automobilů se hodnota doby potřebné ke zpracování informace a vykonání úkonu pohybuje v rozmezí od 9,37s do 11,70s pro nezkušeného uživatele. Pro průměrného zkušeného uživatele se tato doba zpracování informace pohybuje v rozmezí od 3,8s do 4,69s. Konkrétní výsledky pro jednotlivá vozidla jsou zaznamenány v následujícím grafu (Graf 1).



Graf 1 Porovnání průměrné doby zpracování informace nezkušeným uživatelem (zdroj: vlastní tvorba)

Z výsledků vychází, že pro nezkušeného uživatele je průměrná doba zpracování informace infotainmentu u zastaveného vozidla téměř o dvacet procent delší u vozidla Volkswagen Golf než u vozidla Tesla Model 3, což pro nezkušeného uživatele je doba bezmála dvou sekund. Tento rozdíl se může výrazněji změnit za jízdy, neboť některé z vozů nabízí i jiný způsob ovládání systému než pouze dotykovou obrazovku a čas potřebný k interakci by tak za jízdy nebyl ovlivněný tolik, jako interakce s dotykovou obrazovkou. (2) U testovaného vozu Mercedes Benz GLB lze infotainment ovládat pomocí touchpadu, který je umístěn na středovém panelu kabiny, či pomocí touchpadu na pravém rameni volantu a lze předpokládat, že interakce by vyžadovala méně pozornosti. Dalším poznatkem je, že koncepce kabiny s jednou obrazovkou má výrazně lepší výsledek než jakákoli jiná zvolená koncepce.



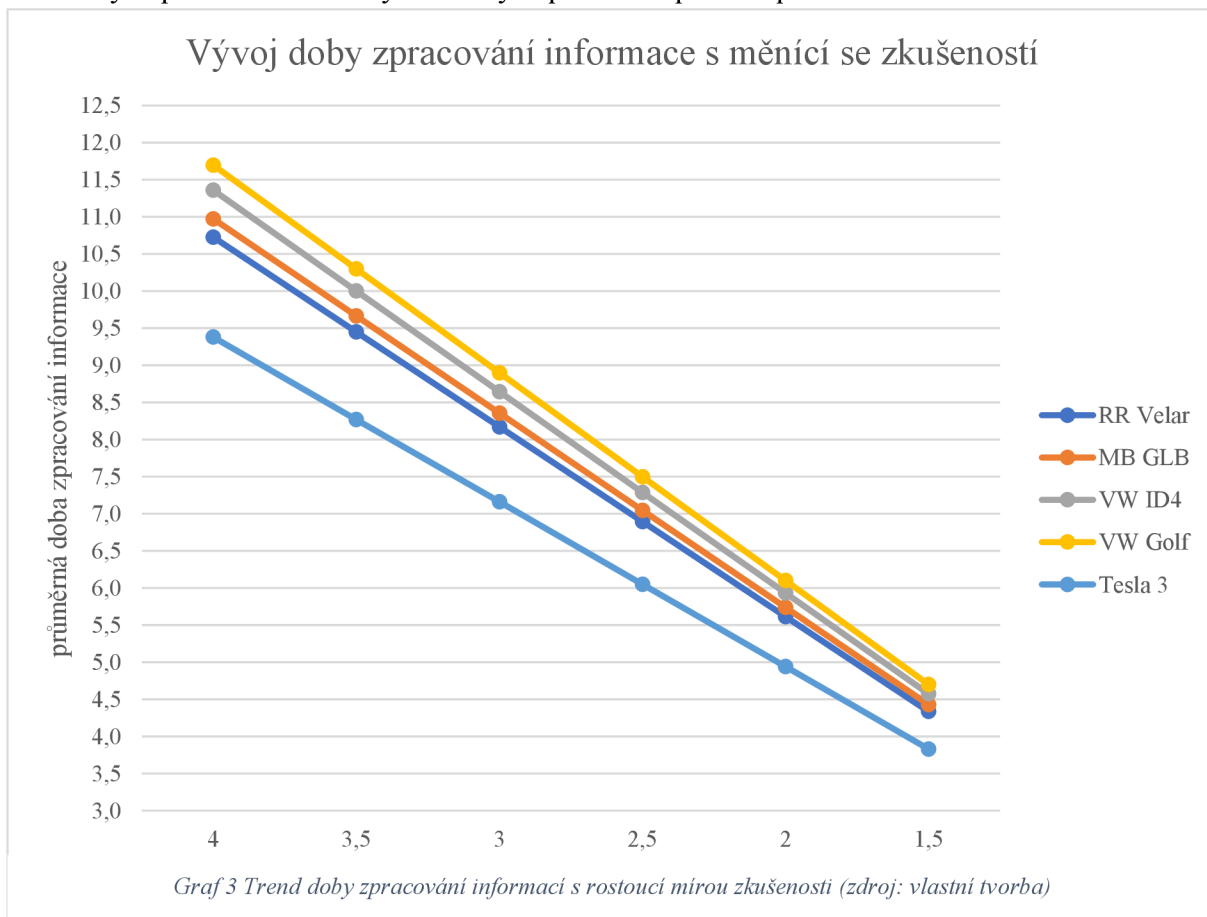
Graf 2 Porovnání doby zpracování informace pro průměrného uživatele (zdroj: vlastní tvorba)

Rozdíl mezi krajními hodnotami se snižuje s rostoucí zkušeností uživatele automobilového systému, jak je znázorněno na Graf 2, který zobrazuje hodnoty pro zkušeného uživatele. Přestože se pořadí efektivity jednotlivých systémů v průběhu získávání zkušeností nemění, celkový rozdíl doby potřebné na zpracování informace se přibližuje k nule. Výsledné porovnání doby zpracování informace je zobrazeno v grafu (Graf 2), kde je použitý stejný rozdíl maximální a minimální hodnoty na levé ose, jako v předchozím grafu pro nezkušeného uživatele (Graf 1). Je tedy patrné, že pro zkušeného uživatele nejsou v časech

potřebných na zpracování informace příliš velké rozdíly, nicméně se stále pohybují v rozmezí necelých čtyř až pěti sekund.

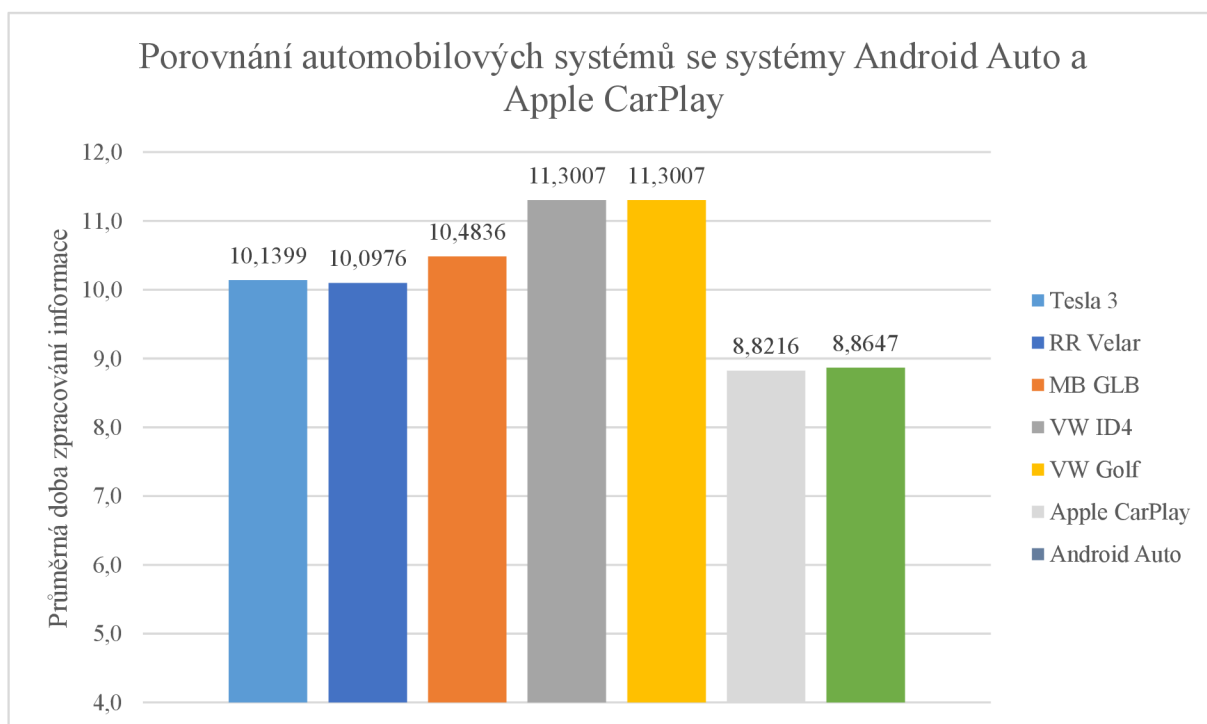
Rozdíl zmiňované doby pro zkušeného uživatele je už následně pouze necelá jedna sekunda. Trend snižujícího se času potřebného pro zpracování informace se zvyšující se zkušeností uživatele je patrný z grafu zobrazujícího postupný vývoj funkce (Graf 3). Ve chvíli, kdy na vodorovné ose zobrazíme klesající koeficient zkušenosti, tedy rostoucí zkušenost uživatele, jedná se o klesající lineární funkci, jejíž rychlost klesání je přímo ovlivněna právě tímto koeficientem. Použitá forma vzorce má za následek, že s klesající zkušeností je stále větší část výsledného času potřebného k interakci tvořena právě dobou interakce samotné, která je ve všech zobrazených hodnotách konstantní; proto se hodnoty všech testovaných systémů s rostoucí zkušeností uživatele přibližují, neboť vnímání informace z obrazovky hraje v každém kroku menší roli.

U popisu této funkce je nutné podotknout, že vozidlo bylo testováno zastavené a Hickův zákon předpokládá, že se uživatel nevěnuje ničemu jinému než interakci s daným rozhraním. Ve chvíli, když by uživatel měl infotainment ovládat za jízdy, vzorec funkce by musel být upraven. Vzorec by mohl být upraven například použitím rozumně stanoveného



exponentu logaritmu, který by zohlednil skutečnost, že řidič během jízdy nemá běžně více než jednu sekundu na věnování se infotainmentu. (24) Následný graf by měl tedy exponenciální tvar a rozdíly mezi jednotlivými hodnotami i hodnoty doby potřebné ke zpracování informace samotné by byly výrazně větší než při použití této formy Hickova zákona. Nicméně i toto použití daného vzorce znázorňuje poměrně vysokou náročnost systému na uživatelské vnímání i v případě, že je vozidlo zastavené.

V následujícím grafu jsou znázorněny výsledky porovnání automobilového systému se systémy Android Auto a Apple CarPlay (Graf 4) pro zkušenostní koeficient 4, tedy nezkušeného uživatele. Přestože jsou porovnávány pouze vrstvy, které se nachází v obou rozhraních; tedy vrstvy pro telefon, media a navigaci, automobilové systémy obecně vyžadují výrazně více času na zpracování informací než systémy zrcadlení mobilních zařízení. Při srovnání Apple CarPlay se systémem, který lze nalézt ve voze Range Rover Velar je doba potřebná ke zpracování o necelých 13 % vyšší než u systému Apple CarPlay a případě systému vozidla VW Golf, či VW ID4, je tento rozdíl téměř 22 %. V porovnání systémů Android Auto a Apple CarPlay je nepatrný rozdíl ve prospěch platformy Apple CarPlay, ten je však zanedbatelný.

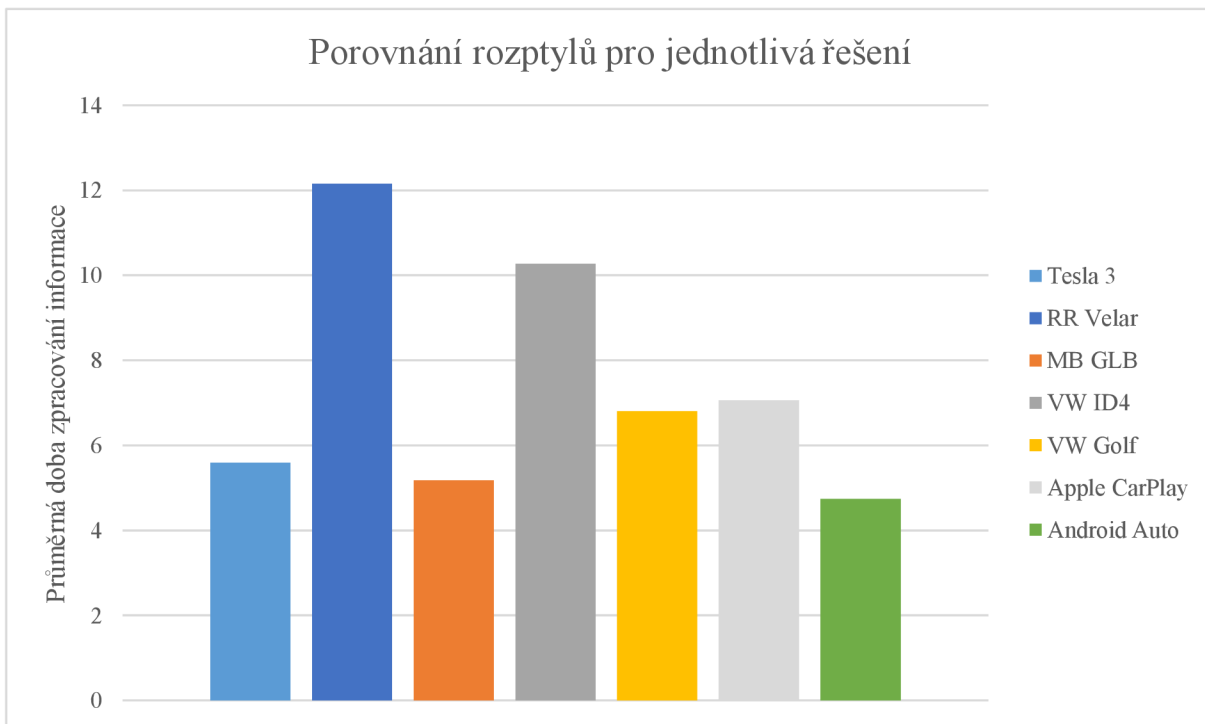


Graf 4 Porovnání automobilových systémů se systémy Android Auto a Apple Carplay (zdroj: vlastní tvorba)

V posledním grafu (Graf 5) je znázorněn celkový rozptyl naměřených hodnot pro jednotlivá vozidla a systémy Android Auto a Apple CarPlay. V případě tohoto testu je

žádoucí, aby hodnota rozptylu byla co nejnižší, neboť rozptyl zde vypovídá o konzistenci použitelnosti jednotlivých vrstev systému. Ideální je tedy případ, kdy všechny vrstvy jsou navrženy s co nejmenší zátěží na uživatele, aniž by se v systému nacházely odchylky.

Z grafu na Graf 5 je patrné, že přestože systém ve vozidle Range Rover Velar měl druhý nejnižší průměrný čas potřebný zpracování informace, rozptyl naměřených hodnot je nejvyšší ze všech testovaných vozidel a systémů. Výsledek lze interpretovat tak, že v tomto testovaném vozidle se nachází řešení, která mohou uživatele zaměstnat na dlouhou dobu, nicméně je jich méně než řešení, která jsou efektivní. Prakticky je to způsobeno tím, že Range Rover má mimo jiné velmi přehledný head-up displej, který obecně hodnotu doby zpracování snižuje. To je patrné i při srovnání vozidel VW Golf a VW ID4. Ovládací panely těchto dvou automobilů se liší zejména v obrazovce, která je za volantem a v přítomnosti head-up displeje u modelu ID4. Přestože je kombinace malého displeje za volantem a head-up displeje méně náročná na pozornost; díky tomu je hodnota doby pro zpracování informace nižší u ID4, vzhledem k použití stejného systému pro infotainment vede tento rozdíl k vyššímu rozptylu u ID4 oproti vozidlu VW Golf, které je více konzistentní v ne tak dobrých výsledcích. Na opačném konci se nachází vůz od výrobce Mercedes Benz, který se v předchozích grafech pohybuje na druhém místě v porovnávání doby potřebné k pochopení automobilových systémů. Mercedes Benz GLB je oproti ostatním automobilovým systémům



Graf 5 Porovnání rozptylů pro jednotlivá řešení (zdroj: vlastní tvorba)

velmi konzistentní a výsledek poukazuje na to, že většina vrstev, které byly testovány v automobilu Mercedes Benz GLB, měla relativně dobrý výsledek. V případě vozidla Tesla je výsledek rozptylu opět velmi příznivý a poukazuje na dobře navržené rozhraní. A to i přesto, že se veškeré informace k uživateli dostávají skrze jednu obrazovku. Je to zapříčiněno logickým a minimalistickým rozvržením jednotlivých segmentů na obrazovce.

Dalším poznatkem, který lze z výsledků vyčíst, je i fakt, že MB GLB, který má nejnižší rozptyl, má nejvyšší počet testovaných vrstev (39). Pro srovnání Range Rover Velar má počet testovaných vrstev 36, přestože disponuje head-up displejem, který v testovaném MB GLB nenajdeme. Oproti tomu ve vozidle Tesla Model 3 nalezneme testovaných vrstev pouze 25, což je logické s ohledem na přítomnost jediné obrazovky ve vozidle. Výsledek lze interpretovat způsobem, že systém vozidla od výrobce Mercedes Benz je rozdělen do více vrstev, které mají konzistentní množství možností. To je také důvodem, proč má systém nejnižší rozptyl. Tento způsob návrhu je velmi vhodný pro nové uživatele, neboť trvá kratší dobu, než jsou jednotlivé vrstvy identifikovány, tedy než se uživatel v systému zorientuje. Nicméně ve chvíli, kdy uživatel je už velmi zkušený expert a je omezován primárně dobou interakce pomocí ovládacího prvku, může se v určitém momentu stát, že dosažení cíle proběhne rychleji na obrazovce s více možnostmi, neboť uživatel orientací na obrazovce nebude trávit žádný čas. Oproti rozdělení uživatelského rozhraní do více vrstev pak u zmíněného expertního uživatele nebude omezení konstantou, která se přičítá v každé interakci s vrstvou infotainmentu. Nutno však podotknout, že je to čistě teoretický scénář, ke kterému během testování s rozumně nastavenými hodnotami nemůže dojít.

6 VLASTNÍ NÁVRH

Analýzou současných řešení jsou stanovena pozitiva a negativa v použití konkrétních přístupů a technologií, na jejichž základě je možné vypracovat návrh eliminující nedostatky jednotlivých řešení a vhodně kombinující jejich pozitiva.

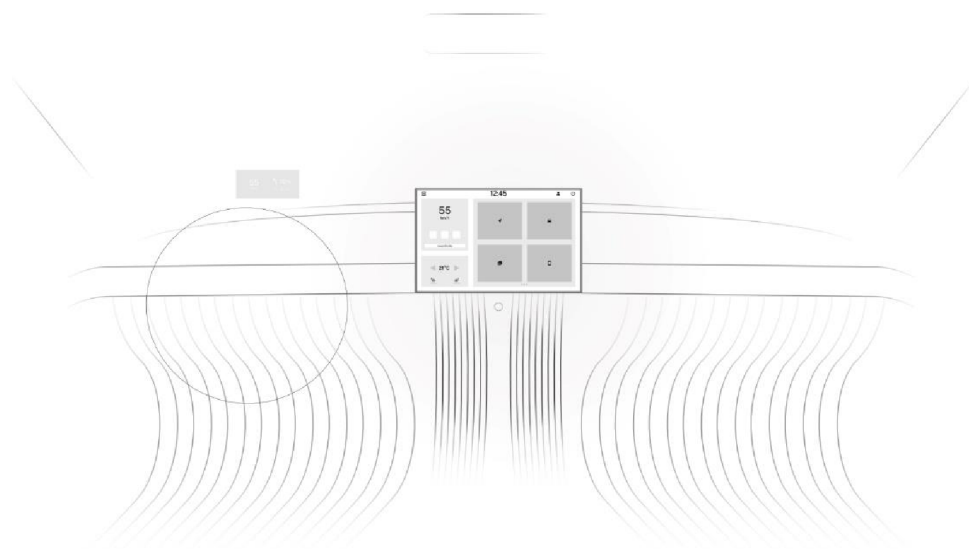
6.1 PŘÍNOSY EXITUJÍCÍCH ŘEŠENÍ

Při analýze bylo zjištěno, že head-up displeje mají obecně pozitivní vliv na průměrnou délku zpracování informace uživatelem. Bylo to potvrzeno zejména u srovnání vozidel VW Golf a VW ID4, které mají stejné infotainmenty, ale liší se právě v návrhu obrazovky za volantem a přítomností head-up displeje a z výsledků je patrné, že doba zpracovávání informace je pro vozidlo s head-up displejem nižší. To mimo jiné podpořilo již zmíněný předpoklad. (13, 32) Dalším přínosným řešením byl způsob návrhu infotainmentu ve vozidlech Range Rover a Mercedes Benz, u kterých je rozhraní rozděleno do menších segmentů, které nevyžadují tolik času na analýzu a následně je interakce s nimi rychlejší. Je to patrné zejména na menu zmíněných automobilů; u vozu Mercedes Benz je menu rozděleno do více stránek, na kterých se nalézají pouze tři ikony menu. V porovnání s vozidlem s vozidlem VW Golf, u kterého se na obrazovkách nachází o 5 prvků více než u vozidla Mercedes Benz, toto řešení pro nezkušeného uživatele zvýší dobu zpracování téměř o 4 sekundy. Způsob rozdělení hlavní nabídky do více stránek umožní uživateli rychle zpracovat nabízené informace na obrazovce a mimo nižší informační přetížení je také umožněno navrhnout ikony větších rozměrů a následně interakce s nimi, obzvláště během jízdy, je výrazně snazší.

Cenným poznatkem testu je také menší náročnost na uživatelskou pozornost při použití pouze jedné středové obrazovky. Bezpochyby je tento pozitivní výsledek způsoben také kvalitním návrhem a použitím jediné obrazovky není nejlepším řešením za jakýchkoli podmínek, nicméně při použití tohoto řešení nedochází ke kritizované redundanci zobrazovaných informací (odstavec Informační přetížení), která má na dobu zpracování informací negativní vliv.

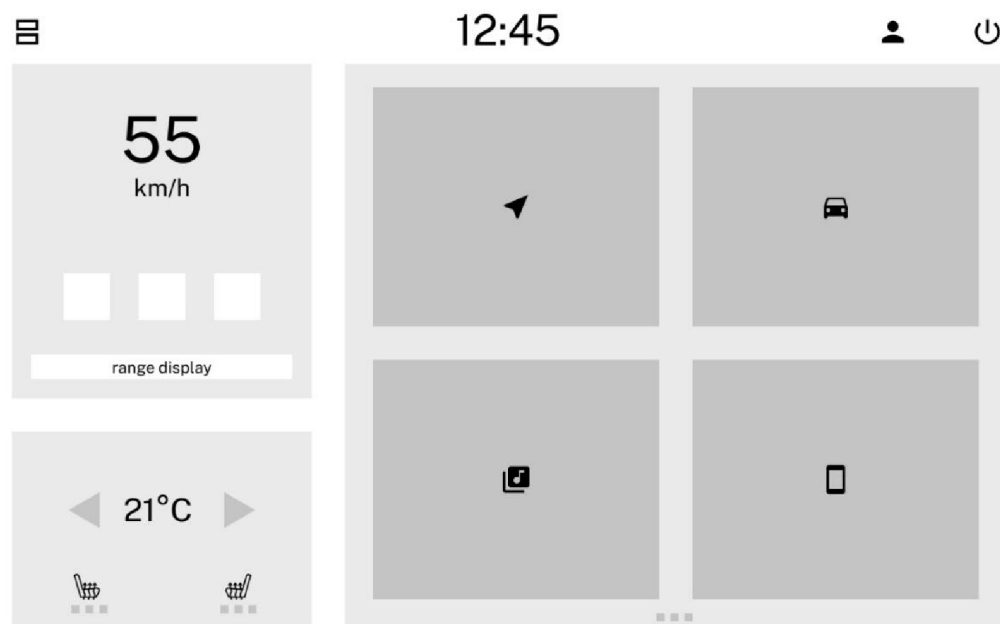
6.2 NÁVRH

Vlastní návrh je založen na kombinaci prvků a principů, které z testu vyšly kladně hodnocené a plnění případů použití definovaných zde: kapitola Poskytnuté informace ovládacího panelu. Jedná se o návrh, který je kombinuje všechny funkce do jedné dotykové obrazovky o velikosti 10,5“, která se nachází uprostřed kabiny. Velikost obrazovky byla zvolena na základě velikosti testovaných obrazovek a je chápána jako ekonomicky přijatelná volba pro automobilky, neboť obrazovky této velikosti se ve vozech nacházejí. (Popis testovaných částí vozidel) Nejedná se tedy o řešení, které by bylo nedosažitelné z důvodu šetření prostředků. Tato obrazovka zobrazuje, podobně jako u vozidla Tesla Model 3, veškeré potřebné jízdní informace v kombinaci s ovládáním klimatizace a infotainmentu. Celkové řešení je obohaceno přítomností head-up displeje, který zobrazuje základní informace o jízdě přímo v zorném poli řidiče a snižuje tak řidičovu potřebu se věnovat jiným podnětům displeje.



Obrázek 8 Vizualizace vlastního návrhu v kabině automobilu (zdroj: vlastní tvorba)

Obrazovka je rozdělena do třech hlavních segmentů; segment 1 zobrazuje jízdní informace, segment 2 zobrazuje rychlou volbu pro ovládání klimatizace, segment 3 zobrazuje zbylé funkce infotainmentu; media, navigaci, telefon a další případné aplikace, pro které je prostor na dalších stránkách tohoto segmentu. Mimo hlavní segmenty se na horním okraji obrazovky nachází čas, rychlé nastavení uspořádání obrazovky, změna profilu řidiče a možnost infotainment kompletně vypnout. Konkrétní uspořádání je vyobrazeno na Obrázek 9



Obrázek 9 Logický design domácí obrazovky (zdroj: vlastní tvorba) prototyp dostupný tomto [odkazu](#).

Logický design domácí obrazovky (zdroj: vlastní tvorba).

Cílem návrhu je zobrazovat na jednotlivých vrstvách adekvátní množství informací, aby nedošlo k dlouhé reakční době uživatele. Proto se v segmentu menu nachází pouze 4 položky nabízející uživateli interakci. V segmentu zobrazující klimatizaci se nabízí také 4 možnosti a v segmentu, ve kterém je zobrazena rychlost, jsou možnosti pouze 3. V komplikovanějších sekcích, jako například v seznamech, je počet zobrazovaných položek navýšen, nikdy však nepřesahuje počet šesti položek.

Segment klimatizace nabízí rychlou interakci s teplotou automobilu v automatickém režimu a rychlé nastavení vyhřívání sedadel. Při kliknutí mimo ovládací prvek rychlého nastavení se segment přepne do podrobného nastavení klimatizace, kde si může volit teplotu i spolujezdec, případně lze přepnout klimatizaci do manuálního režimu.

V segmentu, ve kterém se zobrazuje rychlost, se nachází pole pro rychlá nastavení vozidla. Tyto rychlé funkce a jejich počet jsou voleny uživatelem (0-4 rychlá nastavení), případně pokud nejsou voleny všechny, návrh spoléhá na pokročilé vlastnosti automatizace, které je vozidlo schopné vyhodnotit na základě sebou měřených informací (okolní teplota), nebo informace získané online, jako například konkrétní předpověď počasí. Na základě těchto informací by vozidlo bylo schopné doporučit vhodné rychlé nastavení; kupříkladu vyhřívání oken v případě mrazů. Konkrétní rychlé volby jsou uloženy do profilu řidiče a každému řidiči je tak umožněno nastavit si ovládání podle svých potřeb. Personalizace se promítá i do uspořádání pořadí jednotlivých ikon v menu, nastavení minimalistické obrazovky, oblíbených radiových stanic a oblíbených míst uložených na mapě, což samotnou interakci také urychlí, nicméně se zásadně neliší od již existujících systémů. Součástí návrhu je mimo jiné vize použití této personalizace právě při sdílení vozidel; uživatelské prostředí by se stalo přenosným i do jiných vozidel, které jsou sdílené. Informace o personalizaci by mohly být nahrány do vozidla přímo pomocí identifikátoru, kterým je zpravidla čipová karta, či by personalizační data byla přeposlána do vozidla při jeho odemykání přes internet. Tato metoda je pochopitelně aplikovatelná na jakýkoli infotainment, nicméně pokud je možnost personalizace vysoká, je přínos jejího přenosu o něco vyšší.

6.3 TESTOVÁNÍ POUŽITELNOSTI

Pro testování použitelnosti byl využit interaktivní prototyp vytvořený v programu Figma, který byl spuštěn v kabině vozidla na dotykovém tabletu Samsung Tab S4, jehož obrazovka odpovídá potenciální velikosti obrazovky ve vozidle. Součástí testu byl i head-up displej, který byl simulován odrazem z OLED displeje nacházejícího se pod předním oknem. Jeho odraz byl tak zobrazen v zorném poli uživatele. Testování probíhalo za lehce zhoršených světelných podmínek, kdy toto jednoduché nahrazení head-up displeje nepředstavovalo zásadní nevýhodu.

Prototyp byl otestován kvalitativně s pěti uživateli. Každému uživateli bylo položeno 10 úkolů, které měli se systémem vykonat. Jednalo se o úkony, které jsou prováděny při běžném používání vozidla; zapnutí rádia a naladění požadované stanice, nastavení navigace, přepnutí nastavení klimatizace a podobně. Konkrétní úkoly jsou vypsány zde:

1. Spustit navigaci na adresu domova
2. Změnit teplotu klimatizace a nastavit vnitřní cirkulaci vzduchu

3. Nastavit připojení nového Bluetooth zařízení
4. Nastavit konkrétní radiovou stanici a přidat ji do oblíbených
5. Změnit zdroj přehrávání médií
6. Upravit rychlé volby nastavení vozidla
7. Změnit pořadí jednotlivých ikon v menu
8. Změnit typ zobrazení menu
9. Přepnout profil uživatele a smazat existující profil 2
10. Vypnout obrazovku a zobrazit jen rychlost a rychlá nastavení

7 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ

7.1 VÝSLEDKY A DISKUSE

7.1.1 Vlastní návrh

Na konci úkolové části testování rozhraní uživateli proběhla diskuse výsledků a případných nedostatků vlastního návrhu. Nedostatky objevené uživateli jsou:

1. Zdlouhavé navigování bez domácího tlačítka
2. Výraznější rozlišení panelu klimatizace oproti ostatním prvkům v návrhu
3. Příliš světlé prostředí systému.
4. Nedostatečné zvýraznění aktivního prvku v menu

Reakce testovaných subjektů byla obecně pozitivní a uživatelé neměli problém s orientací v systému. Výtky k designu se týkaly převážně grafického zpracování, což u logického designu nehraje příliš velkou roli a systém by ve své reálné vypadadal graficky podstatně jinak. Většina účastníků hodnotila návrh jako velmi přehledný a snadný k rychlému zacházení. Uživatelé hodnotili velmi kladně možnost a rozsáhlost personalizace, která byla do detailu popsána v diskusi po testování.

Mimo testování s uživateli, jednotlivé vrstvy byly také podrobeny testování pomocí Hickova zákona, aby bylo možné řešení porovnat s existujícími systémy. Z výsledků testu pomocí Hickova zákona vyšly hodnoty podobné jako u systému Android Auto či Apple CarPlay, tedy pozitivně nízké. Pro nezkušeného uživatele je průměrná doba na zpracování

informace 8,59 sekund, což je zhruba o 0,2s méně, než u platformy Android Auto, která vyžadovala nejméně času ze všech existujících řešení. Oproti platformám zrcadlící aplikace mobilního zařízení však návrh zobrazuje všechny informace o jízdě. Největším rozdílem je však hodnota rozptylu hodnot; 1,33, která je opět nejnižší ze všech testovaných platform, ovšem jedná se o téměř čtvrtinovou hodnotu ostatních řešení (rozptyl Android Auto = 4,74, Mercedes Benz GLB = 5,18). Návrh je tedy velmi konzistentní v počtu zobrazovaných možností, což zaručuje nízkou reakční dobu na všech vrstvách návrhu. Této nízké hodnoty bylo dosaženo zejména rozdělením jednotlivých položek do více vrstev tak, aby se na obrazovce zobrazoval vždy jen nízký počet možností.

7.1.2 Existující řešení

Analýzou existujících řešení bylo zjištěno, že automobilové systémy vyžadují od uživatele relativně vysokou míru pozornosti, zejména pro takového uživatele, který nemá předchozí zkušenosti s používáním systému. Přestože doba, která je k interakci potřebná s rostoucí zkušeností uživatele klesá, i u zkušeného uživatele se nejedná o přijatelně nízkou hodnotu. V případě testování systémů Android Auto a Apple CarPlay jsou hodnoty výrazně příznivější; tyto systémy svým návrhem vyžadují méně pozornosti než systémy použité samotnými automobilkami. Tuto skutečnost lze přisoudit dlouholetému vývoji uživatelských rozhraní, která jsou používána společnostmi Apple a Google pro vývoj software už několik desítek let a mají přístup k velkému množství dat o používání daných software. Oproti tomu digitalizace automobilových interiérů je stále relativně nová disciplína, a tak je adaptace výrobců automobilů složitější. Unikátní přístup ukazuje automobilka Volvo, která místo vyvíjení vlastního systému spolupracuje se společností Google na vývoji uživatelsky přívětivého operačního systému, který by měl vycházet ze standardů, které jsou už uživatelům známé. (33) Jedná se stále o prototyp a neexistuje testovatelná varianta konkrétního systému.

Při srovnání výsledků, které jsou vypracovávány zpravidla automobilovými novináři s výsledky testu pomocí Hickova zákona nedochází k větším odchýlkám. (34) Novináři a uživateli je často oceňována jednoduchost rozhraní a systémy s velkým množstvím informací jsou běžně hodnoceny jako zbytečně komplikované a neintuitivní. Při hodnocení ovládacích panelů automobilů uživateli bývá vozidlům často vytýkán postup odstraňování hardwarových tlačítek s nahrazováním jejich funkcí dotykovou obrazovkou. (35) Jedná se však o případy, kde automobilky neadaptují funkcionalitu tlačítka zobrazeného nově na

dotykové obrazovce, jehož funkce zůstává stejná, ačkoli by mohla být rozšířena. Z testu provedeného na principu Hickova zákona se ukazuje, že i dobře navržená dotyková obrazovka může být přínosná a že výtky vůči dotykovým obrazovkám přichází často z důvodu špatného návrhu či implementace některých funkcí. Dalším poznatkem, který vyplývá z testu je, že koncept jednoduché malé obrazovky za volantem, která nahrazuje přístrojovou desku vozidla, výrazně napomáhá přehlednosti kabiny vozidla (srovnání VW Golf a VW ID4). Tato malá obrazovka by mohla do budoucna být nahrazena head-up displejem, který bude zobrazovat základní informace přímo do zorného pole řidiče. Je však zásadní, aby množství zobrazovaných informací nepřesáhlo požadavky uživatele.

Dalším prvkem, který zlepšuje interakci s automobilovým systémem je personalizace. Ta přispívá k celkové spokojenosti uživatele, neboť mu umožňuje si přizpůsobit uživatelské rozhraní podle vlastních potřeb. Personalizace se ve vozidlech objevuje převážně v přítomnosti uživatelských profilů, do kterých si lze personalizovaná nastavení ukládat. V testu pomocí Hickova zákona se tato funkcionalita nijak nezobrazí a na výsledek nemá žádný vliv. Jediný způsob zohlednění uživatelského přizpůsobení je v testu připuštění uživatelské zkušenosti, které lze chápat jako přizpůsobení uživatele systému, tedy jedná se pouze o opačný proces, který má stejný výsledek. Lze předpokládat, že přizpůsobené rozhraní bude mít časy potřebné na zpracování informací nižší než rozhraní nepřizpůsobené. Z pohledu personalizace je opět velmi užitečný přístup technologií Android Auto a Apple CarPlay, neboť veškerá personalizační data jsou ukládána do zařízení, které se následně zrcadlí – tedy informace o oblíbených kontaktech, místech na mapě, či oblíbených hudebních skladbách se stanou součástí automobilové obrazovky po připojení telefonu v jakémkoli automobilu, tedy uživatel není nutně vázán na používání jednoho konkrétního vozu. Je to další výhoda, kterou matematický test nezohledňuje a při jejím zohlednění by výsledek pro platformy Android Auto a Apple CarPlay byl ještě pozitivnější.

8 ZÁVĚR

Cílem této práce byla analýza a srovnání existujících uživatelských rozhraní ovládacích panelů v automobilech různých značek s různými typy pohonů a na základě těchto výsledků vytvoření vlastního návrhu, který analyzované nedostatky neobsahuje a nabízí způsob řešení problematiky, která se zaměřuje primárně na efektivitu interakce a zlepšuje tak bezpečnost provozování automobilu.

V teoretické části jsou definovány postřehy a východiska, na kterých je založen postup praktické části. Teoretická část popisuje současné způsoby navrhování ovládacích panelů a představuje důvody, proč by současné systémy měly být vylepšovány a jak by se měl změnit pohled na navrhování kabinového prostoru automobilů.

Kapitola vlastní práce je rozdělena na dvě části; první část se věnuje testování existujících řešení a druhá část se věnuje vytvoření vlastního návrhu ovládacího panelu. Ovládací panely existujících řešení byly rozděleny do jednotlivých ovládacích vrstev, následně otestovaných pomocí Hickova zákona (Hick's law), který se zaměřuje na stanovení hodnoty doby potřebné ke zpracování informace při výběru z více možností. Způsob testování byl vybrán tak, aby co nejlépe koreloval s postřehy nedostatků zmíněných v teoretické části; většina systémů dospěla do fáze vývoje, kdy je jejich součástí příliš velké množství funkcí na to, aby byly rychle a snadno ovladatelné, což vede k výraznému rozptylování řidiče při ovládání vozidla. Na základě hodnot z první části byl vytvořen interaktivní logický design uživatelského rozhraní, který byl otestován uživateli, aby se ověřila jeho použitelnost. Po ověření použitelnosti byl návrh uživatelského rozhraní otestován také pomocí Hickova zákona, aby bylo možné jeho výsledky porovnat s existujícími řešeními.

Výsledky testování vlastního návrhu a testování existujících řešení jsou rozebrány v části výsledky a diskuse, která se věnuje určení jejich kredibility a hodnotí do jaké míry odpovídají předpokladům z teoretické části práce.

9 REFERENCE

1. HAN, Xuan and Patrick PATTERSON. The effect of information availability in a user interface (UI) on in-vehicle task performance: A pilot study. *International Journal of Industrial Ergonomics* [online]. 2017, **61**, 131–141. ISSN 01698141. Available at: doi:10.1016/j.ergon.2017.05.015
2. ZENG, Qingshu, Bing JIANG and Qijun DUAN. Integrated evaluation of hardware and software interfaces for automotive human–machine interaction. *IET Cyber-Physical Systems: Theory & Applications* [online]. 2019, **4**(3). ISSN 2398-3396. Available at: doi:10.1049/iet-cps.2019.0002
3. YANG, Hao, Jitao ZHANG, Yueran WANG and Ruoyu JIA. Exploring relationships between design features and system usability of intelligent car human–machine interface[Formula presented]. *Robotics and Autonomous Systems* [online]. 2021, **143**. ISSN 09218890. Available at: doi:10.1016/j.robot.2021.103829
4. SAXENA ANSHUL. Everything You Need to Know About In-Vehicle Infotainment Systems. *www.einfochips.com* [online]. 3. February 2020 [accessed. 2021-10-29]. Available at: <https://www.einfochips.com/blog/everything-you-need-to-know-about-in-vehicle-infotainment-system/>
5. HICKMAN, Joshua. Ka-Chow!!! Driving Android Auto. *DFIR Review* [online]. 2019. Available at: doi:10.21428/482a8d7a
6. GARZON, Sandro Rodriguez. Intelligent In-Car-Infotainment System: A Prototypical Implementation. In: *2012 Eighth International Conference on Intelligent Environments* [online]. B.m.: IEEE, 2012, p. 371–374. ISBN 978-1-4673-2093-1. Available at: doi:10.1109/IE.2012.19
7. WALKER, Steve. What is Android Auto? Full review and user guide. *Auto Express* [online]. 11. June 2021 [accessed. 2022-02-10]. Available at: <https://www.autoexpress.co.uk/car-tech/96496/what-is-android-auto-full-review-and-user-guide>
8. LARGE, David R., Gary BURNETT, Elizabeth CRUNDALL, Glyn LAWSON, Lee SKRYPCHUK and Alex MOUZAKITIS. Evaluating secondary input devices to

- support an automotive touchscreen HMI: A cross-cultural simulator study conducted in the UK and China. *Applied Ergonomics* [online]. 2019, **78**. ISSN 00036870. Available at: doi:10.1016/j.apergo.2019.03.005
9. ZENG, Qingshu and Qijun DUAN. A Study on Integrated Design Process of Software and Hardware Interfaces for Automotive Human-Machine Interaction. In: Pei-Luen Patrick RAU, ed. *Cross-Cultural Design. Methods, Tools and User Experience*. Cham: Springer International Publishing, 2019, p. 105–123. ISBN 978-3-030-22577-3.
 10. ANONYMOUS. *Connected vehicle technologies - forecasts to 2035 - 2021 Q2 Edition: The Importance of HMI design* [online]. Bromsgrove: Aroq Limited. 2021. Available at: <http://ezproxy.techlib.cz/login?url=https://www.proquest.com/reports/connected-vehicle-technologies-forecasts-2035/docview/2516907611/se-2?accountid=119841>
 11. PARK, Jaekyu and Youngjae IM. Visual Enhancements for the Driver's Information Search on Automotive Head-up Display. *International Journal of Human-Computer Interaction* [online]. 2021, **37**(18), 1737–1748. ISSN 1044-7318. Available at: doi:10.1080/10447318.2021.1908667
 12. PARK, Kibum and Youngjae IM. Ergonomic Guidelines of Head-Up Display User Interface during Semi-Automated Driving. *Electronics* [online]. 2020, **9**(4), 611. ISSN 2079-9292. Available at: doi:10.3390/electronics9040611
 13. TOPLISS, Bethan Hannah, Sanna M. PAMPEL, Gary BURNETT and Joseph L. GABBARD. Evaluating Head-Up Displays across Windshield Locations. In: *Proceedings of the 11th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications* [online]. New York, NY, USA: ACM, 2019, p. 244–253. ISBN 9781450368841. Available at: doi:10.1145/3342197.3344524
 14. HAN, Xuan and Patrick PATTERSON. The effect of information availability in a user interface (UI) on in-vehicle task performance: A pilot study. *International Journal of Industrial Ergonomics* [online]. 2017, **61**, 131–141. ISSN 01698141. Available at: doi:10.1016/j.ergon.2017.05.015

15. SPEIER, Cheri, Joseph S. VALACICH and Iris VESSEY. The Influence of Task Interruption on Individual Decision Making: An Information Overload Perspective. *Decision Sciences* [online]. 1999, **30**(2), 337–360. ISSN 0011-7315. Available at: doi:10.1111/j.1540-5915.1999.tb01613.x
16. ROETZEL, Peter Gordon. Information overload in the information age: a review of the literature from business administration, business psychology, and related disciplines with a bibliometric approach and framework development. *Business Research* [online]. 2019, **12**(2), 479–522. ISSN 2198-3402. Available at: doi:10.1007/s40685-018-0069-z
17. BOWERS, Kelly. What is Smart Technology and what are its Benefits? *Rezaid* [online]. 26. July 2019 [accessed. 2021-11-22]. Available at: <https://rezaid.co.uk/smart-technology-and-its-benefits/>
18. GUARDA, Dinis. Smart Vehicles & IoT – In A World Where Everything Is Connected, What Will Be The Role Of Smart Vehicles And What Changes It Will Bring To Our Lives? *Intelligent HQ* [online]. 2020 [accessed. 2021-11-22]. Available at: <https://www.intelligenthq.com/smart-vehicles-the-internet-of-things/>
19. MALIK, Yogesh. Smart, Connected and IoT Based Devices. What’s The Difference? *Medium* [online]. 2017 [accessed. 2021-11-22]. Available at: <https://yogeshmalik.medium.com/smart-connected-and-iot-based-devices-whats-the-difference-36fc1bdc36b2>
20. NANSUBUGA, Brenda and Christian KOWALKOWSKI. Carsharing: a systematic literature review and research agenda. *Journal of Service Management* [online]. 2021, **32**(6), 55–91. ISSN 1757-5818. Available at: doi:10.1108/JOSM-10-2020-0344
21. AMATUNI, Levon, Juudit OTTELIN, Bernhard STEUBING and José M. MOGOLLÓN. Does car sharing reduce greenhouse gas emissions? Assessing the modal shift and lifetime shift rebound effects from a life cycle perspective. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2020, **266**, 121869. ISSN 09596526. Available at: doi:10.1016/j.jclepro.2020.121869
22. NIJLAND, Hans and Jordy VANMEERKERK. Mobility and environmental impacts of car sharing in the Netherlands. *Environmental Innovation and Societal Transitions*

- [online]. 2017, **23**, 84–91. ISSN 2210-4224. Available at: [doi:https://doi.org/10.1016/j.eist.2017.02.001](https://doi.org/10.1016/j.eist.2017.02.001)
23. SOPJANI, Liridona, Jenny Janhager STIER, Mia HESSELGREN and Sofia RITZÉN. Shared mobility services versus private car: Implications of changes in everyday life. *Journal of Cleaner Production* [online]. 2020, **259**, 120845. ISSN 09596526. Available at: [doi:10.1016/j.jclepro.2020.120845](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120845)
 24. PREECE, Jenny, Helen SHARP and Yvonne ROGERS. Interaction Design - Beyond Human-Computer Interaction, Fourth Edition. *Journal of Chemical Information and Modeling*. 2015, **53**(9). ISSN 1098-6596.
 25. PAVLÍČEK, Josef. *Interakce člověk a počítač*. Praha: Česká Zemědělská Univerzita v Praze. 2021
 26. HEWETT, Thomas, Ronald BAECKER, Stuart CARD, Tom CAREY, Jean GASEN, Marilyn MANTEI, Gary PERLMAN, Gary STRONG and William VERPLANK. *ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction* [online]. B.m.: Association for Computing Machinery, 1992. ISBN 0897914740. Available at: [doi:10.1145/2594128](https://doi.org/10.1145/2594128)
 27. JOHNSON, Jeff and Jeff JOHNSON. *Designing with the Mind in Mind: Simple Guide to Understanding User Interface Design Guidelines* [online]. San Francisco, UNITED STATES: Elsevier Science & Technology, 2014. ISBN 9780124115569. Available at: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/techlib-ebooks/detail.action?docID=1584420>
 28. Future of In-Vehicle AI Powered Voice-Controlled Personal Assistant. *Future Bridge* [online]. 2021 [accessed. 2022-02-08]. Available at: <https://www.futurebridge.com/industry/perspectives-mobility/future-of-in-vehicle-ai-powered-voice-controlled-personal-assistant/>
 29. ALI, Abu and Andre LIEM. The use of formal aesthetic principles as a tool for design conceptualisation and detailing. *DS 81: Proceedings of NordDesign 2014, Espoo, Finland 27-29th August 2014*. 2014. ISSN 190467058X.

30. HICK, W. E. On the Rate of Gain of Information. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* [online]. 1952, **4**(1), 11–26. ISSN 0033-555X. Available at: doi:10.1080/17470215208416600
31. PROCTOR, Robert W and Darryl W SCHNEIDER. Hick’s law for choice reaction time: A review. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* [online]. 2018, **71**(6), 1281–1299. ISSN 1747-0218. Available at: doi:10.1080/17470218.2017.1322622
32. CHAN, CHIHYUN, CHAO-HSI TSAO and RICHARD N YOUNGWORTH. Designing and analyzing automotive head-up displays: Design of head-up display systems for automotive applications benefits from modern optical design and illumination software. *Laser Focus World* [online]. 2021, **57**(4), 42–44. ISSN 10438092. Available at: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=149799606&lang=cs&site=ehost-live>
33. VOLVO CARS MEDIA RELATIONS. Volvo Cars and Google continue partnership for next generation safe and connected user experience. *Volvo Cars Media Relations* [online]. 31. June 2021 [accessed. 2022-02-09]. Available at: <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/283547/volvo-cars-and-google-continue-partnership-for-next-generation-safe-and-connected-user-experience>
34. EVANS, Claire. Most and least distracting car infotainment systems. *What car?* [online]. 23. November 2020 [accessed. 2022-02-15]. Available at: <https://www.whatcar.com/news/most-and-least-distracting-car-infotainment-systems-verdict/n21273>
35. RUTHERFORD, Mike. The latest infotainment systems in some VWs aren’t fit for purpose. *Auto Express* [online]. 22. August 2021 [accessed. 2022-02-10]. Available at: <https://www.autoexpress.co.uk/opinion/355800/latest-infotainment-systems-some-vws-arent-fit-purpose>
36. TESLA. Tesla Model 3 Interior. *tesla.com* [online]. 2022 [accessed. 2022-02-21]. Available at: <https://www.tesla.com/model3>

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Ukázka různých typů ovládacích panelů se zvýrazněnou obrazovkou sloužící k zobrazení infotainmentu.(zdroj:[2])	14
Obrázek 2 Vyobrazení různých typů informačních displejů v kabině vozidla (zdroj: Park and Im 2021)	18
Obrázek 3 Kabina testovaného vozu 1 s popisky (zdroj: vlastní tvorba)	30
Obrázek 4 - Kabina testovaného vozidla 2 s popisky (zdroj: vlastní tvorba)	32
Obrázek 5 - Kabina testovaného vozidla 3 s popisky (zdroj: vlastní tvorba)	33
Obrázek 6 - Kabina testovaného vozidla 4 s popisky (zdroj: vlastní tvorba)	34
Obrázek 7 Interiér testovaného vozidla 5 s popisky (zdroj: [35])	35
Obrázek 8 Vizualizace vlastního návrhu v kabině automobilu (zdroj: vlastní tvorba)	44
Obrázek 9 Logický design domácí obrazovky (zdroj: vlastní tvorba) prototyp dostupný tomto odkazu.	45

11 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Porovnání průměrné doby zpracování informace nezkušeným uživatelem (zdroj: vlastní tvorba)	37
Graf 2 Porovnání doby zpracování informace pro průměrného uživatele (zdroj: vlastní tvorba)	38
Graf 3 Trend doby zpracování informací s rostoucí mírou zkušenosti (zdroj: vlastní tvorba).....	39
Graf 4 Porovnání automobilových systémů se systémy Android Auto a Apple Carplay (zdroj: vlastní tvorba)	40
Graf 5 Porovnání rozptylů pro jednotlivá řešení (zdroj: vlastní tvorba)	41

12 ODKAZ NA PROTOTYP

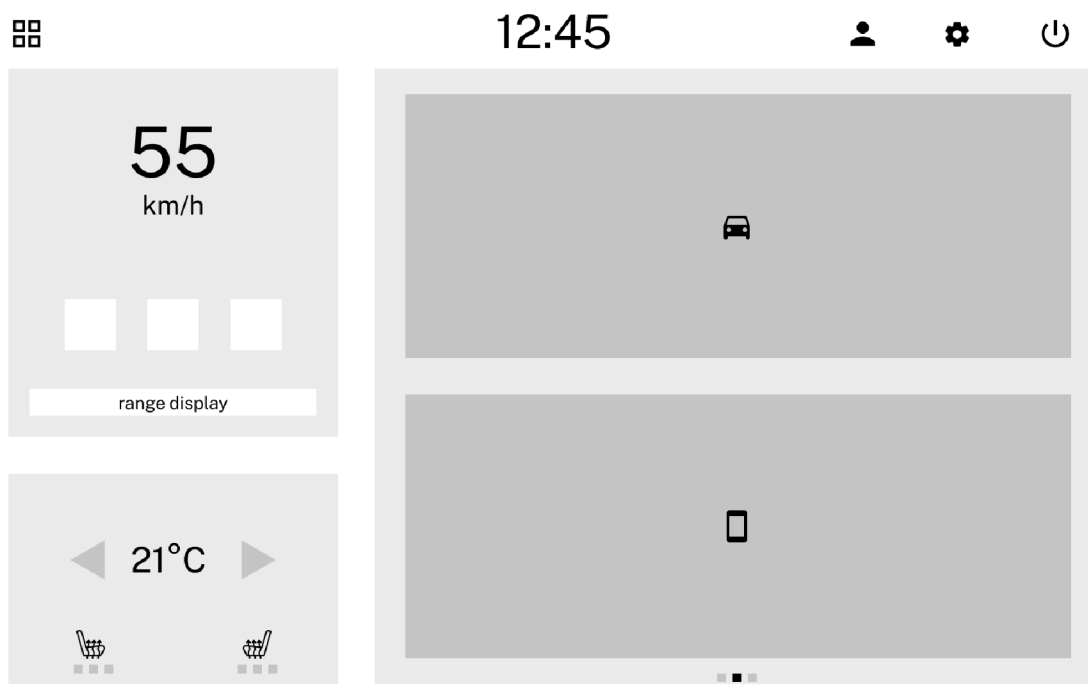
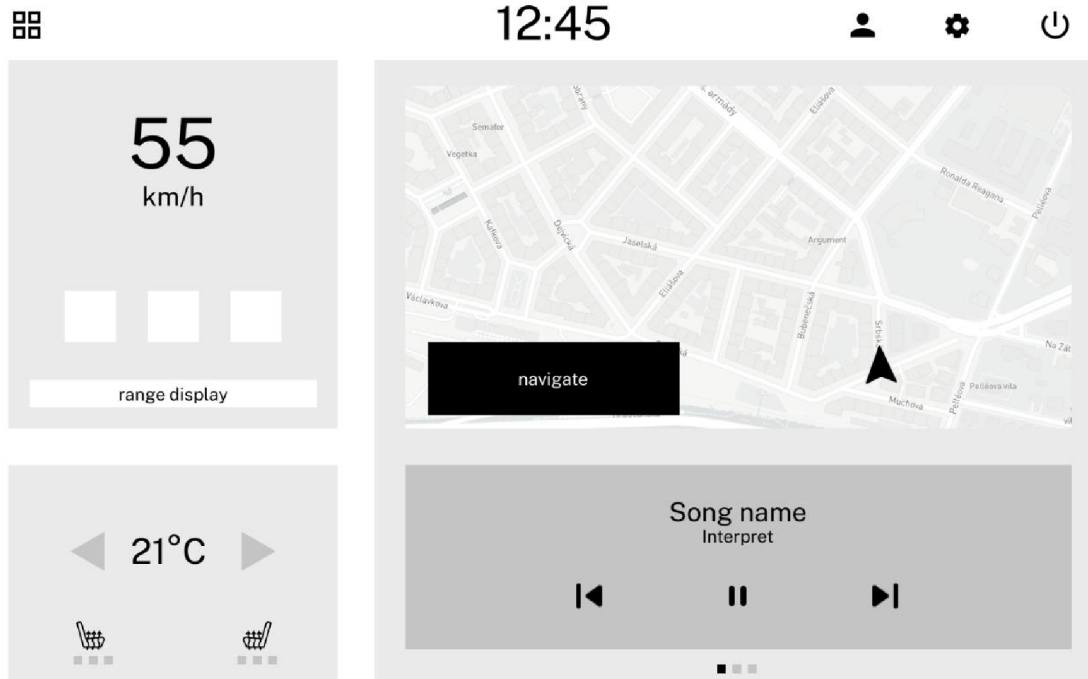
[odkaz](#)

<https://www.figma.com/proto/vyxcutASEaZWUwaustrbJb8/N%C3%A1vrh-obrazovky-automobilu---logick%C3%BD-design.?page-id=0%3A1&node-id=3%3A3&viewport=241%2C48%2C0.1&scaling=scale-down&starting-point-node-id=12%3A63>

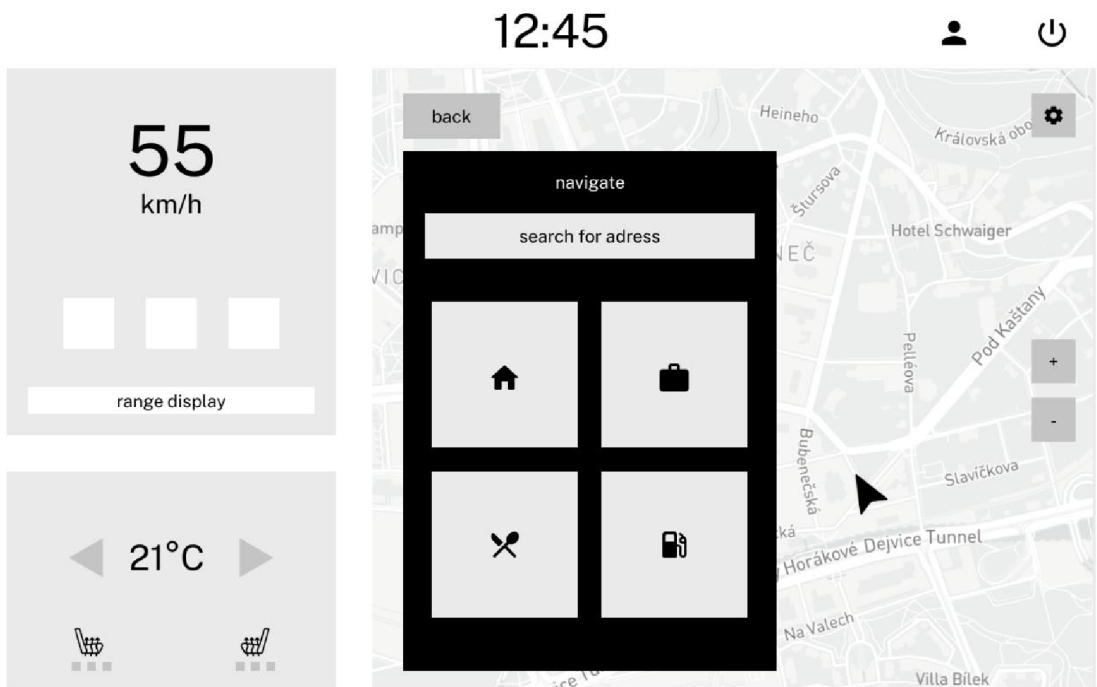
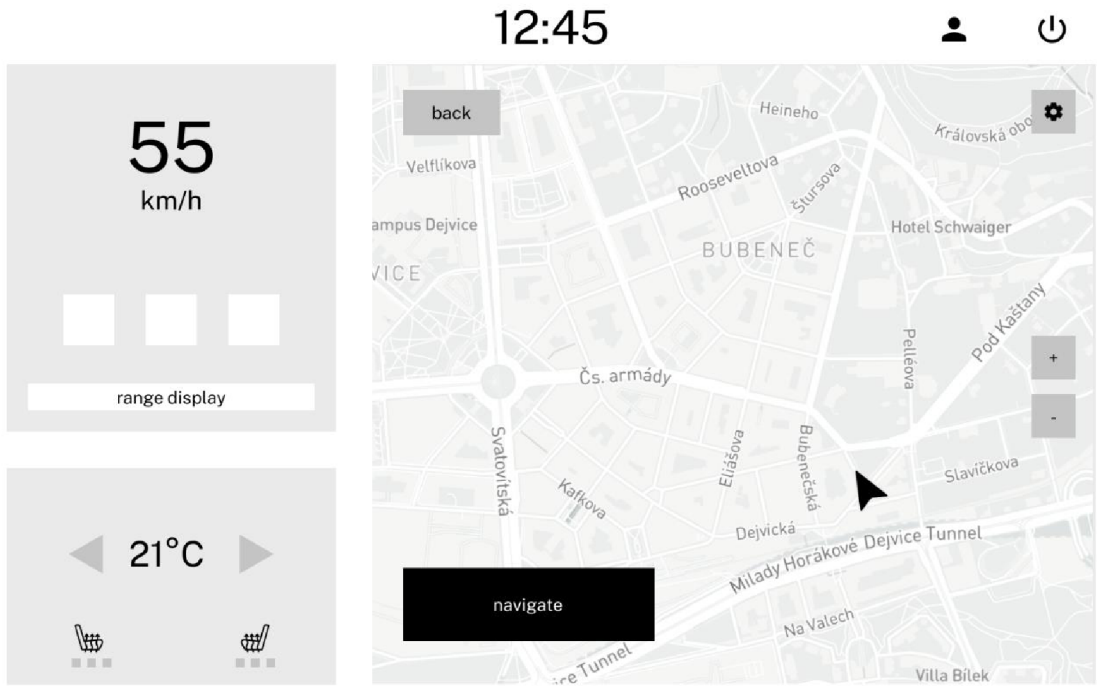
13 PŘÍLOHY

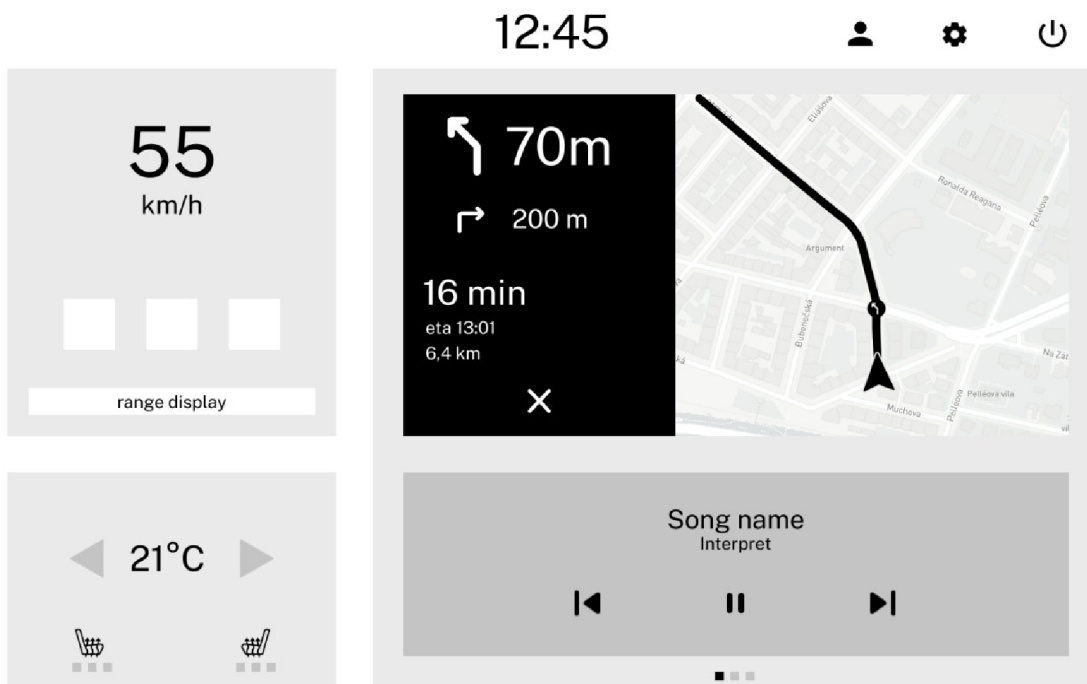
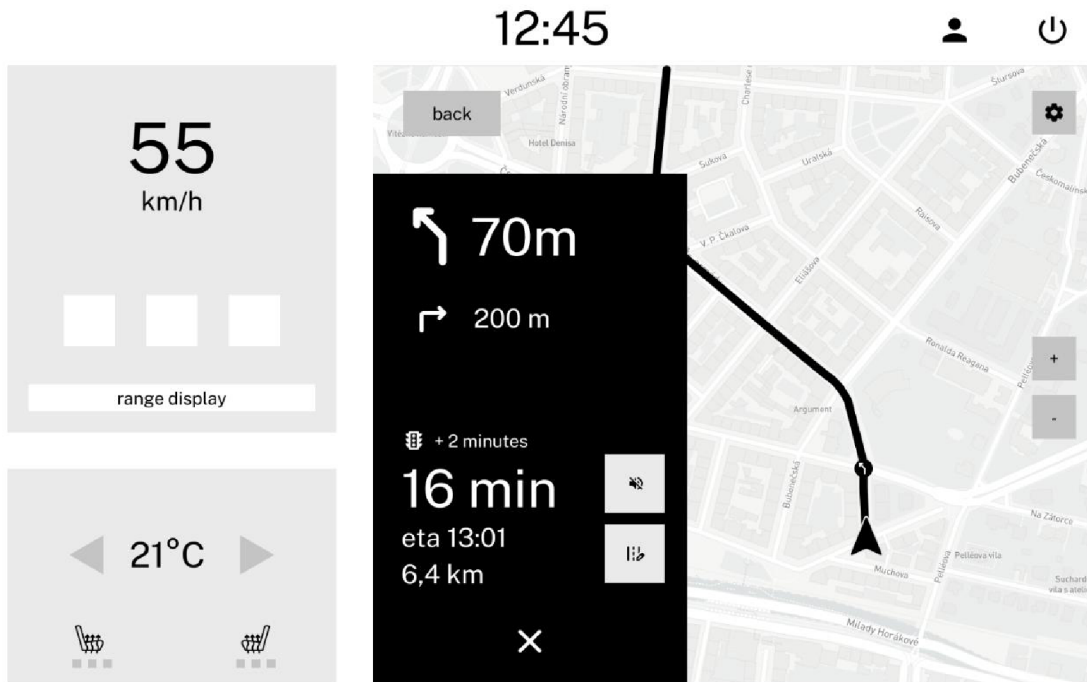
13.1 VLASTNÍ NÁVRH

Domácí obrazovka – druhý typ zobrazení

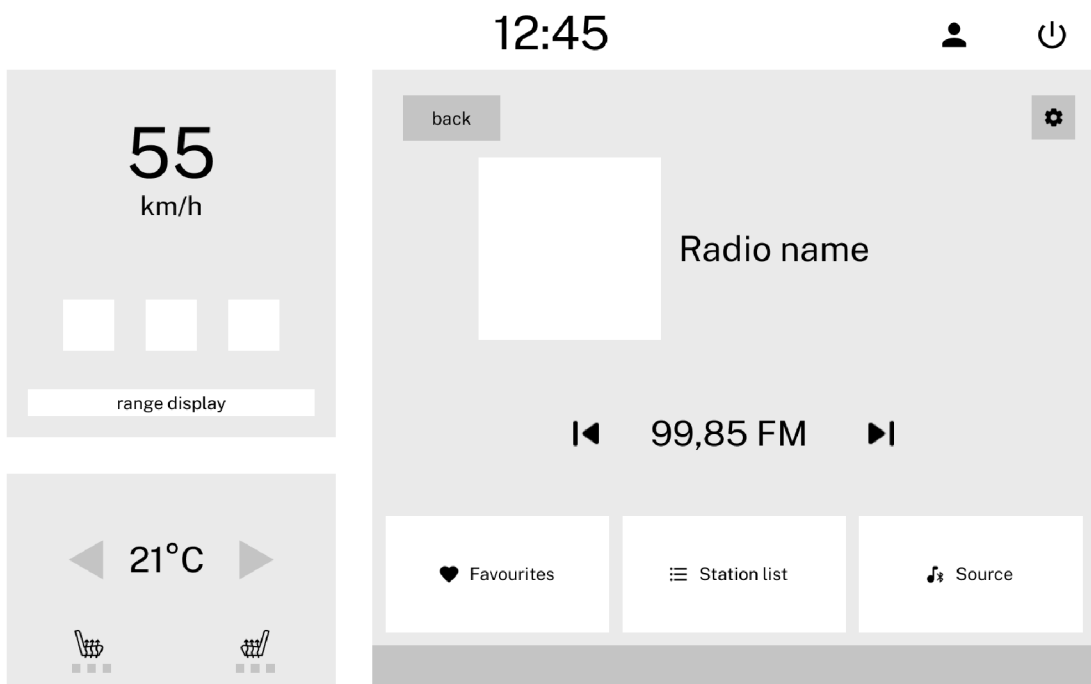
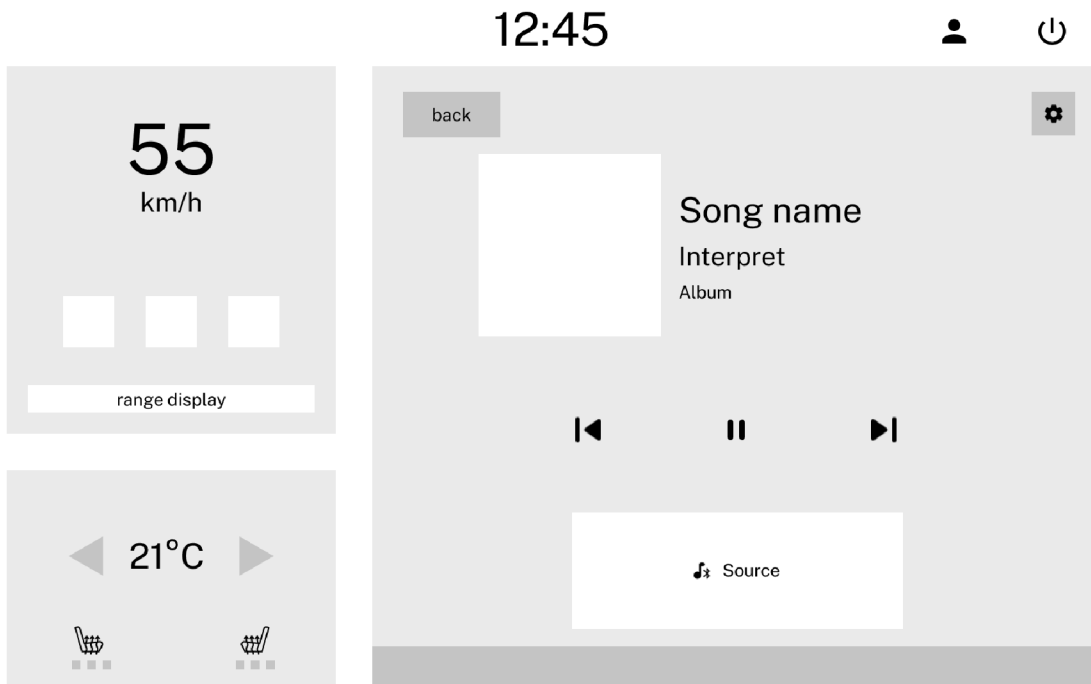


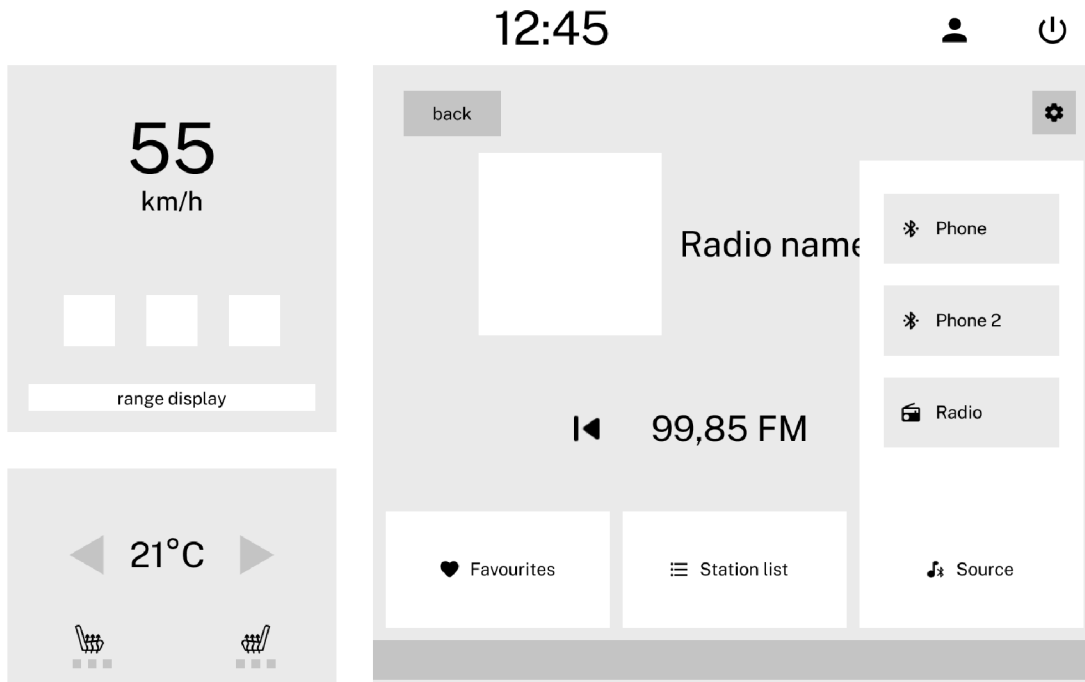
Navigation



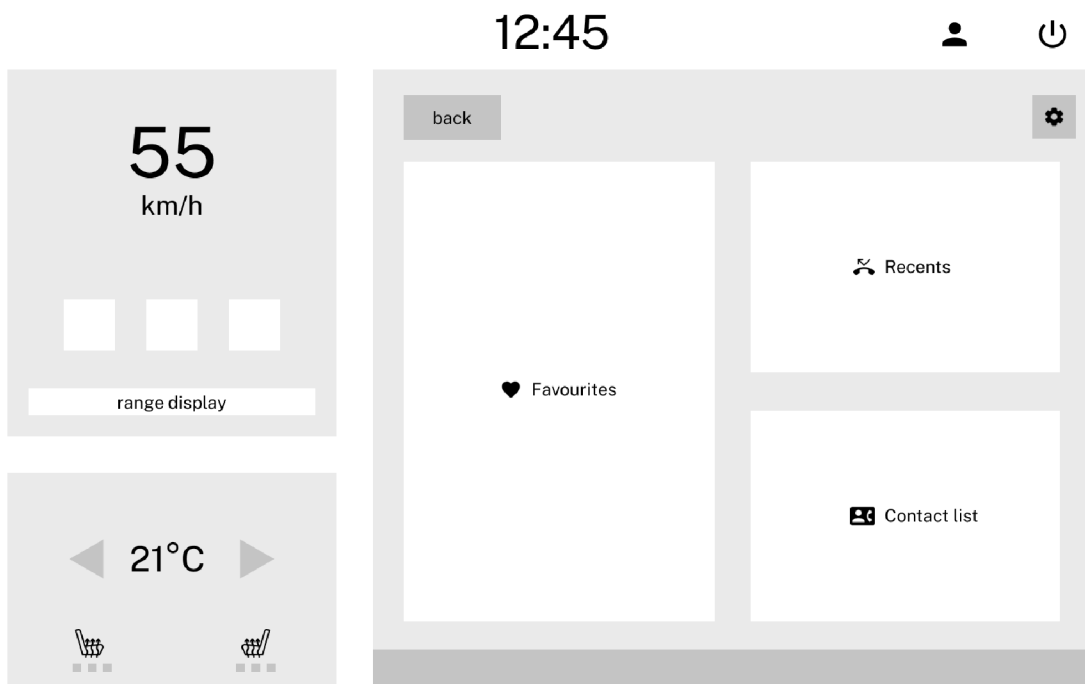


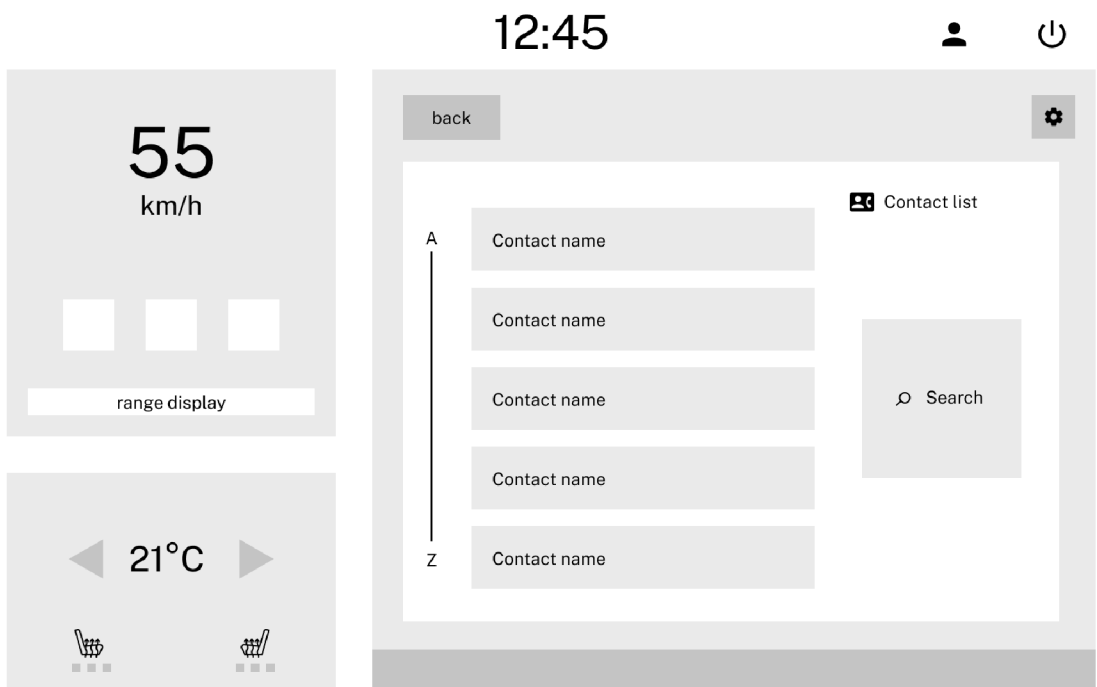
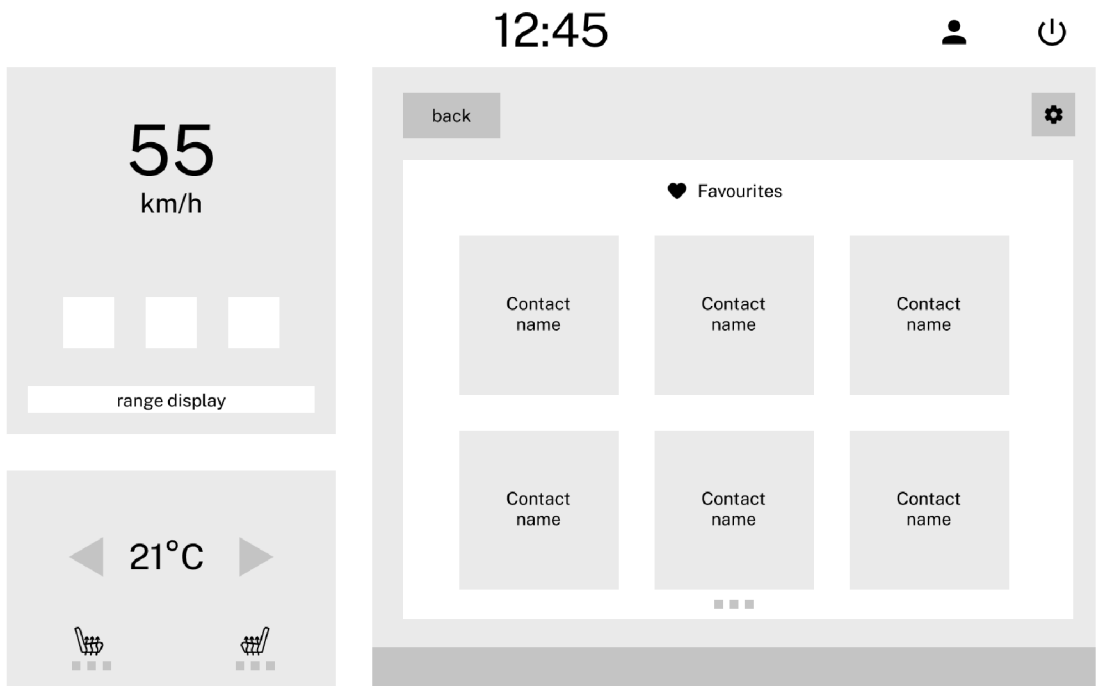
Media



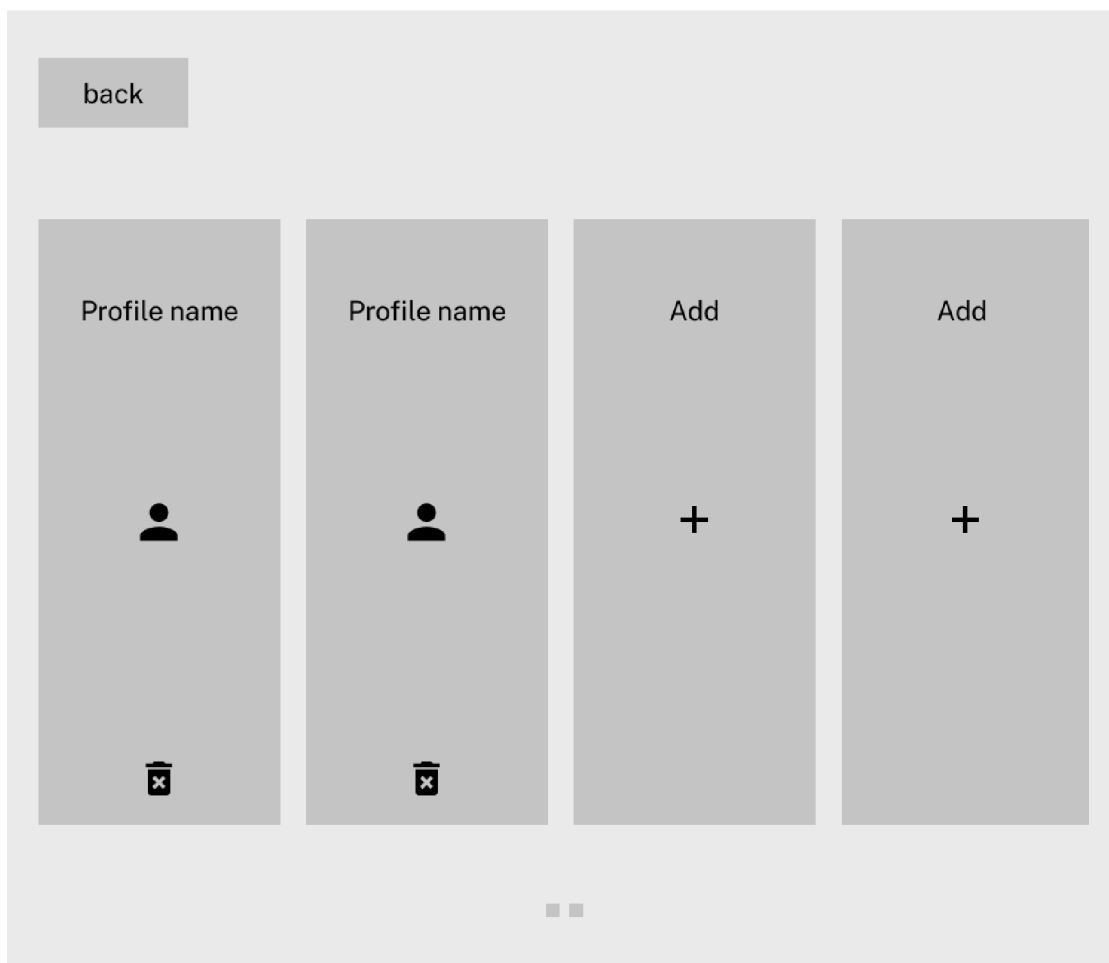


Telefon

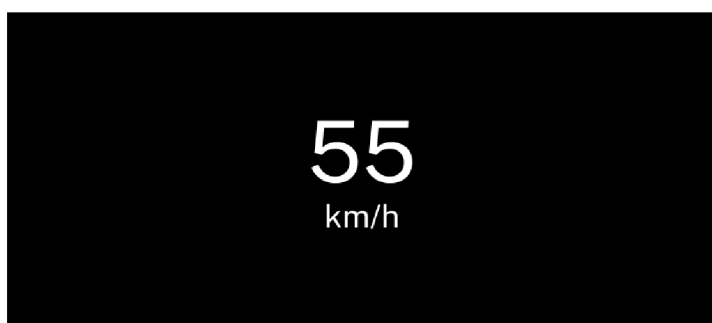


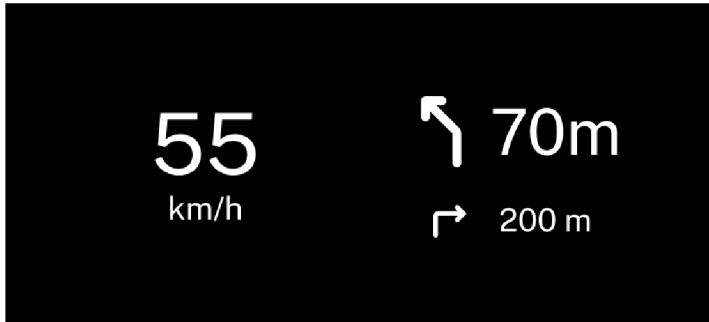


Profily

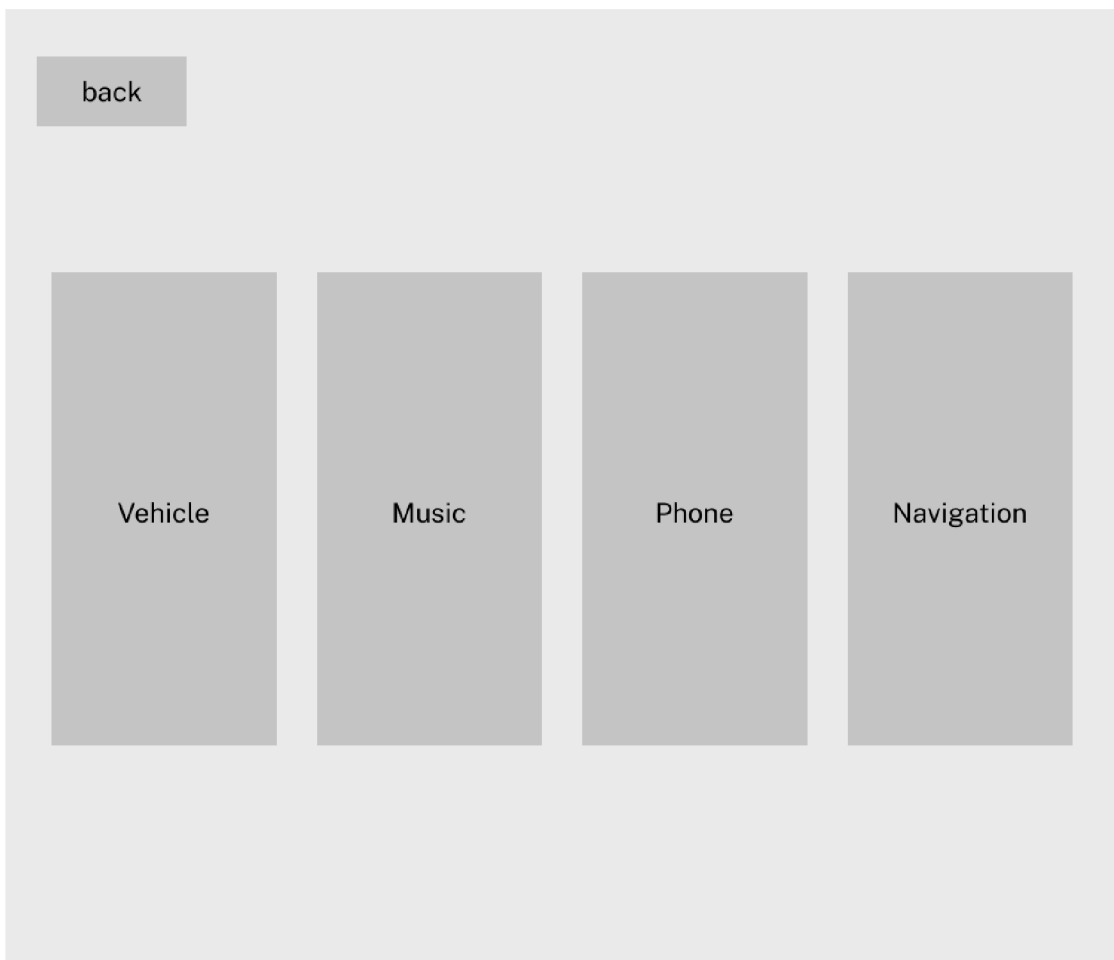


Head up displej

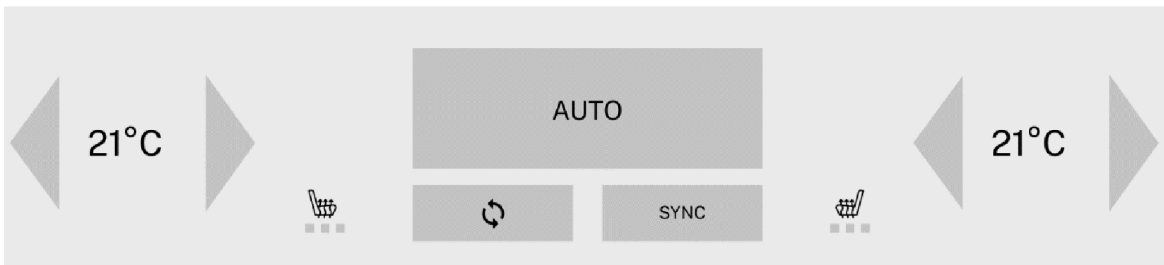




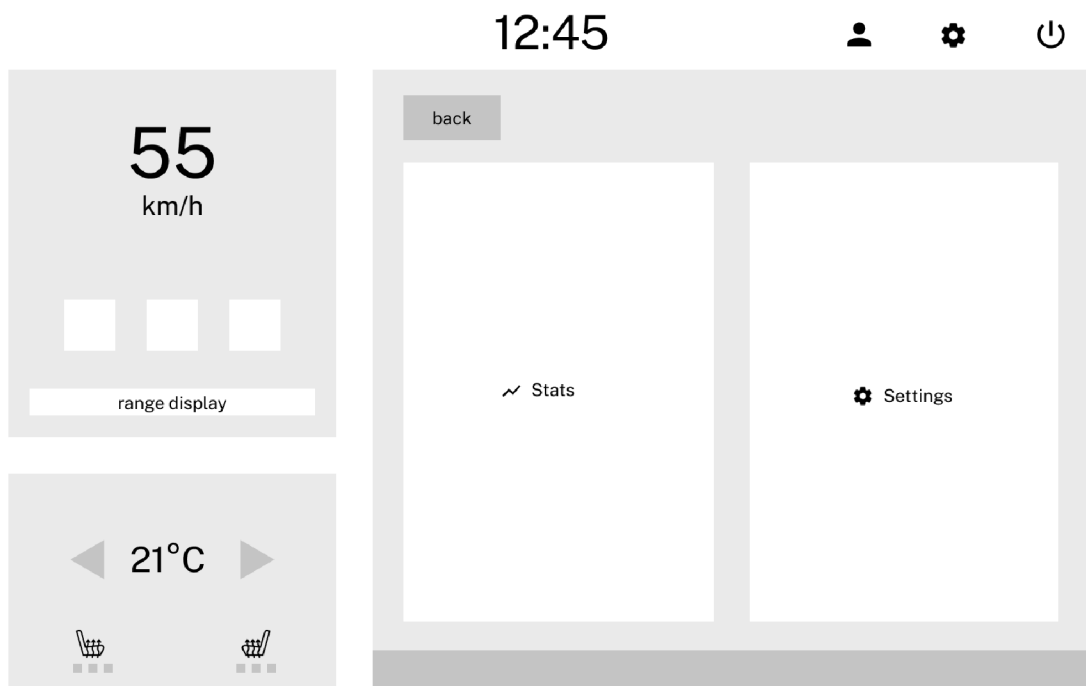
Nastavení

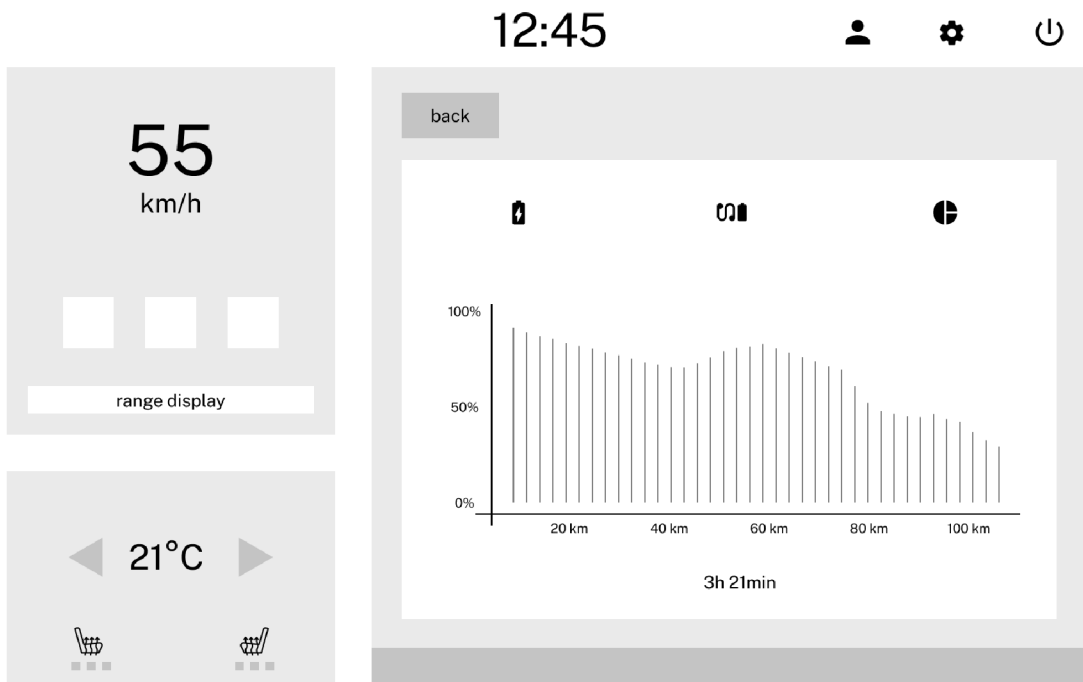


Klimatizace

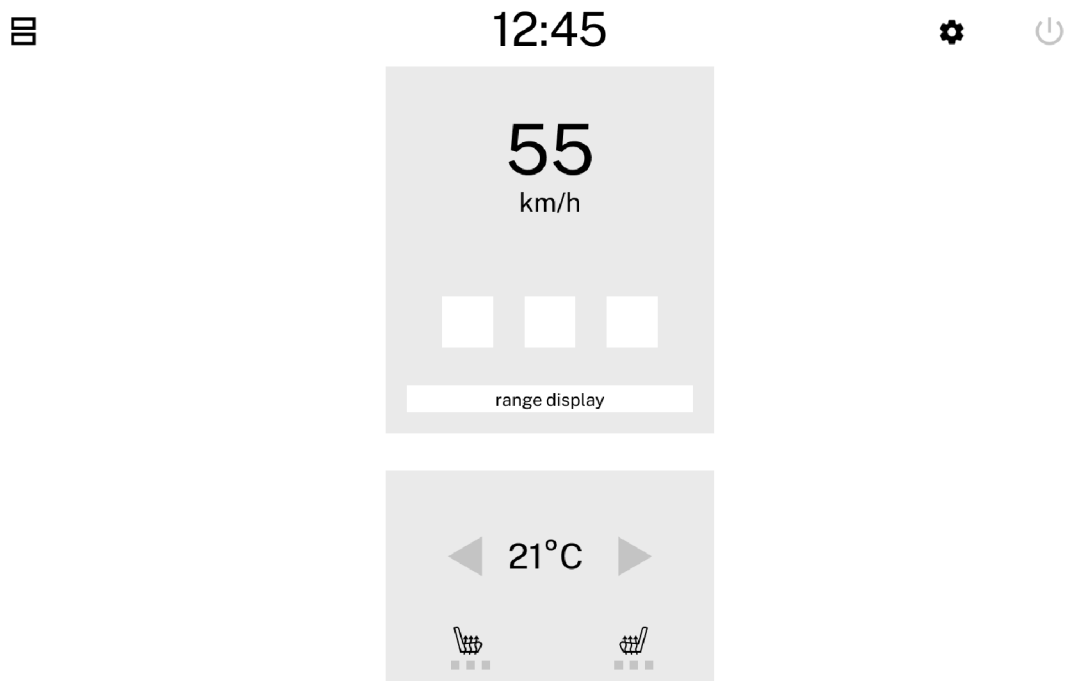


Vozidlo





Vypnutá obrazovka





12:45



55

km/h