

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Strojírenská technologie – technologie obrábění

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Porovnání stanoviště tramvaje 2. a 3. generace z pohledu ergonomie

Autor: **Filip PŮTA**

Vedoucí práce: **Ing. Václava POKORNÁ**

Akademický rok 2019/2020

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Filip PŮTA
Osobní číslo:	S17B0198P
Studijní program:	B2301 Strojní inženýrství
Studijní obor:	Strojírenská technologie-technologie obrábění
Téma práce:	Porovnání stanoviště tramvaje 2. a 3. generace z pohledu ergonomie
Zadávací katedra:	Katedra technologie obrábění

Zásady pro vypracování

1. Úloha ergonomie při projektování pracovního místa
2. Popis stanoviště tramvaje
3. Ergonomická analýza stanovišť tramvají 2. a 3. generace
4. Hodnocení provedených analýz
5. Návrh inovativních opatření

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

- MAREK, Jakub; SKŘEHOT, Petr. *Základy aplikované ergonomie*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. 118 s. *Bezpečný podnik*. ISBN 978-80-86973-58-6.
- HLÁVKOVÁ, Jana; VALEČKOVÁ, Alena. *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik: metodický materiál Národního referenčního pracoviště pro fyziologii a psychofyziologii práce*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2007. 88 s. ISBN 978-80-7071-289-4.
- SKŘEHOT, Petr A. Praktické aspekty ergonomie pracovišť. *BOZPinfo*. [online] 2013. [cit. 04.3.2019] Dostupný z: <https://www.bozpinfo.cz/prakticke-aspekty-ergonomie-pracovist>. ISSN 1801-0334.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Václava Pokorná**
Katedra technologie obrábění

Konzultant bakalářské práce: **Šárka Masojídková**
Škoda Transportation a.s.

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **28. května 2020**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan

Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou/diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou/diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Autorská práva

Podle Zákona o právu autorském č.35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků bakalářské práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků, nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí své bakalářské práce paní Ing. Václavě Pokorné za odborné rady, které mi ochotně poskytla při vypracování bakalářské práce. Děkuji také konzultantce paní MgA. Šárce Masojídkové za cenné rady a za umožnění vypracovávat bakalářskou práci ve společnosti Škoda Transportation a.s..

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Půta	Jméno Filip		
STUDIJNÍ OBOR	B2301 „Strojírenská technologie – technologie obrábění“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Pokorná	Jméno Václava		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KTO			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Porovnání stanoviště tramvaje 2. a 3. generace z pohledu ergonomie			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2020
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	53	TEXTOVÁ ČÁST	46	GRAFICKÁ ČÁST	0
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Bakalářská práce se zabývá porovnáním 2 typů stanovišť tramvají ve vozech vyrobených ve společnosti Škoda Transportation. Součástí práce je teoretický základ, na který je navázáno v praktické části. Výsledkem práce je návrh inovativních opatření pro obě stanoviště tramvaje.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>Ergonomie, pracovní prostor, stanoviště tramvaje, tramvaj, ovládání tramvaje, checklist, Škoda Transportation</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Půta	Name Filip	
FIELD OF STUDY	B2301 „Department of Machining Technology“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Pokorná	Name Václava	
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Comparison of second and third generation driver's cabins		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining Technology	SUBMITTED IN	2020
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	53	TEXT PART	46	GRAPHICAL PART	0
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The bachelor's thesis deals with the comparison of 2 types cabins in trams manufactured by Škoda Transportation. First part of the work is a theoretical basis, which is linked to in the practical part. The result of the work is a proposal of innovative measures for both tram cabins.
KEY WORDS	Ergonomics, workspace, tram cabin, tram, control of tram, checklist, Škoda Transportation

Obsah

Seznam obrázků	2
Seznam tabulek	3
Seznam rovnic	4
Seznam zkratk	4
1 Úloha ergonomie při projektování pracovního místa.....	5
1.1 Co je ergonomie?.....	5
1.1.1 Definice ergonomie	5
1.1.2 Ergonomické disciplíny.....	6
1.2 Cíle ergonomie:	7
1.3 Uplatnění ergonomie	8
1.3.1 Kokpity letadel	8
2 Popis stanoviště tramvaje	10
2.1 Historie tramvají	10
2.2 Elektrické tramvaje v českých zemích	11
2.2.1 Ringhoffer	11
2.2.2 Tramvaj T1	12
2.2.3 Tramvaj T2	13
2.2.4 Tramvaj T3	13
2.3 Provedení stanovišť tramvají.....	14
2.3.1 Křižikovy tramvaje.....	15
2.3.2 Tramvaj T1	16
2.3.3 Tramvaj T2	17
2.3.4 Tramvaj T3	17
2.4 Současné trendy provedení	20
2.5 Současní výrobci tramvají	21
2.5.1 Siemens	21
2.5.2 PRAGOIMEX	22
2.5.3 Bombardier Transportation	23

3	Ergonomická analýza stanovišť 2. a 3. generace	25
3.1	Druhy ergonomických metod a analýz	25
3.1.1	Checklist.....	25
3.1.2	Dotazníky	26
3.1.3	Metoda RULA a REBA	26
3.1.4	OWAS	27
3.2	Analýza stanoviště tramvaje 2. generace.....	27
3.2.1	Checklist.....	27
3.2.2	Dosahové plochy	31
3.2.3	Hodnocení ergonomie na stanovišti tramvaje 2. generace.....	33
3.3	Analýza stanoviště tramvaje 3. generace.....	34
3.3.1	Checklist.....	34
3.3.2	Dosahové plochy	37
3.3.3	Hodnocení ergonomie na stanovišti tramvaje 3. generace.....	38
4	Hodnocení provedených analýz	39
4.1	Hodnocení stanoviště 2. generace	39
4.2	Hodnocení stanoviště 3. generace	39
4.3	Porovnání stanovišť tramvají 2. a 3. generace.....	40
5	Návrh inovativních opatření.....	42
5.1	Návrh nového stanoviště	42
6	Bibliografie.....	44

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Interdisciplinarita ergonomie [5]	7
Obrázek 2 - Kokpit letounů z 1. a 2. svět. války [8], [9].....	8
Obrázek 3 - Koněspřežná dráha [12].....	10
Obrázek 4 - První elektrická tramvaj Wernera von Siemense [14].....	11
Obrázek 5 - Tramvaj Ringhoffer [16]	12
Obrázek 6 - Tramvaj T1 [17]	12
Obrázek 7 - Tramvaj T2 [16]	13
Obrázek 8 - Tramvaj T3 [16]	14

Obrázek 9 – Pohled na stanoviště Křížíkovy tramvaje	15
Obrázek 10 – Pohled na stanoviště tramvaje T1	16
Obrázek 11 – Pohled na stanoviště tramvaje T2	17
Obrázek 12 – Pohled na stanoviště tramvaje T3	18
Obrázek 13 – Pohled na stanoviště modernizované tramvaje T3	19
Obrázek 14 - Modernizovaná tramvaj T3	19
Obrázek 15 - Pohled na stanoviště tramvaje Škoda 35T Chemnitz	20
Obrázek 16 - Polohy ručního řadiče.....	20
Obrázek 17 - Tramvaj Škoda 35T Chemnitz.....	20
Obrázek 18 - Tramvaj Siemens Avenio [20]	21
Obrázek 19 – Pohled na stanoviště tramvaje Siemens Avenio [20].....	22
Obrázek 20 - Tramvaj EVO2 [22].....	22
Obrázek 21 – Pohled na stanoviště tramvaje EVO2	23
Obrázek 22 - Tramvaj Flexity Melbourne [24]	24
Obrázek 23 – Pohled na stanoviště tramvaje Flexity Melbourne [25].....	24
Obrázek 24 – Pohled na stanoviště 2. generace (Škoda 26T Miskolc)	28
Obrázek 25 - Model stanoviště 2. generace	28
Obrázek 26 - Dosahové prostory.....	31
Obrázek 27 – Ukázka dosahu levé ruky v tramvaji 2. generace	32
Obrázek 28 – Ukázka dosahu pravé ruky v tramvaji 2. generace	33
Obrázek 29 - Levý panel v tramvaji 2. generace.....	33
Obrázek 30 – Ukázka stanoviště tramvaje 3. generace	34
Obrázek 31 - Vizualizace stanoviště tramvaje 3. generace	35
Obrázek 32 – Ukázka dosahu levé ruky v tramvaji 3. generace	37
Obrázek 33 – Ukázka dosahu pravé ruky v tramvaji 3. generace	38
Obrázek 34 – Znázornění inovativních opatření na nově navrženém stanovišti.....	42
Obrázek 35 – Pohled na nově navrženou část sedadla.....	43

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Ovládací prvky Křížíkovy tramvaje.....	15
Tabulka 2 - Ovládací prvky tramvaje T1	16
Tabulka 3 - Ovládací prvky tramvaje T2	17
Tabulka 4 - Ovládací prvky tramvaje T3	18
Tabulka 5 - Ovládací prvky tramvaje T3R.....	19
Tabulka 6 - Ergonomické aspekty.....	27
Tabulka 7 - Checklist stanoviště 2. generace	29
Tabulka 8 - Antropometrické údaje [30].....	32

Tabulka 9 - Checklist stanoviště 3. generace	35
Tabulka 10 - Vyhodnocení provedených analýz	41

Seznam rovnic

Rovnice 1 – Výpočet bodů pro ergonomické aspekty tramvaje.....	40
--	----

Seznam zkratek

Jsou využívány jen velmi běžné zkratky.

REBA z anglických slov Rapid Entire Body Assesment, metoda pro identifikaci ergonomických rizik

RULA z anglických slov Rapid Upper Limb Assesment, metoda pro hodnocení pracovních poloh horních končetin

OWAS z anglických slov Ovako Working Analysis Systém, hodnocení pracovního postoje

CCTV z anglických slov Closed circuit television, kamerový systém

ČKD z českých slov Českomoravská – Kolben – Daněk, strojírenský podnik

dB decibel

kW kilowatt

1 Úloha ergonomie při projektování pracovního místa

Většina firem si začíná uvědomovat, že oblast ergonomie a ergonomického projektování je nezbytnou součástí navrhování pracovišť. To především ze dvou důvodů: využití ergonomických poznatků při navrhování pracoviště dojde k zefektivnění práce zaměstnanců. Zároveň ulehčení práce pro zaměstnance. (1)

1.1 Co je ergonomie?

Pojem ergonomie vznikl spojením dvou řeckých slov – ergon = práce a nomos = zákon, pravidlo. Ekvivalentními pojmy jsou: Biotechnologie, Human engineering, Human factors. (2)

Ergonomie je poměrně mladý obor, který se zabývá interakcí člověka a stroje (případně nástroje) a prostředí, ve kterém se nachází. Lze tedy říci, že ergonomie je optimalizace lidské činnosti, do které zasahuje mnoho faktorů. Mezi tyto faktory patří například: teplota v místnosti, osvětlení, velikost pracovního místa, hmotnost a tvar nástroje, dosahové plochy apod.

1.1.1 Definice ergonomie

Definic ergonomie je několik. Mezi ty nejčastěji používané patří tyto:

- a) Ergonomie je vědní obor, který komplexně řeší systém člověk – technika – prostředí s cílem optimalizovat psychicko-fyzickou zátěž člověka a zajistit rozvoj jeho osobnosti při maximální efektivitě jeho činnosti. (2)
- b) Ergonomie je interdisciplinární obor studující vztah člověka a pracovních podmínek při uplatnění nejnovějších poznatků věd biologických, technických a společenských. Jejím cílem je optimalizace postavení člověka v pracovních podmínkách, a to ve smyslu dosažení zdraví, pohody, bezpečnosti a optimální výkonnosti. (2)
- c) Ergonomie je vědecká disciplína založena na porozumění interakcí člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i výkonnost. Přispívá k řešení designu a hodnocení práce, úkolů, produktů, prostředí a systémů, aby byly kompatibilní s potřebami, schopnostmi a výkonnostním omezením lidí. Ergonomie je systémově orientovaná disciplína, která prakticky pokrývá všechny aspekty lidské činnosti. V rámci holistického přístupu zahrnuje faktory fyzické, kognitivní, sociální, organizační, prostředí a další relevantní faktory. (2)

1.1.2 Ergonomické disciplíny

Ergonomií je označována interdisciplinární věda, která popisuje znalosti aplikovaných věd a následujících oborů:

- Antropometrie

Zabývá se měřením a pozorováním těla a jeho částí. Podkladem pro měření je soustava antropometrických bodů na hlavě, trupu a končetinách. Jejich poloha byla stanovena mezinárodní dohodou. Jsou to většinou místa, kde je kostra překryta pouze kůží, nikoli svaly či tukem. (3)

- Biomechanika

Je vědní obor zabývající se účinky vnitřních a vnějších sil, které působí na lidské tělo.

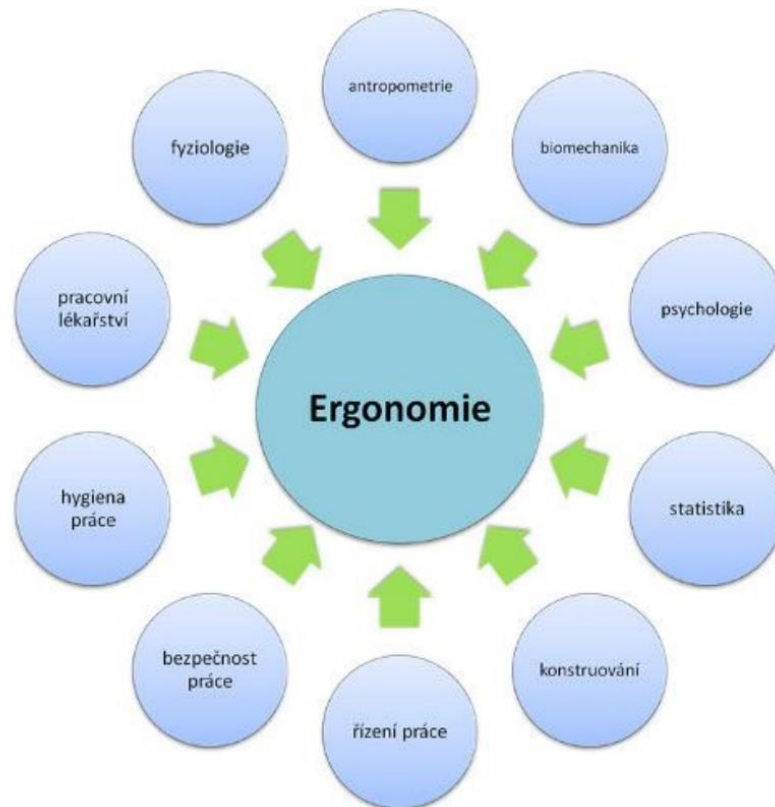
- Fyziologie práce

Zabývá se sledováním odezvy lidského organismu na pracovní zátěž, zkoumá kladné i záporné vlivy práce a pracovního prostředí na zdravotní stav a tělesný a duševní vývoj pracovníků. Hledá optimální podmínky práce, zohledňuje individuální i kolektivní hledisko. (4)

- Psychologie práce

Jedná se o aplikovanou psychologickou disciplínu, které zkoumá fungování lidské psychiky v pracovním prostředí.

Ucelený pohled na vědu s názvem ergonomie představuje obrázek č. 1.



Obrázek 1 - Interdisciplinarita ergonomie (5)

1.2 Cíle ergonomie:

- 1) humanizace techniky
- 2) racionalizace pracovních podmínek
- 3) zvyšování efektivnosti a spolehlivosti člověka při práci
- 4) chránit zdraví člověka
- 5) navrhování pracovních předmětů, pomůcek, nástrojů, zařízení a strojů tak, aby svým tvarem co nejvíce odpovídaly rozměrům lidského těla

Hlavním cílem ergonomie je zvýšení efektivity práce při současném snížení úrazovosti a zatížení organismu. To znamená, že práce se přizpůsobuje fyziologickým a psychickým možnostem člověka právě tak, aby při ní spotřeboval co nejméně biologických rezerv a byla maximálně bezpečná. (6)

K dosažení optimálního stavu systému člověk – stroj je tedy nutné nejprve analyzovat vlastnosti a možnosti člověka, protože ten je pro nás nejdůležitější a poté se zabývat strojem. V praxi by to ale znamenalo postavit stroj podle člověka, což v mnoha případech nelze. Proto se hledají různé kompromisy, kterých se dosáhne propojením více oborů (humanitní a technické vědy). (6)

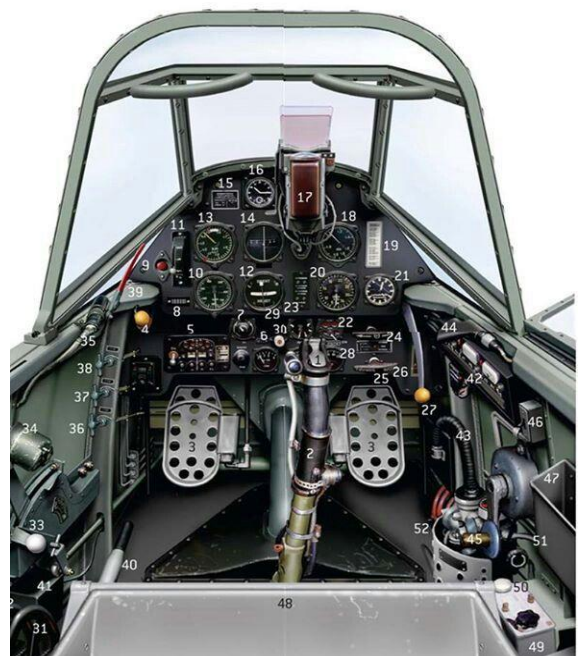
1.3 Uplatnění ergonomie

Jednou z oblastí, kde ergonomie nachází široké uplatnění, je návrh a design kabin dopravních prostředků. Kabina, nebo kokpit, je obecně místo, kde člověk sedí a ovládá (řídí) stroj. Tak jak bylo v úvodu této práce definováno, ergonomie uplatňuje dané zákonitosti a pravidla, která člověku dovolují vykonávat činnosti efektivně, komfortně a zejména bezpečně. Příkladem je řešení kokpitů letadel.

1.3.1 Kokpity letadel

Před první světovou válkou se konstruktéři letadel začali věnovat ergonomii pilota. Válka následně posunula pozornost k samotnému letadlu, zejména ke konstrukci ovládacích prvků, displejů a vlivu nadmořské výšky a prostředí na pilota.

První moderní pojetí ergonomie přichází v období druhé světové války, kdy se začalo vyvíjet složitější vojenské vybavení, stroje, zbraně a letadla. Začalo se historicky poprvé navrhovat s ohledem na lidské schopnosti a omezení. Klíčem úspěchu se stala pozornost, rozhodování, situační uvědomění a koordinace rukou a očí při pilotování letadla. Kokpity letadel byly přepracovány tak, aby se snadněji ovládaly a bylo více logické umístění řízení a seskupování podobných funkcí dohromady. Vědci totiž zjistili, že mnoho leteckých nehod bylo způsobeno kvůli nelogickým a špatně konstruovaným konceptům. Toto období bylo začátkem opravdového zkoumání lidských schopností a ergonomie jako takové. (7)



Obrázek 2 - Kokpit letounů z 1. a 2. svět. války (8), (9)

Kokpit letounu z 1. světové války obsahuje pouze 2 přístroje, oproti tomu kokpit letounu z 2. světové války jich obsahuje kolem 10. Došlo k velkému zvýšení funkcí letounu a také k větší informovanosti pilota. Knipl letadla má daleko pohodlnější tvar pro držení a usnadňuje ovládání letounu. Došlo také ke zvětšení a zmohtnění pedálů.

Bakalářská práce na téma: porovnání stanoviště tramvaje 2. a 3. generace z pohledu ergonomie, je zaměřena na porovnání ergonomických aspektů. Jedná se rovněž o místo řidiče, tj. kabinu. Výsledkem této práce by mělo být nejen hodnocení vybraných kritérií, ale zejména námět inovativních řešení.

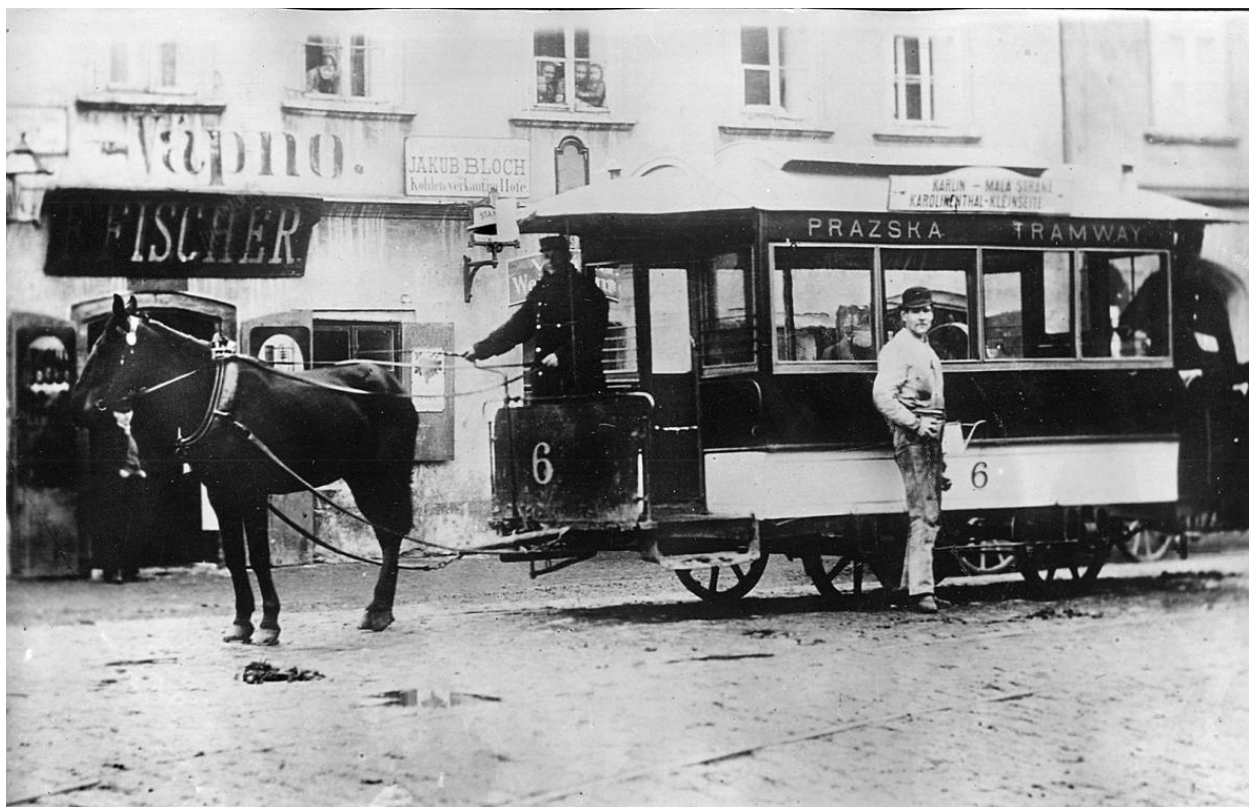
2 Popis stanoviště tramvaje

Aby bylo možné porovnat ergonomii kabiny řidiče současných tramvají vyráběných ve Škodě Transportation. Je nutné popsat historický vývoj tramvají.

2.1 Historie tramvají

Tramvaj je drážní vozidlo hromadné dopravy pohybující se po tramvajovém pásu, což je část pozemní komunikace určená k provozu tramvají. Tramvaj se řídí světelným signalizačním zařízením se signály "Signály pro tramvaje". Vozidlo má dle technických požadavků ochranné zařízení, které musí zabránit přejetí osoby při jejím pádu před vozidlo a musí reagovat při střetu s překážkou snížením spodní hrany (10)

První linka koňské tramvaje byla zřízena v roce 1832 v New Yorku. Počínaje rokem 1845 se začaly budovat tramvajové linky také v Evropě. Nejprve na nich jezdily tramvaje na koňský pohon, později se objevily parní tramvaje. Po parních tramvajích už následovaly tramvaje elektrické. (11)



Obrázek 3 - Koněspřežná dráha (12)

První elektrická tramvaj, jejímž konstruktérem byla firma německého vynálezce Wernera von Siemense, odebírala proud z kolejí a pojala až 26 lidí. Poháněly jí 4kW motory umístěné v každém voze. Protože v kolejích bylo napětí, bylo zakázáno je přecházet a celé tramvajové těleso bylo od okolních cest izolováno. Pouze v místě křížení bylo napětí v kolejnicích vypnuté a zapínalo se až těsně před příjezdem vozu. Přesto často docházelo ke zranění lidí i koní. (13)



Obrázek 4 - První elektrická tramvaj Wernera von Siemense (14)

2.2 Elektrické tramvaje v českých zemích

První elektrickou dráhu v českých zemích postavil vynálezce František Křižík pro Jubilejní zemskou výstavu v Praze v roce 1891. Vedla z Letné do Stromovky, ale po skončení výstavy pro malý zájem postupně zanikla. Provoz první pravidelné městské elektrické dráhy v Čechách byl zahájen v roce 1895 v Teplicích, druhá elektrická dráha byla zahájena v březnu 1896 z pražské Libně do Vysočan, v roce 1897 následoval Liberec a dva roky nato Olomouc a Plzeň. (13)

Tramvaje od Františka Křižíka již nebyly napájeny z kolejí, ale bylo zavedené trolejové vedení a používal se lyrový a tyčový sběrač.

2.2.1 Ringhoffer

Roku 1905 zahájily Ringhofferovy závody na Smíchově výrobu tramvajů pro pražské elektrické dráhy. Tramvaje byly vyráběny v několika pozměněných sériích v letech 1905 až 1933. Pro tuzemsko bylo vyrobeno 666 vozů pro dva rozchody. (15)



Obrázek 5 - Tramvaj Ringhoffer (16)

2.2.2 Tramvaj T1

Vozy typu T1 byly první rychlé velkokapacitní tramvaje v českých zemích, jejichž nasazení bylo revolucí v tramvajové dopravě. Výrobce byl národní podnik Tatra Smíchov (dříve Ringhofferovy závody) spolu s dodavatelem elektrické výzbroje ČKD Stalingrad. Tramvaje vycházely z americké koncepce tramvajových vozů PCC (Pacific Conference of Churches) a pro výrobu jejich podvozků byla uzavřena v roce 1948 licenční smlouva. První ověřovací série tramvají (25 kusů) vycházejících z koncepce PCC vznikla pro hlavní město Praha v letech 1951-52. (16)

První vozy typu T1 byly vybaveny tyčovými sběrači. Až v 60 letech došlo k nahrazení pantografem kvůli lepší spolehlivosti díky zajištění stálého tlaku na trolej.



Obrázek 6 - Tramvaj T1 (17)

2.2.3 Tramvaj T2

Nástupci vozů T1, v době svého vývoje označované jako „Národní tramvaje“, se prvně objevily v Praze a to v roce 1955. Tramvaj T2 byla oproti tramvaji T1 širší a delší a nabízela tak více prostoru pro cestující. Zvětšené rozměry a robustnější řešení vozu T2 znamenalo také nárůst hmotnosti a to o 1,6 tuny. Oproti vozu T1 se dále lišil uzavřenou kabinou řidiče. (16)
(18)



Obrázek 7 - Tramvaj T2 (16)

2.2.4 Tramvaj T3

Velká hmotnost vozu typu T2, spojená s energetickými nároky vedla k urychlenému vývoji dalšího typu - denní světlo tak v projekčních kancelářích spatřila legendární tramvaj typu T3. Snížení hmotnosti bylo dosaženo díky odlehčení svařované kostry vozové skříně a především použitím obou čel ze skelných laminátů. (18)

Tento vůz se začal vyrábět na začátku 60. let a jeho výroba a modernizace trvala až do druhé poloviny 90. let 20. století. Výrobcem byl podnik ČKD Praha v závodě Tatra Smíchov. Bylo vyrobeno 14 000 kusů, jedná se tak o nejpočetněji vyráběný tramvajový vůz na světě. Její zmodernizované verze jsou stále v provozu. (19)



Obrázek 8 - Tramvaj T3 (16)

2.3 Provedení stanovišť tramvají

Uspořádání řidičova stanoviště musí zajistit řidiči předepsaný nerušený výhled všemi potřebnými směry za všech provozních a povětrnostních podmínek v souladu s příslušnými předpisy pro silniční vozidla. (10)

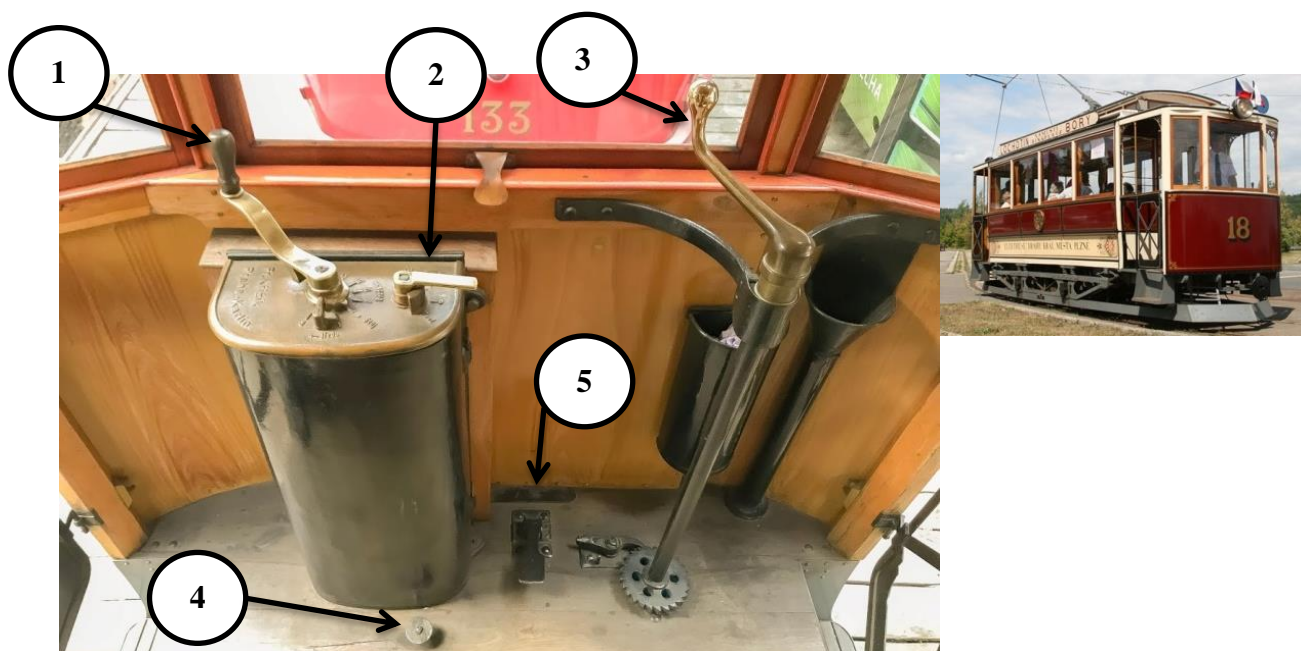
Sedadlo řidiče by mělo být mírně vyosené a zajišťovat dostatečné zorné pole. Na tramvajových zastávkách by měl být řidič tramvaje schopen pozorovat cestující při nastupování a vystupování, aby měl možnost kontroly, že před rozjetím tramvaje žádný z cestujících není zachycen zavřenými dveřmi a všechny další osoby jsou v dostatečné vzdálenosti od tramvaje. Výšku zrcátek nebo umístění CCTV kamer, určených ke sledování chodců, a to zejména těch, kteří stojí na tramvajových zastávkách, je třeba pečlivě zvážit, aby bylo dosaženo co nejlepšího kompromisu mezi viditelností řidiče tramvaje a rizikem zranění chodců stojících na okraji nástupiště právě tímto vybavením. (10)

Každé hnací drážní vozidlo, které je umístěno v čele soupravy, musí být vybaveno zvukovým výstražným zařízením ovládaným ze stanoviště osoby, jež jej řídí. Návěst "Pozor", která se udává dvěma krátkými zvuky mechanickým zvoncem nebo jedním zvukem elektrickým zvoncem s dobou trvání do dvou sekund, upozorňuje okolí na uvádění drážního vozidla do pohybu nebo na jedoucí drážní vozidlo. Výzva "Nevystupujte - nenastupujte" dávaná pro ukončení výstupu a nástupu cestujících, a to před uzavíráním dveří, musí být současně zvuková a optická, zřetelně slyšitelná a viditelná uvnitř i vně vozu. Tato výzva musí trvat nejméně tři sekundy. Zvukové výstražné zařízení tramvají (zvonek) dosahuje úrovně hluku 85-87 dB, což je hodnoceno jako silný, ale snesitelný zvuk, který je zdravotně nezávadný. (10)

V historii tramvajové dopravy byly využity 3 hlavní druhy řízení tramvají. Nejprve se jednalo o řízení pákami, které bylo využito v tramvajích Ringhoffer a v tramvajích od Františka Křížíka. Následovalo řízení pomocí pedálů využitě v tramvajích T1, T2 a T3. Nicméně se poté přešlo na řízení pomocí jedné páky a zobrazování informací pomocí velkého displeje.

2.3.1 Křížikovy tramvaje

Křížikova tramvaj byla řízena hlavně pomocí 2 pák. Pravá páka ③ sloužila jako parkovací brzda. Tato páka měla na svém konci, který byl u země, ozubené kolo, které se zacvaklo do zobáčku a nemohlo tak dojít k samovolnému odbrzdění tramvaje. Levá páka ① měla několik stupňů přidávání rychlosti a také několik stupňů brzdění. Malá páčka ② vedle páky pro udávání rychlosti sloužila ke stažení/vysunutí sběrače na elektrické napětí. Pedál ⑤ mezi pákami sloužil k sypání písku. Na zemi byl ještě poslední ovládací prvek a to zvonec ④, který se ovládal jednou nohou.



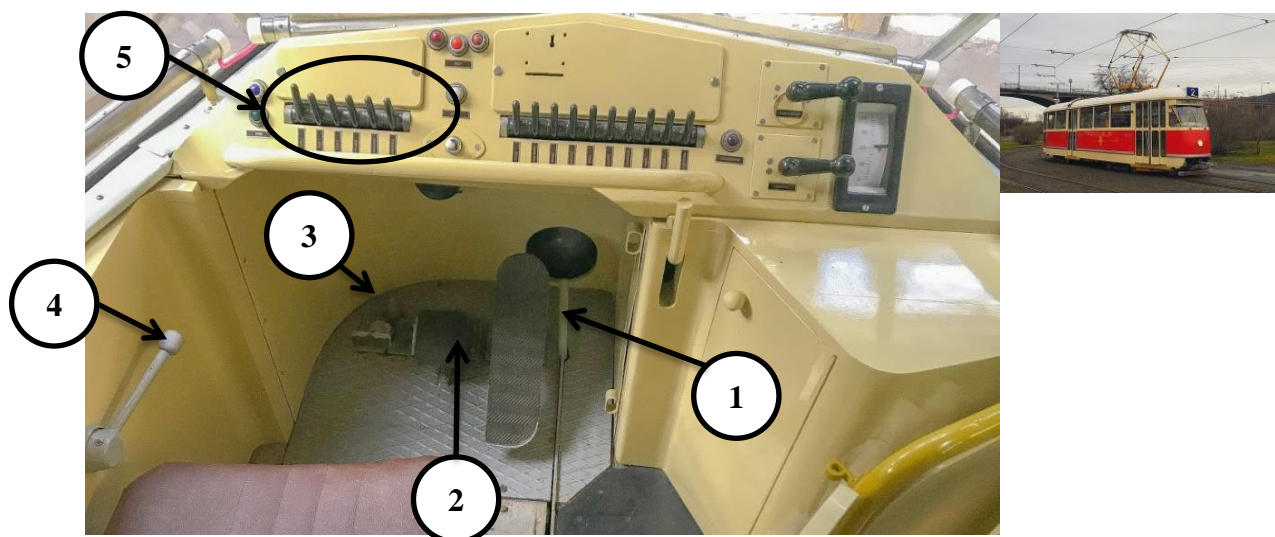
Obrázek 9 – Pohled na stanoviště Křížikovy tramvaje

Tabulka 1 - Ovládací prvky Křížikovy tramvaje

Ovládací prvek	Funkce
1 Levá páka	Pohyb vozu
2 Prostřední páka	Stažení/vysunutí sběrače napětí
3 Pravá páka	Parkovací brzda
4 Zvonec	Zvonění
5 Pedál	Sypání písku

2.3.2 Tramvaj T1

Provoz tramvaje T1 byl zahájen zhruba o 50 let déle než provoz tramvajů Křižík-Brožík. Tím pádem je tato tramvaj velmi pokroková a má daleko více řídicích prvků. Pohyb tramvaje byl řízen pomocí pedálů. Pravý pedál ① sloužil k jízdě vpřed. Prostřední pedál (brzda) ② má několik základních poloh. První poloha je parkovací brzda, pedál se nachází zhruba pod polovinou chodu a je zacvaknut pomocí sešlápnutí horní části pedálu. K odbrzdění dojde sešlápnutím dolní části. Po odbrzdění se pedál přesune do své horní polohy, v této poloze je možné plynule brzdit lehkým sešlapováním pedálu. Při úplném sešlápnutí pedálu se aktivuje maximální brzda a zároveň se rozezní zvonec. Levý pedál ③ sloužil jako senzor bdělosti, musel tak být neustále stlačen, aby tramvaj jela. Mezi řidiči tramvajů se označuje jako „mrtvý muž“. Sypač písku se ovládal pákou ④ hned vedle sedadla řidiče. V levé části ovládacího panelu ⑤ jsou zavedeny ovládací páčky, které se používají častěji. Jednalo se tak například o otvírání/zavírání dveří. Jako velkou nevýhodu bych považoval nenastavitelnou sedačku.



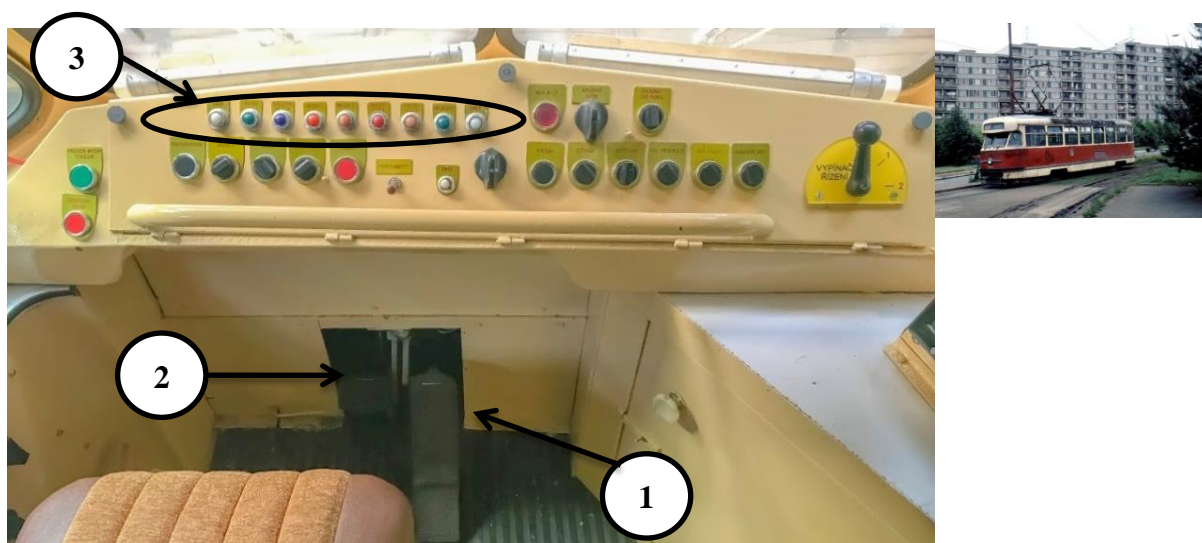
Obrázek 10 – Pohled na stanoviště tramvaje T1

Tabulka 2 - Ovládací prvky tramvaje T1

Ovládací prvek	Funkce
1 Pravý pedál	Plyn
2 Prostřední pedál	Brzda
3 Levý pedál	Pedál bdělosti
4 Páka vlevo	Sypač písku
5 Ovládací páčky	Ovládání dveří

2.3.3 Tramvaj T2

Na první pohled je stanoviště tramvaje T2 daleko přehlednější než u jejího předchůdce. Tramvaj byla nadále řízena pomocí pedálů – plyn ①, brzda ②. Byl zde odebrán pedál „mrtvého muže“ a tato funkce byla u této tramvaje úplně odstraněna. Ovládací panel již neobsahoval páčky, které byly nahrazeny otočnými tlačítky. Senzory dávající řidiče informace o směru jízdy, otevření dveří, stupně použití brzd ③ byly umístěny v jedné řadě, což ovládací panel velmi zpřehlednilo. V kabině byly zřízeny otevírací boční okna a také nastavitelné sedadlo řidiče.



Obrázek 11 – Pohled na stanoviště tramvaje T2

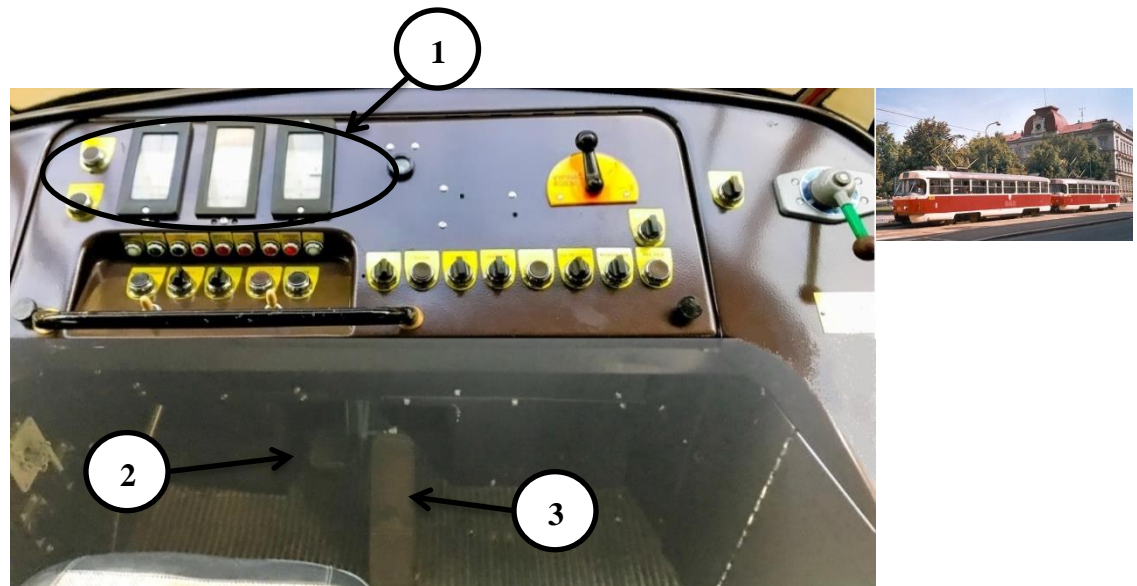
Tabulka 3 - Ovládací prvky tramvaje T2

Ovládací prvek	Funkce
1 Pravý pedál	Plyn
2 Levý pedál	Brzda
3 Senzory	Stupně použití brzd

2.3.4 Tramvaj T3

U tramvaje T3 došlo k přemístění 3 stupnic ① – rychloměr, voltmetr a ampérmetr silového proudu. Došlo tak ke zvýšení ovládacího panelu a také jeho zúžení. Pohyb tramvaje se ovládal stále pedály, nicméně byl zde odstraněn velký odpor brzdového pedálu ②, což způsobilo velké nepohodlí při řízení. Při plynulé jízdě by řidič měl držet nohu nad brzdovým pedálem, nemohl si jí na něj položit, protože by při každém přejetí nerovnosti došlo k sešlápnutí. Držet nohu nad pedálem nelze vydržet delší dobu. Řidiči si tak buď nohu opírali o zábradlí na ovládacím panelu, nebo ji měli položenou vpravo od pedálů. Velmi se tak snížila reakční rychlost při

brzdění a někdy došlo i k omylnému sešlápnutí plynového pedálu ③. Do řízení tramvaje také nebyla zabudována bezpečnostní funkce „mrtvého muže“.

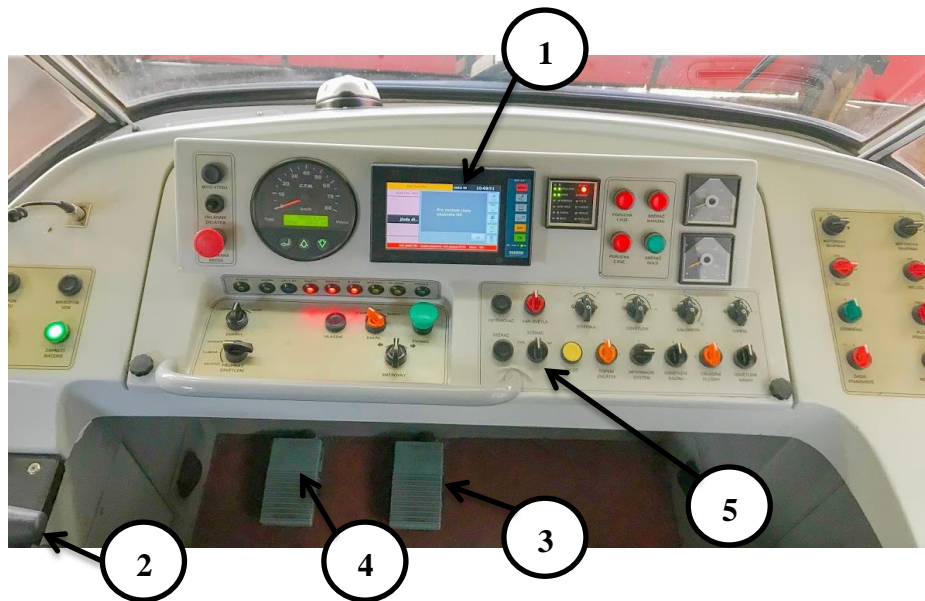


Obrázek 12 – Pohled na stanoviště tramvaje T3

Tabulka 4 - Ovládací prvky tramvaje T3

Ovládací prvek	Funkce
1 Stupnice	Rychloměr, voltmetr a ampérmetr
2 Levý pedál	Brzda
3 Pravý pedál	Plyn

Tramvaje T3 byly modernizovány a tak modernizací prošlo i stanoviště řidiče. Starý ovládací panel byl zde celý nahrazen modernějším. Ten obsahoval například displej ①, který udával řidiči veškeré informace o trati. Hlavní rozdíl byl ale v řízení tramvaje, byly odstraněny pedály a zavedlo se ruční řízení pomocí jedné páky ②. Díky odstranění ovládacích pedálů bylo na zem možné umístit pedály pro sypač písku ③ a pro „mrtvého muže“ ④. Byl zde také nově zaveden cyklovač na stěrače ⑤, ale nebyl přizpůsoben rychlosti jízdy. Při nastavení za jízdy docházelo v zastávce ke stírání suchého okna a při nastavení v zastávce naopak nestíhal při jízdě. Většina řidičů ho proto nepoužívala.



Obrázek 13 – Pohled na stanoviště modernizované tramvaje T3

Tabulka 5 - Ovládací prvky tramvaje T3R

Ovládací prvek	Funkce
1 Displej	Informační a řídicí systém
2 Řadič	Ovládání vozu
3 Pravý pedál	Sypač písku
4 Levý pedál	Senzor bdělosti
5 Tlačítko	Cyklovač stěračů



Obrázek 14 - Modernizovaná tramvaj T3

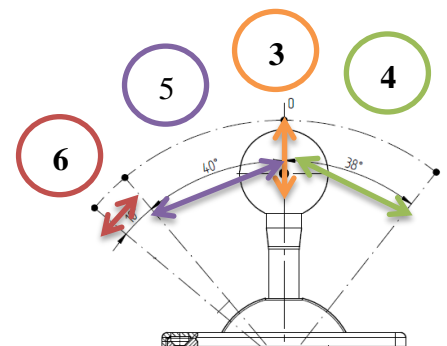
2.4 Současné trendy provedení

Stejně jako v automobilovém průmyslu, kde se přechází od přístrojové desky vybavené budíky k vybavení v podobě velkého displeje, se přešlo k tomuto vybavení i u tramvají. Použití jednoho velkého displeje ① je daleko přehlednější a je tak možné omezit přílišný počet tlačítek. Tramvaje se řídí především pomocí páky tzv. ruční řadič ②.



Obrázek 15 - Pohled na stanoviště tramvaje Škoda 35T Chemnitz

Páka má několik základních poloh. Ruční řadič musí být neustále lehce stlačený – senzor bdělosti řidiče ③. Pro jízdu vpřed ④ se páka posouvá směrem vpřed a je postupně odstupňovaná podle potřebného přidání výkonu. Brzda ⑤ funguje na stejném principu jen opačným směrem a navíc při úplném zatažení je aktivována záchranná brzda ⑥ a tím dojde ke spuštění všech brzd a zvonce. Došlo k úplnému odstranění pedálů. Pomocí tlačítek se ovládají dveře, osvětlení, podnožka, zrcátka, sběrač a baterie.



Obrázek 16 - Polohy ručního řadiče



Obrázek 17 - Tramvaj Škoda 35T Chemnitz

2.5 Současní výrobci tramvají

Mezi hlavní světové výrobce tramvají se řadí firmy Bombardier Transportation a Alstom. V České republice se kromě Škody Transportation nachází několik dalších výrobců tramvají. Jedná se o firmy Siemens, PRAGOIMEX a INEKON GROUP. V následujícím textu práce budou představena současná provedení typů tramvají těchto výrobců, včetně ukázky kabiny řidiče.

2.5.1 Siemens

Siemens je globální mocnost zaměřující se na oblasti elektrifikace, automatizace a digitalizace. Společnost Siemens, jeden z největších světových výrobců energeticky účinných technologií šetřících zdroje, je předním dodavatelem systémů pro výrobu a přenos energie a lékařskou diagnostiku. V oblasti infrastruktury a průmyslových řešení hraje společnost průkopnickou roli. (20)

Siemens dodává tramvaje hlavně pro Německo. Jsou k vidění například ve městech Mnichov a Postupim. Hlavní model tramvaje je Avenio. Největší rozdíl oproti tramvaji Škoda 35T Chemnitz je v maximální počtu přepravených osob. Avenio disponuje počtem 285 osob a tramvaj 35T pouze 191 osob a to při stejné obsazenosti a plochy tramvaje.



Obrázek 18 - Tramvaj Siemens Avenio (20)

Tato tramvaj je svým ovládáním prakticky stejná jako tramvaj 35T od Škody Transportation. Tramvaj se řídí pákou ① a disponuje velkým informačním displejem ②. Základní funkce, jako například otevírání dveří, jsou ovládány tlačítky.



Obrázek 19 – Pohled na stanoviště tramvaje Siemens Avenio (20)

2.5.2 PRAGOIMEX

Společnost PRAGOIMEX a.s. vznikla v roce 1991 a je obchodně – inženýrským subjektem, který působí v rámci Aliance TW Team. Spolu se smluvními partnery Krnovskými opravami a strojírnami s.r.o. a VKV Praha s.r.o. dodává nové tramvaje pro městskou hromadnou dopravu; opravuje, rekonstruuje a modernizuje tramvaje; dodává náhradní díly a trakční motory pro kolejová vozidla a trolejbusy; zajišťuje komplexní servis tramvají a projektové práce pro dopravní techniku. (21)

Mezi jediné bezbariérové tramvaje patří model EVO1 a EVO2. Tyto tramvaje jsou o poznání menší než tramvaj 35T. Jsou proto určeny pro menší města. Zavedeny do provozu jsou například v Plzni, Brně nebo Olomouci.



Obrázek 20 - Tramvaj EVO2 (22)

Uspořádání kabiny řidiče je na první pohled velmi nepřehledné. Často používané tlačítka jsou v pravé části ①. Pro člověka menšího vzrůstu jsou dost daleko a nemůže tak při jejich používání být opřen o sedačku. Způsob řízení je zde také zaveden pomocí jedné páky ②.



Obrázek 21 – Pohled na stanoviště tramvaje EVO2

2.5.3 Bombardier Transportation

Globální vedoucí postavení společnosti Bombardier v odvětví železniční dopravy je založeno na inovativní technologii, která byla vyzkoušena a testována v mnoha aplikacích, což vede k nejlepší spolehlivosti ve své třídě. Tramvaje FLEXITY LRV mají jedinečnou modulární koncepci, která operátorům poskytuje možnost přizpůsobit tramvaj tak, aby vyhovovala jejich specifickým požadavkům, od současné infrastruktury po značku provozovatele. (23)

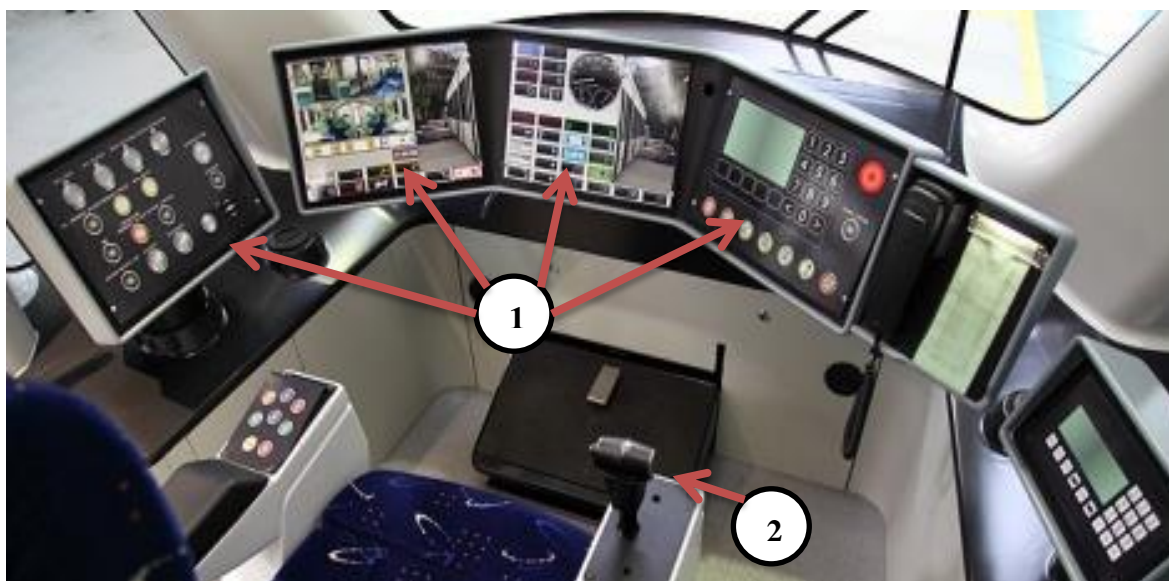
Jako lídr na trhu v segmentu lehkých kolejových vozidel nabízí společnost Bombardier Transportation moderní řešení mobility pro moderní město s tramvaji FLEXITY. Toto komplexní portfolio produktů zahrnuje 100% nízkopodlažní tramvaje, 70% nízkopodlažní tramvaje a osvědčená řešení s duálním systémem. (23)

Bombardier Transportation formuje městskou mobilitu po celá desetiletí a poskytuje městům po celém světě udržitelnou veřejnou dopravu. S řešeními této firmy pro e-mobilitu se mohou cestující spolehnout na bezpečnou a pohodlnou cestu s nejnižší ekologickou stopou. (23)



Obrázek 22 - Tramvaj Flexity Melbourne (24)

Stanoviště tramvaje je již na pohled velmi moderní. Bylo použito více displejů ① k lepšímu sdělení informací k řidiči. Umístění ovladačů i sdělovačů je v půlkruhovém uspořádání. Toto rozmístění nejlépe respektuje dosahové možnosti a zrakovou kontrolu pro řidiče tramvaje. Z obrázku je také patrné, že monitorování prostoru v tramvaji, pohyb cestujících a bezpečnost obecně je na vysoké úrovni. Páka ②, pomocí které se vozidlo uvádí do pohybu, je na opačné straně a to z důvodu, že je tramvaj určena pro Austrálii, kde se jezdí na levé straně.



Obrázek 23 – Pohled na stanoviště tramvaje Flexity Melbourne (25)

3 Ergonomická analýza stanovišť 2. a 3. generace

Ergonomické analýzy se provádějí v případech:

- je navržen nový výrobek a nelze ho porovnat se skutečným výrobkem
- je navržen výrobek a můžeme ho porovnat a ověřit
- vychází se ze zkušenosti předchozího designu

Jednotlivé parametry mají být nastaveny tak, aby vyhovovaly antropometrickým a biomechanickým potřebám člověka. Antropometrický přístup je takový, kdy návrh a design plně respektuje možnosti a potřeby člověka v součinnosti se strojem. Jestliže není dané místo přizpůsobeno dle ergonomických požadavků, dochází tak ke vzniku nevhodného pracovního prostředí, což má významný vliv na zdravotní stav operátora. Při zhoršeném stavu zaměstnance musí častěji navštěvovat lékaře a následně se i dlouhodobě léčit, což je pro zaměstnavatele nežádoucí, jelikož ztrácí na ziskovosti a zvyšují se také náklady na zaměstnance. (26)

Důvody, proč se ergonomické metody zavádí a měly by se dodržovat, jsou:

1. Uspořádání pracoviště a procesu, které vyhovují potřebám člověka v závislosti na jeho bezpečí, vyvarování se jeho poranění a celkové pohodlnosti při vykonávání práce.
2. Zachování zdraví pracovníka a nepřetržitě schopnosti nasazení všech zaměstnanců.
3. Zamezení nadměrné zátěže zaměstnanců.
4. Zvýšení komfortu při práci
5. Celkový vzrůst hospodárnosti díky ergonomického uspořádání pracoviště.

Zavedení ergonomie a ergonomických metod je výhodné v jakémkoliv procesu, zejména ve výrobním. Vždy musí být brán zřetel na zdraví člověka a jeho limity. (27)

3.1 Druhy ergonomických metod a analýz

Ergonomickou analýzu je možné stanovit různými způsoby. Mezi ty nejpoužívanější patří checklisty, dotazníky, RULA analýza, REBA analýza a metoda OWAS.

3.1.1 Checklist

Jedná se o vhodný prostředek při orientačním hodnocení již navržených pracovních míst z ergonomického hlediska. Je to soubor kritérií, která by měla být splněna za účelem navržení ergonomicky vyhovujícího pracoviště. Obvykle jsou vyplňovány pracovníky provádějícími průzkum (analýzu), tzn. průmyslovými inženýry, projektanty, ergonomy, bezpečnostními technikami. Checklisty obsahují řadu otázek, které musí dotazovaný vyplnit. Zpravidla se uvádí dvě možnosti:

- kladná odpověď = vhodné a přijatelné řešení
- záporná odpověď = nevhodné a nepřijatelné řešení (27)

Mezi kladné stránky checklistů patří:

- snadné použití
- snadné porovnávání
- pružná aplikovatelnost
- možnost identifikovat chybějící položky (27)

3.1.2 Dotazníky

Jedná se o určitý typ checklistu. Jeho cílem je zprostředkovat detailnější pohled na problém. Dotazníky vyplňují přímo pracovníci, kterých se průzkum týká. Poté je možné získat informace, které by při pouhém pozorování zůstaly utajeny. (27)

Hlavní zásady při specifikování otázek:

- jednoznačnost – jednoduché věty
- srozumitelnost
- stručnost – krátké věty
- validnost – ptáme se na to, co chceme opravdu zjistit
- nepoužívat sugestivní otázky – otázky, které napovídají odpověď (27)

3.1.3 Metoda RULA a REBA

Tyto metody umožňují komplexní ergonomickou analýzu. Metoda RULA slouží k rychlému a systematickému hodnocení rizika poškození tělesného aparátu se zřetelem na horní končetiny a zahrnuje hodnocení kromě těchto končetin i krku, trupu a nohou. Metoda REBA systematicky hodnotí tělesný aparát a vychází z metodiky RULA. Metoda REBA slouží k snižování rizik poškození pohybového aparátu. (28) (27)

U metod RULA a REBA jsou bodově ohodnoceny polohy jednotlivých částí těla (paže, předloktí, zápěstí, krk, trup a dolní končetiny) s ohledem na odklon od neutrální polohy. U každé části těla jsou popsány tzv. základní polohy k získání základního skóre. Jedná se o různý rozsah flexí a extenzí, které jsou vzestupně bodovány se vzrůstajícím odklonem od neutrální polohy. Jsou zde uvedeny rovněž popisy poloh k získání dodatečných bodů tzv. proměnného skóre (např. rotace a úklony). Do výsledného hodnocení je zahrnuta také hmotnost manipulovaného břemene (skóre zátěž – síla) a vliv statické polohy při práci (skóre užívané u svalů, skóre aktivity). REBA navíc zohledňuje vliv techniky uchopení při manipulaci s břemenem (skóre uchopení). (28)

3.1.4 OWAS

Metoda OWAS (OVAKO Work Analysis System) je jedna z nejčastěji využívaných metod vůbec z důvodu její jednoduché aplikovatelnosti a užitečnosti. Základní princip této metody tkví v pozorování operátorů při práci v systematickém časovém rozmezí a následujícím vyhodnocením pomocí tabulky akčních indexů. Závěrečným vyhodnocením dle tabulky jsou opatření k záměně pracovní polohy operátora. Tato metoda posuzuje, které části těla jsou nadměru zatěžovány (krk, ruce, trup, nohy). (29)

3.2 Analýza stanoviště tramvaje 2. generace

Označení stanovišť tramvají na různé generace používá Škoda Transportation k jasnému rozeznání konkrétních stanovišť. Rozdělení na generace se používá také v automobilovém průmyslu, kde např. Škoda auto vyvinula a vyrobila již 4. generaci auta Škoda Octavia.

Stanoviště 2. generace se nachází například na vozech Škoda 35T Chemnitz nebo Škoda 26T Miskolc. Tyto vozy jsou již k vidění v běžném provozu v daných městech.

V této práci bude provedena analýza stanovišť pomocí checklistu. Checklist byl zvolen z důvodu snadného porovnání a pružné aplikovatelnosti. Jako první byla sestavena tabulka ergonomických aspektů, které jsou pro hodnocení stanoviště řidiče důležité. Dále se pokračovalo sestavením checklistu.

Tabulka 6 - Ergonomické aspekty

Ergonomický aspekt	
Dosahové plochy	Vybavenost
Výhledy z kabiny	Nastavitelnost s ohledem na výšku řidiče
Bezpečnost	Mikroklima
Přehlednost displeje	Design
Ovladatelnost tlačítek	Úklid

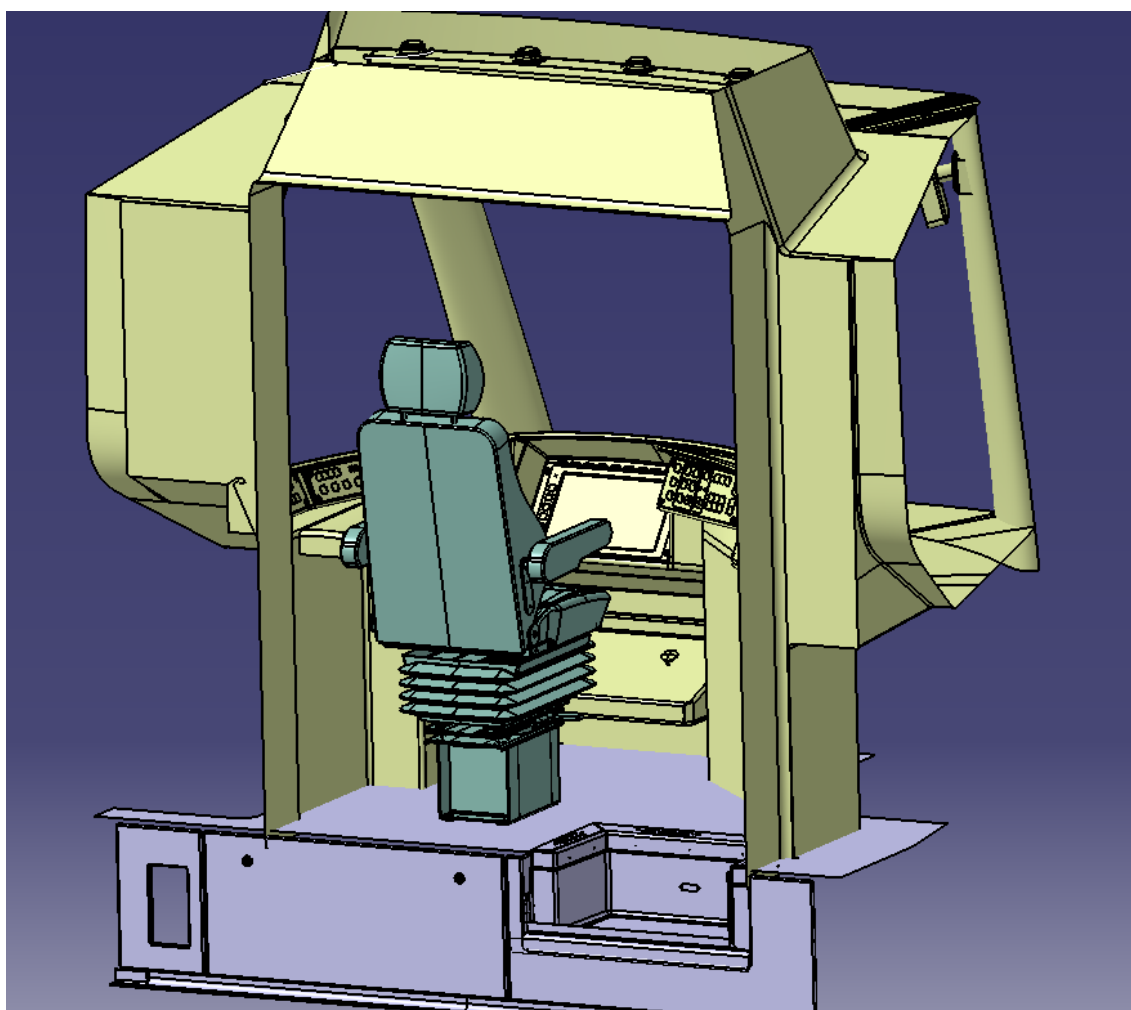
3.2.1 Checklist

Checklist obsahuje celkem 35 otázek, které se vztahují k jednotlivým ergonomickým aspektům. Barvy v checklistu korespondují s barvami v tabulce č. 6. Pro přesné zhodnocení je na důležité aspekty položeno v checklistu více otázek než na ty méně důležité. Díky tomuto přiřazení otázek lze snadno určit, v jakém ergonomickém aspektu stanoviště vyhovuje a v jakém nevyhovuje. Všechny otázky jsou položeny tak, že kladná odpověď znamená, že stanoviště vyhovuje a záporná, že nevyhovuje a je třeba najít možné řešení. U některých otázek bylo do poznámky uvedeno možné zlepšení daného parametru, i přestože stanoviště vyhovuje danému aspektu. Pro lepší představitelnost a názornost budou otázky

demonstrovány pomocí 3D modelu a fotografií. 3D modely stanovišť byly poskytnuty firmou Škoda Transportation.



Obrázek 24 – Pohled na stanoviště 2. generace (Škoda 26T Miskolc)



Obrázek 25 - Model stanoviště 2. generace

Tabulka 7 - Checklist stanoviště 2. generace

Checklist – stanoviště 2. generace		ANO	NE	Poznámka
1.	Jsou rozměrové parametry pracovního místa dostatečné?	ANO		Levá strana pultu by mohla být menší a tím pádem by se řidič mohl posunout více dopředu
2.	Je zvolená základní pracovní poloha vhodná?	ANO		
3.	Jsou dosahové vzdálenosti pravého pultu odpovídající?	ANO		
4.	Jsou dosahové vzdálenosti levého pultu odpovídající?	ANO		
5.	Jsou dosahové vzdálenosti displeje odpovídající?		NE	Displej je moc daleko
6.	Je z kabiny řidiče vhodný výhled těsně před vůz?		NE	Čelní sklo je daleko od řidiče -> špatný výhled těsně před vůz
7.	Je z kabiny řidiče vhodný výhled vpřed (při jízdě)?	ANO		Velký pult výhled komplikuje – řidič se musí spoléhat na kamery
8.	Je z kabiny řidiče vhodný výhled do stran (při jízdě)?		NE	Boční sloupky nevadí ve výhledu, ale pult ano
9.	Jsou zrcátka umístěna v optimální výšce?		NE	Zrcátka nejsou na voze vůbec umístěny
10.	Jsou bezpečnostní pásy součástí sedadla?		NE	Myslím si, že by je většina řidičů stejně nepoužívala
11.	Je řidiči umožněno rychlé opuštění kabiny?		NE	Otočné sedadlo rychlému vystoupení napomáhá, ale stále jsou v kabině umístěny schody, které by mohli rychlé opuštění kabiny zpomalit
12.	Je bezpečnostní kladívko na sklo dobře přístupné?		NE	Na modelu a na fotografiích bezpečnostní kladívko chybí
13.	Je záchranná brzda dobře přístupná?	ANO		
14.	Je stanoviště bezpečné při čelním střetu?		NE	Stanoviště vyvolává pocit bezpečí, protože obsahuje velký pult, který zabrání průlet řidiče čelním sklem. Madlo na pravé straně.
15.	Je displej přehledný?	ANO		Dostatečně velký a odstíněný

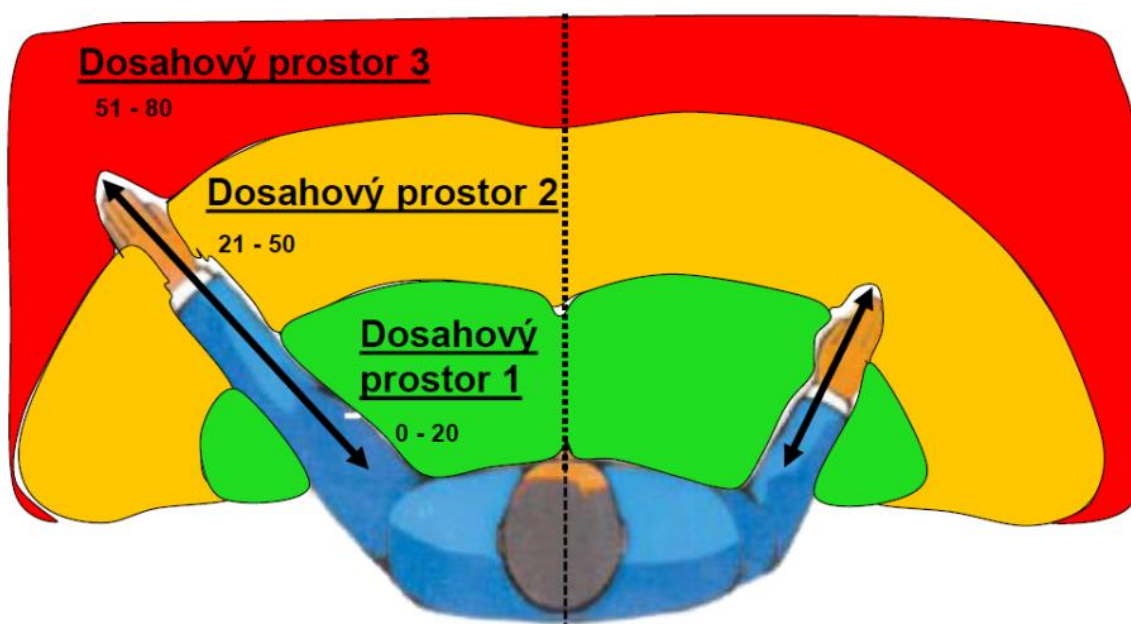
Checklist – stanoviště 2. generace		ANO	NE	Poznámka
16.	Je displej snadno ovladatelný?		NE	Umístění tlačítek by bylo lepší na pravé straně, protože levá ruka je téměř celou dobu na řadiči
17.	Jsou kamerové displeje umístěné v optimální výšce?		NE	Mohl by být níže, větší a uprostřed kabiny
18.	Je stanoviště přehledné?	ANO		
19.	Jsou tlačítka snadno ovladatelná?	ANO		
20.	Dochází k dublování tlačítek? (více funkcí na jednom tlačítku)	ANO		
	Nachází se v kabině řidiče následující věci a jsou dobře přístupné?			
21.	Lékárnička	ANO		
22.	Hasicí přístroj	ANO		
23.	Tyč pantografu	ANO		
24.	Tyč pro výhybku	ANO		
25.	Sedadlo instruktora	ANO		
26.	Je možné snadno ovládat tiskárnu na lístky?		NE	Tiskárna na stanovišti vůbec není – záleží na zákazníkovi
27.	Je zásuvka snadno přístupná?		NE	Není na stanovišti
28.	Je individuálně nastavitelné pracovní sedadlo?	ANO		
29.	Je individuálně nastavitelná opěrka nohou?	ANO		
30.	Umožňuje pracovní místo oporu paží?	ANO		
31.	Jsou eliminovány vlivy prostředí (hluk, mikroklima, chlad, osvětlení)?	ANO		
32.	Je stanoviště vybaveno sluneční clonou?	ANO		
33.	Je stanoviště vybaveno klimatizací?	ANO		

Checklist – stanoviště 2. generace		ANO	NE	Poznámka
34.	Je stanoviště moderní po designové stránce?		NE	Omezení počtu tlačítek, větší displej
35.	Lze pracoviště snadno uklidit?	ANO		Tlačítka téměř nevystupují z panelu – lze snadno setřít

S celkového počtu 35 odpovědí bylo 13 vyhodnoceno možnostmi NE. U všech záporných odpovědí je navrženo řešení. Největší počet záporných odpovědí má souvislost s bezpečností.

3.2.2 Dosahové plochy

Obecně při návrhu pracovního místa vsedě je potřeba brát zřetel na dosahové vzdálenosti pracovníka. Optimální dosahový prostor je znázorněn na obrázku č. 26 znázorněn zelenou barvou. Střední prostor, určen pro méně fyzickou námahu, je vyznačen oranžovou barvou. Dosahový prostor číslo 3 je pro práci řidiče tramvaje nevyhovující a je snaha umístit vše potřebné do oblastí č. 1 a 2.



Obrázek 26 - Dosahové prostory

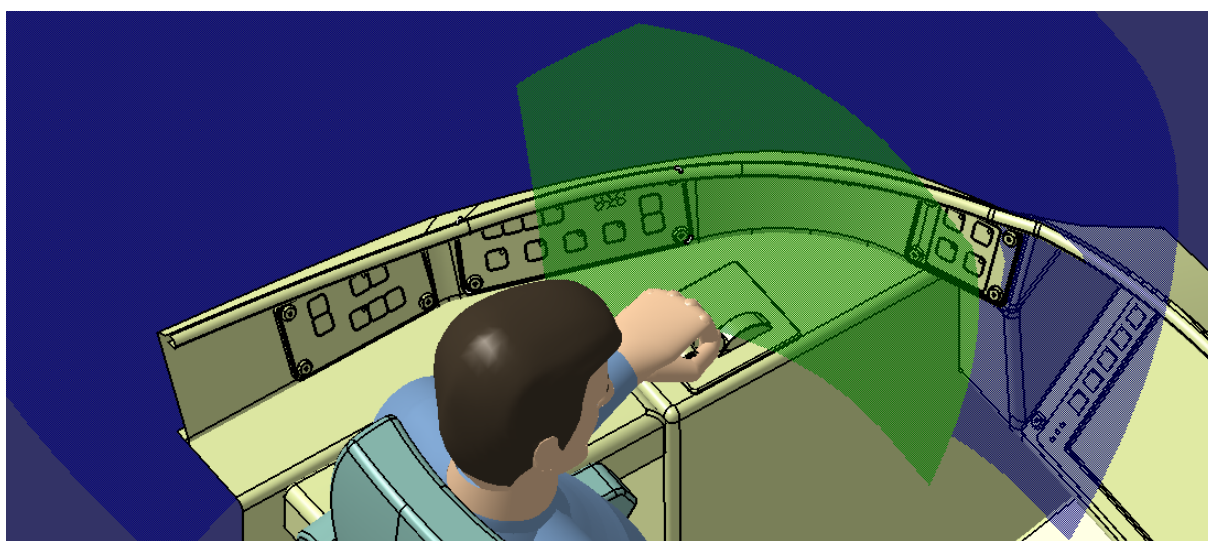
3.2.2.1 Model a zobrazení dosahových ploch v Catii

V rámci ergonomie stanoviště řidiče byly zkoumány dosahové zóny řidiče. Analýza byla provedena podle 50. percentilu mužského pohlaví. Antropometrické údaje jsou zobrazeny v následující tabulce. Tato tabulka je uvedena na základě normy DIN 33402-2. (30)

Tabulka 8 - Antropometrické údaje (30)

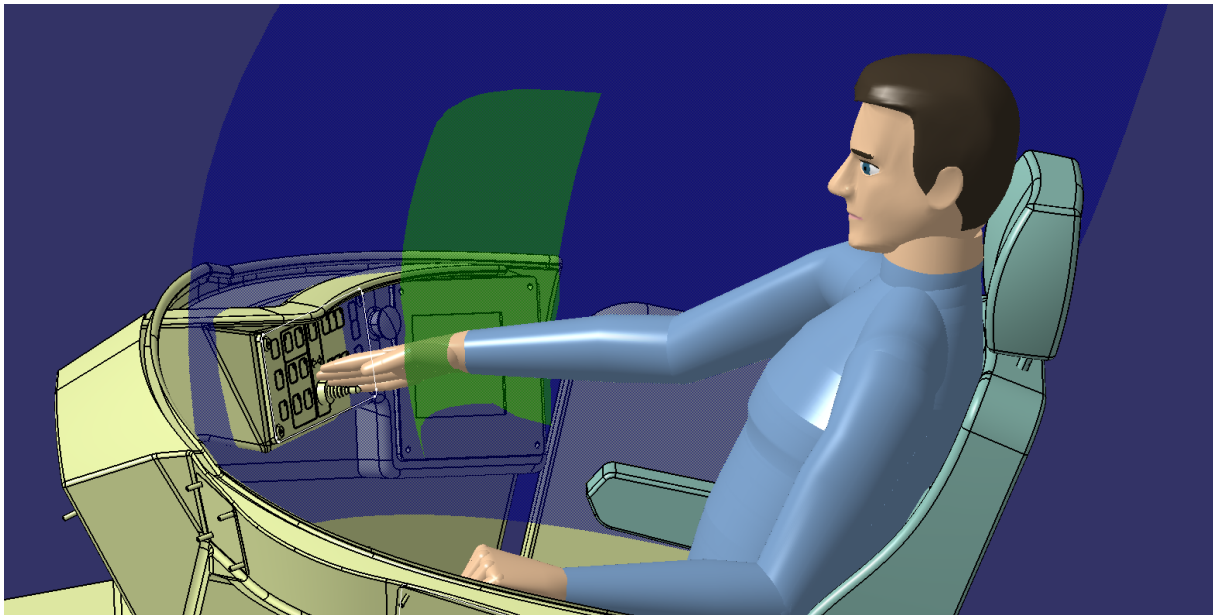
Muž			
Percentil	Výška (cm)	Délka ruky (cm)	Šířka ruky (cm)
5	165	17,9	7,7
50	175	19	8,7
95	185,5	20,2	9,2

Následující obrázek zobrazuje dosahové vzdálenosti levé ruky řidiče. V ideální dosahové vzdálenosti levé ruky (dosahový prostor 1 – zelená barva) se nachází řadič. Poloha řadiče je velmi důležitá, protože je ovládán takřka celou pracovní dobu řidiče. Ostatní ovladače na levém pultu jsou v tolerovaném dosahovém prostoru. Ovladače na levém pultu slouží hlavně k nastavení tramvaje před výjezdem. Při jízdě se používají pouze ovladače světel, které se nachází v pravé části panelu. Jediné ovladače, které jsou mimo dosahový prostor 2, jsou ovladače sloužící k ovládní displeje.



Obrázek 27 – Ukázka dosahu levé ruky v tramvaji 2. generace

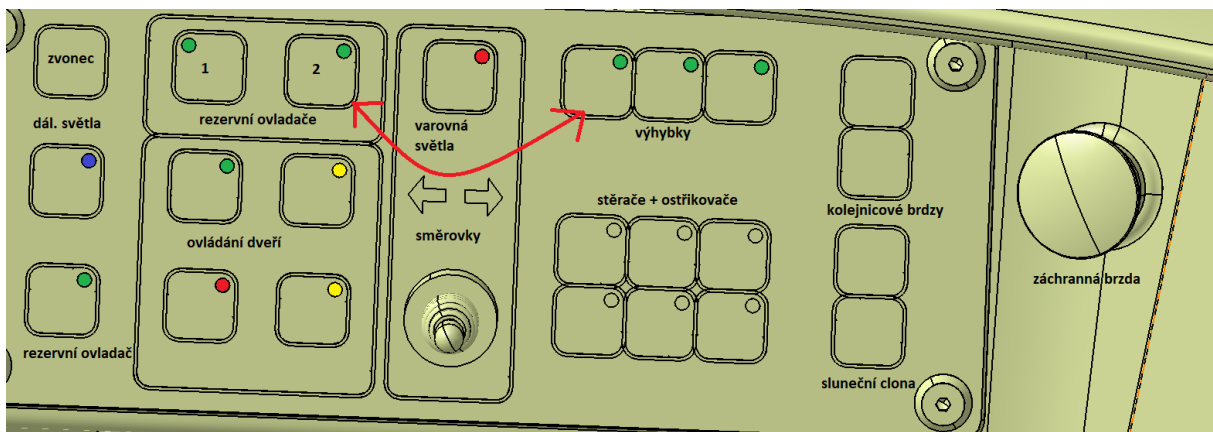
Otevírání/zavírání dveří, varovná světla, dálková světla, směrovky, výhybky, stěrače, kolejnicové brzdy, sluneční clona a záchranná brzda jsou umístěny na pravém pultu. Většina těchto ovladačů se nachází v optimálním dosahovém prostoru pro řidiče. Jediné ovladače, které jsou umístěny mimo tento prostor, jsou pro sluneční clonu, kolejnicové brzdy (lze je ovládat pomocí řadiče) a záchrannou brzdu. V praxi se záchranná brzda takřka nepoužívá, protože dojde k zablokování všech kol, ale tramvaj jede dál a brzdí se pouze pomocí řadiče.



Obrázek 28 – Ukázka dosahu pravé ruky v tramvaji 2. generace

3.2.3 Hodnocení ergonomie na stanovišti tramvaje 2. generace

Stanoviště 2. generace má dobře zvládnuté uzpůsobení levého pultu ovšem dispozice pravého pultu by se mohla upravit. Mým návrhem na zlepšení je výměna rezervních ovladačů s ovladači výhybek, tak aby byly více ve středu stanoviště. Na obrázku č. 29 je tato výměna naznačena šipkami. Ovladače výhybek jsou spolu s ovladači dveří nejvíce používané.



Obrázek 29 - Levý panel v tramvaji 2. generace

Dalším problémem z pohledu ergonomie je umístění displejů. Středový displej by mohl být větší a blíže k řidiči. Na modelu jsou navíc umístěny ovladače displeje na levé straně, což by způsobilo jeho horší ovládání. Tento nedostatek byl odstraněn při postupném vývoji stanoviště pracovníky Škody Transportation a na obrázku č. 24 jsou ovladače umístěny na pravé straně displeje.

Kamerový displej ve voze je pouze jeden a to v pravé horní části kabiny. Pro lepší zobrazení pohledů z kamer by byl vhodný širokoúhlý kamerový displej na středu horní části kabiny. Další možností by bylo rozšíření středového displeje a zobrazení kamer na něm.

Současné umístění displejů ovlivňuje výhled řidiče tramvaje. Středový displej je od řidiče daleko a navíc za displejem je ještě velká palubní deska. Z tohoto důvodu je výhled těsně před vůz nedostačující. Také je nutné podotknout, že vůz nemá zpětná zrcátka a jejich funkci nahrazují kamery.

Naopak stanoviště 2. generace lze kladně hodnotit z těchto faktorů:

- přehlednost pultů
- dosahové vzdálenosti
- vybavenost vozu
- snadný úklid

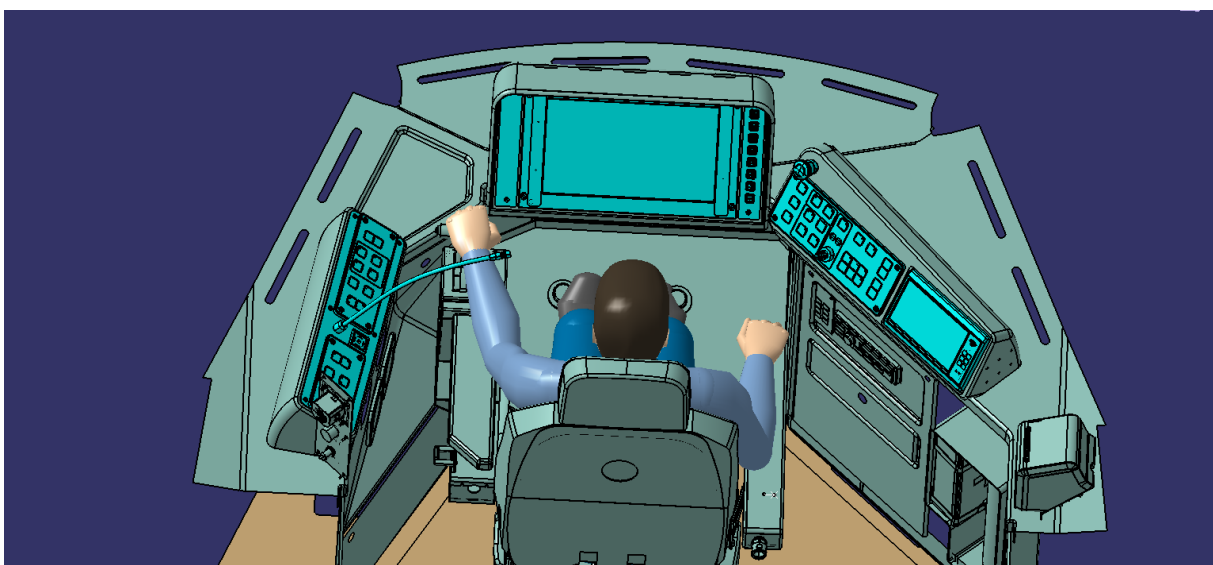
3.3 Analýza stanoviště tramvaje 3. generace

K analýze stanoviště 3. generace byl k dispozici pouze 3D model a vizualizace, neboť se jedná o nové stanoviště, které ještě nebylo vyrobeno. Stanoviště 3. generace bude zabudováno do tramvají Škoda 40T Plzeň a Škoda 39T Ostrava. Tyto tramvaje by měly být uvedeny do provozu na konci roku 2020.

Analýza byla provedena stejným způsobem jako u stanoviště tramvaje 2. generace.

3.3.1 Checklist

K hodnocení byl použit stejný checklist s 35 otázkami jako u předchozího stanoviště.



Obrázek 30 – Ukázka stanoviště tramvaje 3. generace



Obrázek 31 - Vizualizace stanoviště tramvaje 3. generace

Tabulka 9 - Checklist stanoviště 3. generace

Checklist – stanoviště 3. generace		ANO	NE	Poznámka
1.	Jsou rozměrové parametry pracovního místa dostatečné?	ANO		
2.	Je zvolená základní pracovní poloha vhodná?	ANO		
3.	Jsou dosahové vzdálenosti pravého pultu odpovídající?	ANO		
4.	Jsou dosahové vzdálenosti levého pultu odpovídající?	ANO		
5.	Jsou dosahové vzdálenosti displeje odpovídající?		NE	Místo dotykového displeje bych umístil touchpad do područky
6.	Je z kabiny řidiče vhodný výhled těsně před vůz?		NE	Řidič se musí spoléhat na kamery
7.	Je z kabiny řidiče vhodný výhled vpřed (při jízdě)?		NE	Velký displej komplikuje výhled vpřed
8.	Je z kabiny řidiče vhodný výhled do stran (při jízdě)?		NE	Boční sloupky jsou příliš velké
9.	Jsou zrcátka umístěna v optimální výšce?		NE	Využívání kamer místo zrcátek
10.	Jsou bezpečnostní pásy součástí sedadla?		NE	Myslím si, že by je většina řidičů stejně nepoužívala

Checklist – stanoviště 3. generace		ANO	NE	Poznámka
11.	Je řidiči umožněno rychlé opuštění kabiny?		NE	Nemožnost otočení sedadla a schod zpomalí vystoupení
12.	Je bezpečnostní kladívko na sklo dobře přístupné?		NE	Je moc vysoko
13.	Je záchranná brzda dobře přístupná?	ANO		
14.	Je stanoviště bezpečné při čelním střetu?		NE	Nejsou na stanovišti bezpečnostní pásy a není se ani čeho chytit
15.	Je displej přehledný?	ANO		Dostatečně velký a odstíněný
16.	Je displej snadno ovladatelný?		NE	Je moc daleko od řidiče
17.	Jsou kamerové displeje umístěné v optimální výšce?	ANO		Ale mohli by být na středu
18.	Je stanoviště přehledné?		NE	Stanoviště je rozděleno na 3 části, které nejsou prakticky vůbec spojeny v jeden celek
19.	Jsou tlačítka snadno ovladatelná?	ANO		
20.	Dochází k dublování tlačítek? (více funkcí na jednom tlačítku)	ANO		
	Nachází se v kabině řidiče následující věci a jsou dobře přístupné?			
21.	Lékárnička	ANO		
22.	Hasicí přístroj	ANO		
23.	Tyč pantografu	ANO		
24.	Tyč pro výhybku	ANO		
25.	Sedadlo instruktora		NE	
26.	Je možné snadno ovládat tiskárnu na lístky?		NE	Tiskárnu je kvůli neotočnému sedadlu nemožné ovládat
27.	Je zásuvka snadno přístupná?	ANO		Ale chybí přihrádka na telefon
28.	Je individuálně nastavitelné pracovní sedadlo?	ANO		

Checklist – stanoviště 3. generace		ANO	NE	Poznámka
29.	Je individuálně nastavitelná opěrka nohou?	ANO		
30.	Umožňuje pracovní místo oporu paží?	ANO		
31.	Jsou eliminovány vlivy prostředí (hluk, mikroklima, chlad, osvětlení)?	ANO		
32.	Je stanoviště vybaveno sluneční clonou?	ANO		
33.	Je stanoviště vybaveno klimatizací?	ANO		
34.	Je stanoviště moderní po designové stránce?		NE	Omezení počtu tlačítek, větší displej
35.	Lze pracoviště snadno uklidit?		NE	Pulty nejsou spojeny s displejem -> více ploch na úklid

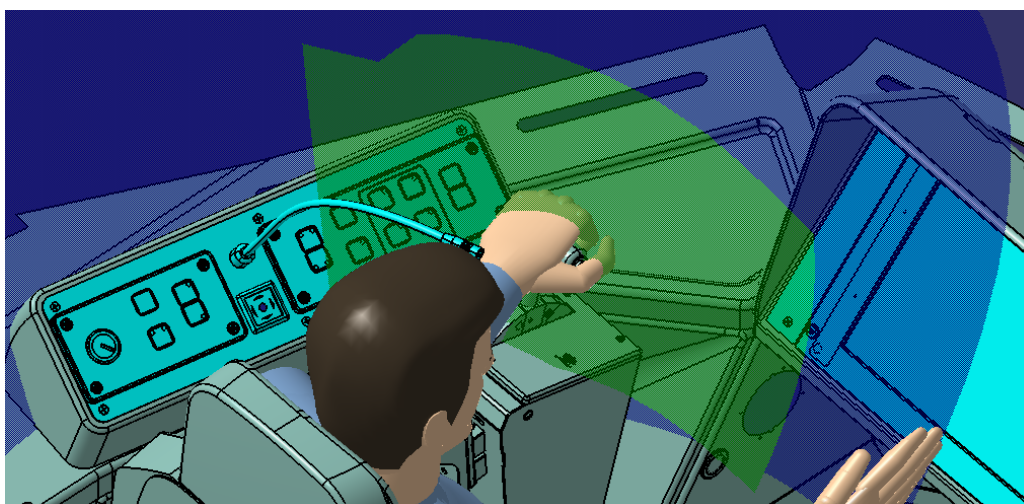
Z celkového počtu 35 otázek bylo 15 vyhodnoceno odpovědí NE. Pro celkové srovnání obou stanovišť byla vypracovaná srovnávací tabulka, která se nachází ve 4. kapitole

3.3.2 Dosahové plochy

U stanoviště 3. generace došlo k přepracování obou panelů a netvoří s displejem ucelený oblouk.

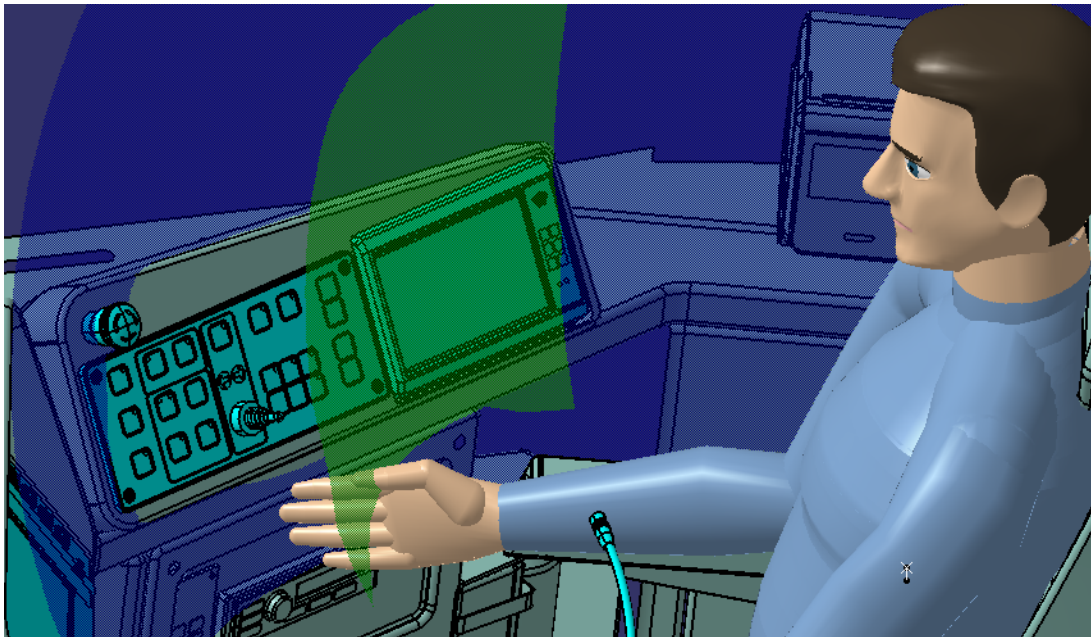
3.3.2.1 Model a zobrazení dosahových ploch v Catii

Umístění ovladačů na levém panelu je v optimální vzdálenosti od řidiče. Ovládání světel na levém panelu by bylo lepší umístit více k displeji, aby na ovladače bylo periferně vidět a daly se ovládat bez ztráty pozornosti řidiče. Řadič je umístěn v ideální vzdálenosti.



Obrázek 32 – Ukázka dosahu levé ruky v tramvaji 3. generace

Na pravém panelu jsou umístěny stejné ovladače jako u předchozí generace. Uspořádání ovladačů je až na pár výjimek také stejné. Došlo k přehození záchranné brzdy. Je umístěna v levé části pravého panelu. Došlo k narovnání celého panelu a tím je umožněn lepší pohled na informační systém. Na řidičově pravé straně je také umístěna tiskárna na lístky. Umístění tiskárny je velice nevhodné z důvodu neotočného sedadla řidiče. Řidič tím pádem kvůli ovládnutí tiskárny musí vstát ze sedadla, nebo se na něm nepohodlně otočit.



Obrázek 33 – Ukázka dosahu pravé ruky v tramvaji 3. generace

3.3.3 Hodnocení ergonomie na stanovišti tramvaje 3. generace

Stanoviště 3. generace má velmi dobře zvládnutou klimatizaci kabiny. Je zde zabudované klimatizační zařízení s možností odklonit různé průduchy a také zde nechybí sluneční clona.

Stanoviště je vybaveno navíc zásuvkou, která se využívá při nabíjení mobilního telefonu, na který bohužel chybí přihrádka. Lékárnička a hasicí přístroj jsou pro řidiče lépe přístupné. Na rozdíl od 2. generace se nachází na řidičově pravé straně, u 2. generace je lékárnička a hasicí přístroj umístěna za sedadlem.

Z 3D modelu vypadá, že stanoviště 3. generace je daleko méně přehledné. Je to způsobeno necelistvostí displeje a postranních pultů. Tato dispozice je také překážkou při úklidu stanoviště.

Ovladače jsou rozmístěny přehledně a navíc jsou umístěny i na područce. Na područce jsou umístěny dublované funkce. To znamená, že má řidič více variant jak danou funkci ovládat.

4 Hodnocení provedených analýz

4.1 Hodnocení stanoviště 2. generace

Dosahové plochy jsou dobře navrženy, ovšem malé zaoblení pravé části pravého pultu způsobuje špatný dosah řidiče na ovladače v pravé části.

V optimálním výhledu z kabiny stanoviště 2. generace vadí stínítko displeje a vzdálenost mezi displejem a čelním sklem a také boční sloupky.

Bezpečnost na stanovišti 2. generace snižuje chybějící bezpečnostní pás a bezpečnostní kladívko. Rychlé opuštění kabiny je komplikováno schody.

Středový displej se nachází zbytečně daleko od řidiče. Kamerový displej je příliš malý a nachází se moc vysoko.

Pravá područka je zde zcela nevyužita. Mohly se do ní zakomponovat některé ovladače. Naopak jsou ovladače pro ohlašování zastávek a uvolnění dveří zakomponované do madla.

Kabina řidiče je vybavena všemi potřebnými věcmi. Pro větší komfort řidiče by mohla být dovybavena zásuvkou.

Nastavení stanoviště podle výšky řidiče je možné díky nastavitelnému sedadlu – výška, posuv dopředu/dozadu a také pomocí nastavitelné opěrky nohou.

Kabina je vybavena osvětlením stanoviště a osvětlením zadní části kabiny. Mikroklima lze udržovat pomocí ventilace a klimatizace.

Po designové stránce působí stanoviště 2. generace zastarale. Je zde umístěno příliš mnoho ovladačů, které by mohly být nahrazeny displejem s dotykovým ovládáním.

Úklid je velmi jednoduchý, protože pulty jsou spojené a tlačítka jsou opatřena fóliovou vrstvou.

4.2 Hodnocení stanoviště 3. generace

Na stanovišti 3. generace jsou dosahové vzdálenosti dobře navrženy. Jediný problém nastává při ovládání displeje, který je moc daleko.

Optimálnímu výhledu do stran ze stanoviště 3. generace brání velké boční sloupky a ve výhledu před vůz velký displej.

Sedadlo řidiče nemá zakomponované bezpečnostní pásy a navíc není otočné. To spolu se schody zpomaluje rychlé opuštění kabiny.

U displejů ve stanovišti 3. generace dochází ke stejným problémům jako u předchozí generace.

Na područku byly zakomponovány 4 ovladače. Stejně ovladače jsou umístěny také na palubní desce a řidič má možnost ovládat je dvěma způsoby.

Všechno potřebné vybavení se na stanovišti nachází. Vhodné by bylo zakomponování přihrádky na telefon poblíž zásuvky.

Každý řidič si může stanoviště přizpůsobit pomocí nastavitelného sedadla a opěrky nohou. Nelze nastavit vzdálenost řadiče od sedadla, protože je k sedadlu pevně připevněn.

Stanoviště 3. generace je vybaveno ventilací a klimatizací. Dochází tak k trvalému udržení mikroklimatu podle přání řidiče. V kabině je zabudované osvětlení pultů a osvětlení zadní části kabiny.

Levý a pravý pult společně s displejem jsou oddělené a působí nepřehledně.

Oddělení pultů od displeje komplikuje úklid z důvodu většího počtu ploch.

4.3 Porovnání stanovišť tramvají 2. a 3. generace

Aby bylo možné provést porovnání analýz stanovišť 2. a 3. generace je nutné zvolit váhovou hodnotu jednotlivých definovaných ergonomických aspektů podle jejich důležitosti. Váhová hodnota byla volena od 1 do 5. Ergonomické aspekty byly obodovány hodnotami od 0 do 10 podle toho, jak byly vyhodnoceny otázky v checklistu. Stanovení rozsahu bodování bylo provedeno na základě konzultace ve Škodě Transportation. Celkový počet bodů byl dán sečtením jednotlivých bodů, které se vynásobily danou váhou. Celkový počet bodů byl dán rovnicí č. 1.

$$\text{Celkový počet bodů} = \sum_{i=1}^n \text{váha} \cdot \text{bodové hodnocení daného aspektu}$$

Rovnice 1 – Výpočet bodů pro ergonomické aspekty tramvaje

V následující tabulce jsou zobrazeny všechny ergonomické aspekty, ke kterým bylo při srovnávání stanovišť tramvají přihlíženo. Ve 2. sloupci tabulky je znázorněna váhová hodnota daného aspektu. Bodové hodnocení podle odpovědí v checklist je ve 3. sloupci pro stanoviště tramvaje 2. generace a v 5. sloupci pro stanoviště 3. generace. Ve 4. a v 6. sloupci je znázorněn výpočet bodového hodnocení daného ergonomického aspektu. Celkový počet bodů se nachází v posledním řádku tabulky.

Tabulka 10 - Vyhodnocení provedených analýz

Ergonomický aspekt	Váha	Stanoviště tramvaje			
		2. generace		3. generace	
Dosahové plochy	5	7	5*7 = 35	8	5*8 = 40
Výhledy z kabiny	5	5	5*5 = 25	3	5*3 = 15
Bezpečnost	5	3	5*3 = 15	2	5*2 = 10
Přehlednost displeje	4	5	4*5 = 20	4	4*4 = 16
Ovladatelnost tlačítek	4	7	4*7 = 28	6	4*6 = 24
Vybavení	3	7	3*7 = 21	8	3*8 = 24
Přizpůsobení vzrůstu	3	8	3*8 = 24	7	3*7 = 21
Mikroklima	2	8	2*8 = 16	8	2*8 = 16
Design	2	4	2*4 = 8	1	2*1 = 2
Úklid	1	7	1*7 = 7	2	1*2 = 2
Celkový počet bodů			199		170

Celkový bodový zisk tramvaje 2. generace je 199 bodů. Nejhorší byly vyhodnoceny tyto aspekty: výhledy z kabiny, bezpečnost, přehlednost displeje a design.

Stanoviště tramvaje 3. generace bylo ohodnoceno 170 body. Dopadlo podstatně hůře než stanoviště tramvaje 2. generace. Tento výsledek je způsoben následujícími důvody: špatné výhledy z vozu, stanoviště nevyvolává pocit bezpečí, nepřehlednost stanoviště, rozdělení ovládacích pultů a displeje.

5 Návrh inovativních opatření

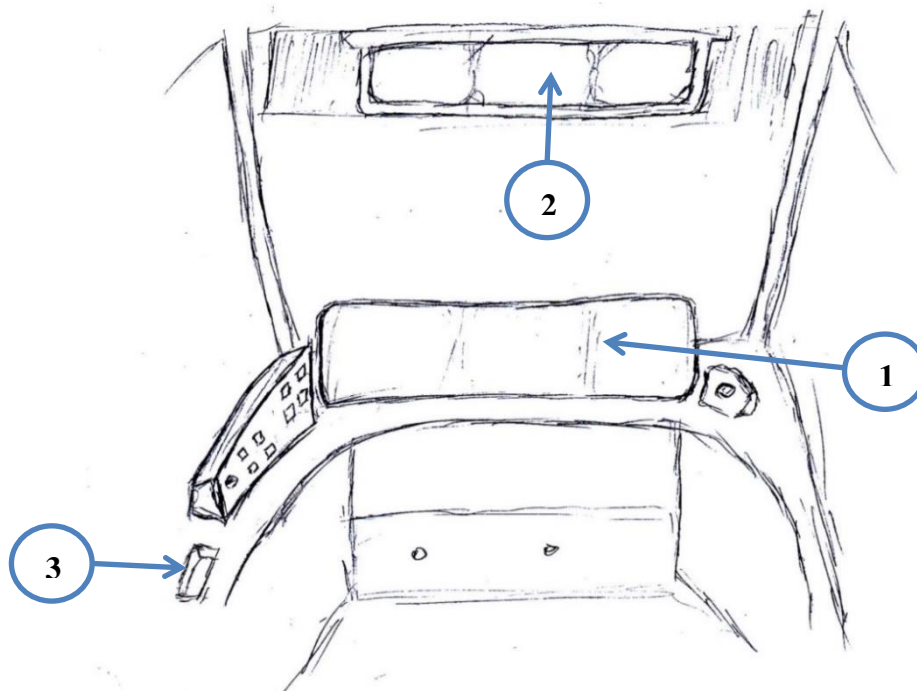
Návrh inovativních opatření se vztahuje k oběma typům stanovišť. Inovativní opatření byla navržena na základě vyhodnocení checklistů, které bylo provedeno v předchozí části bakalářské práce. Přínos této bakalářské práce s ohledem na data z konzultací je můj návrh nového stanoviště podle mého návrhu inovativních opatření.

Inovativní opatření:

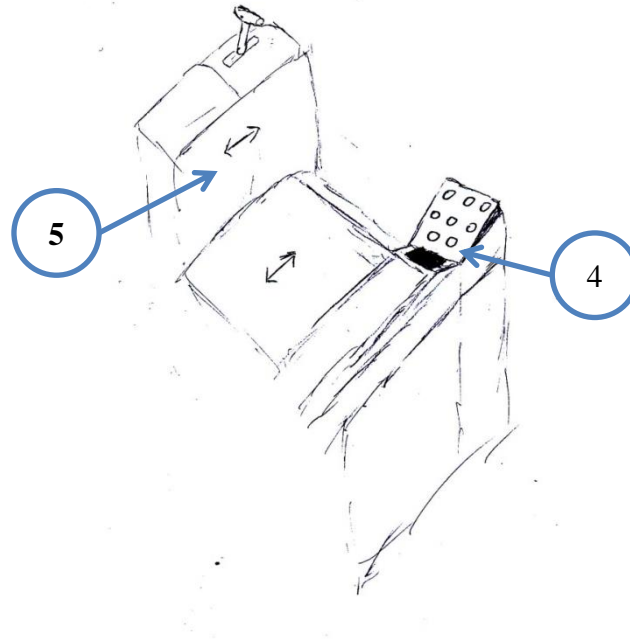
1. Omezení počtu tlačítek a nahradit je dotykovým displejem.
2. Umístění širokoúhlého kamerového displej přímo před řidiče, aby byl zajištěn komfortní pohled na displej. Nebo zařazení pohledů z kamer do centrálního displeje.
3. Příhrádka na mobil – bezdrátové nabíjení
4. Područka – touchpad + tlačítka
5. Nastavitelné poloha levé opěrky (vzdálenost řadiče)
6. Zkrácením palubové desky dojde k lepšímu výhledu před vůz a nebude se řidič muset spoléhat pouze na kamery.

5.1 Návrh nového stanoviště

Prvotní návrh vypracovaných zlepšení na základě nedostatků z checklistů je znázorněn na následujících obrázcích.



Obrázek 34 – Znázornění inovativních opatření na nově navrženém stanovišti



Obrázek 35 – Pohled na nově navrženou část sedadla

Na obrázku č. 35 není dokresleno celé sedadlo, protože by opěrka komplikovala pohled na područky.

Došlo k odstranění celého pravého pultu. Ovladače, které se na tomto pultu nacházely, jsou přesunuty na pravou část displeje a také na područku. Na pravé straně byla ponechána pouze záchranná brzda. Kamerový displej se rozšířil a byl umístěn na střed stanoviště.

Područka je vybavena touchpadem k snazšímu ovládní displeje a také ovladači na ovládní výhybek a dveří. Další funkce jsou možné na područku dodat podle potřeby řidiče. Levá područka, na kterou je umístěn řadič, je nastavitelná. Stejně tak je nastavitelné sedadlo řidiče.

6 Bibliografie

- [1] Dlač, Jaroslav. E-api - ergonomie a pohybová ekonomika. *E-api*. [Online] [Citace: 13. 11 2019.] <https://www.e-api.cz/25855n-ergonomie-a-pohybova-ekonomie>.
- [2] BOZPinfo - co je to ergonomie. *BOZPinfo*. [Online] <https://www.bozpinfo.cz/co-je-ergonomie>.
- [3] Rotreklová, Olga. Přírodovědecká fakulta MUNI. <https://www.sci.muni.cz/botany/rotreklova/pokusy/Antropometrie.PDF>. [Online] [Citace: 13. 11 2019.] <https://www.sci.muni.cz>.
- [4] Krajská hygienická stanice Královehradeckého kraje. [Online] [Citace: 13. 11 2019.] http://www.khshk.cz/e-learning/kurs5/kapitola_11__fyziologie_prce.html.
- [5] Bureš, Martin. Courseware.zcu.cz. [Online] https://courseware.zcu.cz/portal/studium/courseware/kpv/rop/prednasky.html?login_cpSessRes=cpses_01fee747ec6084a08f30bb1bebd688ba537.
- [6] Rubínová, Dana. *Ergonomie*. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2006.
- [7] Bezpečnost práce: Historie ergonomie. *Bezpečnost práce*. [Online] 24. 1 2019. [Citace: 13. 11 2019.] <https://www.bezpecnostprace.info/ergonomie/historie-ergonomie/>.
- [8] Mike. Flickr. *Flickr*. [Online] 22. 9 2012. [Citace: 13. 11 2019.] <https://www.flickr.com/photos/29051501@N08/8048220265>.
- [9] Locust-Fuentes, Margo. Pinterest. *Pinterest*. [Online] [Citace: 13. 11 2019.] <https://cz.pinterest.com/pin/357332551655009465/?lp=true>.
- [10] Hájková, Barbora. ČVUT DSpace. [Online] <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/63977/F6-DP-2015-Hajkova-Barbora-Prevence%20srazek%20tramvaji%20s%20chodci.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [11] Wikipedia - tramvajová doprava. *Wikipedia - tramvajová doprava*. [Online] [Citace: 25. Listopad 2019.] https://cs.wikipedia.org/wiki/Tramvajov%C3%A1_doprava.
- [12] ČT24. Česká televize. [Online] 23. Září 2015. [Citace: 12. Prosinec 2019.] <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/1590889-neohlizej-se-tramvaj-tahne-kun-prazska-mhd-slavi-narozneniny>.

- [13] Klužník, Jan. *iDnes.cz. iDnes.cz/magazíny*. [Online] ČTK, 16. Květen 2011. [Citace: 25. Listopad 2019.] https://www.idnes.cz/technet/technika/pred-130-lety-vyjela-prvni-elektricka-tramvaj-pro-pobaveni-ji-zkratovali.A110515_094120_tec_technika_kuz.
- [14] Dittler, Sabine. *New Siemens. New Siemens*. [Online] [Citace: 25. Listopad 2019.] <https://new.siemens.com/global/en/company/about/history/news/first-electric-streetcar.html>.
- [15] Pícha, Ondřej. *DPMO. DPMO - historie*. [Online] [Citace: 26. Listopad 2019.] <https://www.dpmo.cz/dpmo/historie/historicka-vozidla/o-tramvaji-c-223/>.
- [16] Šlehofer, Jan. *Plzeňské tramvaje*. [Online] [Citace: 26. Listopad 2019.] <http://www.plzensketramvaje.cz/?page=t1.htm>.
- [17] Bereň, Michael. *Pražský deník. Pražský deník - zprávy z regionu*. [Online] 6. Leden 2019. [Citace: 26. Listopad 2019.] https://prazsky.denik.cz/zpravy_region/obrazem-v-roce-1951-pusobila-jako-zjeveni-ted-se-tramvajova-legenda-vratila-20190106.html.
- [18] Křehlík, Miroslav. *Pražské tramvaje. Pražské tramvaje - osobní vozy*. [Online] [Citace: 26. Listopad 2019.] <http://prazsketramvaje.cz/view.php?cisloclanku=2006040809>.
- [19] Wikipedia - tatra t3. *Wikipedia - tatra t3*. [Online] [Citace: 26. Listopad 2019.] https://cs.wikipedia.org/wiki/Tatra_T3.
- [20] Siemens. *Siemens*. [Online] [Citace: 8. Prosinec 2019.] <https://new.siemens.com/global/en/company/about.html>.
- [21] Pragoimex. *Pragoimex*. [Online] [Citace: 8. Prosinec 2019.] <http://www.pragoimex.cz/>.
- [22] Blesk. *Blesk regiony*. [Online] [Citace: 8. Prosinec 2019.] <https://www.blesk.cz/clanek/regiony-plzen/615314/na-koleje-v-plzni-vyjedou-evicky-klimatizovane-tramvaje-slibuji-pohodli-i-tissi-jizdu.html>.
- [23] Bombardier. *Bombardier rail*. [Online] [Citace: 8. Prosinec 2019.] <https://rail.bombardier.com/en/solutions-and-technologies/urban/tram-and-light-rail.html>.
- [24] Pxhere. *Pxhere photo*. [Online] [Citace: 8. Prosinec 2019.] <https://pxhere.com/cs/photo/170505>.
- [25] Vicsig. [Online] [Citace: 8. Prosinec 2019.] <http://vicsig.net/photo/13085>.
- [26] Dana, Procházková. *Analýza a řešení rizik*. Praha : ČVUT, 2011. ISBN 978-80-7071-289-4.

[27] ALTAXO SE. *Metody ergonomie pro použití v praxi*. [Online] ALTAXO SE, 2015. [Citace: 7. 7 2020.] <https://www.altaxo.cz/provoz-firmy/management/rady-pro-manazery/metody-ergonomie-pro-pouziti-v-praxi>.

[28] Alena, Valečková. BOZPinfo. *moderní metody v hodnocení ergonomických rizik*. [Online] 30. 4 2008. [Citace: 7. 7 2020.] <https://www.bozpinfo.cz/josra/moderni-metody-v-hodnoceni-ergonomickych-rizik>.

[29] Vittorio, Di Martino. *Work organization and ergonomics*. Geneva : Internationl Labour Office, 1998. ISBN 92-2-109518-5.

[30] *DIN 33402-2 Ergonomie - Körpermasse der Menchedn*. Berlin : DIN - Deutch Institut für Normung, 2005.

[31] Jakub Marek, Petr Skřehot. *Základy aplikované ergonomie*. Praha : Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. ISBN 978-80-86973-58-6.