

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh zkušebního stendu pro ověření reakční doby

Bc. Petr Houdek

Diplomová práce

2012

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2011/2012

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr Houdek**  
Osobní číslo: **D09657**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní prostředky: Silniční vozidla**  
Název tématu: **Návrh zkušebního stendu pro ověření reakční doby**  
Zadávající katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Význam reakční doby a užití standu.
2. Ideový návrh zařízení k určení reakční doby.
3. Konstrukční řešení vybraného návrhu.
4. Návrh metodiky měření.
5. Závěr.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**Informace z www stránek BESIP a Ministerstva dopravy české republiky.**

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.**

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání diplomové práce: **24. února 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **23. května 2012**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.

vedoucí katedry

V Pardubicích dne 24. února 2012

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 10. 5. 2012

Bc. Petr Houdek

Tímto bych chtěl poděkovat za zadání, odborné vedení a pomoc v průběhu zpracování práce vedoucímu této diplomové práce doc. Ing. Miroslavu Tesařovi CSc.

## **ANOTACE**

Práce je věnována návrhu stendu pro měření reakční doby řidiče a využití naměřených hodnot pro další potřeby výzkumu bezpečnosti silničního provozu. V ideovém návrhu jsou navrženy různé varianty provedení a po jejich zvážení je podrobně rozebrána jediná varianta řešení. V práci je odůvodněna architektura a ergonomický návrh stendu z hlediska stavby lidského těla a z hlediska antropomotoriky. V práci je navržen a popsán měřicí řetězec pro zaznamenávání měřených veličin. Stend bude dle podkladů práce vyroben a používán pro potřeby Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

reakční doba, řidič, bezpečnost silničního provozu, simulátor

## **TITLE**

Draft of test equipment to verify the response time

## **ABSTRACT**

This thesis aims to propose an equipment for measuring driver's reaction time and use the measured values for further improving safety of the traffic. In theory, several possible realisations are considered, and after their evaluation a single option is analysed in detail. The thesis rationalizes for given architecture and ergonomic design of the equipment that conforms human anatomy and respects anthropometrics. The thesis puts forth and describes command chain for the recording of the measured quantities. The equipment will be constructed based on conclusions of this thesis and it will be used for purposes of University of Pardubice Jan Perner Transport Faculty.

## **KEYWORDS**

reaction time, driver, safety of traffic, simulator

## OBSAH

ÚVOD .....	9
1. Úkony spojené s reakční dobou .....	10
2. Rozptylování a ztrácení pozornosti při jízdě.....	10
2.1 Dělení pozornosti .....	11
2.2 Vlastnosti pozornosti.....	11
2.3 Poruchy pozornosti.....	11
2.4 Pozornost v automobilu.....	12
3. Lidská motorika.....	13
3.1 Motorické znaky.....	14
3.2 Motorické vlastnosti .....	14
3.3 Motorické schopnosti .....	15
3.3.1 Rychlostní motorické schopnosti .....	15
3.3.2 Akční-realizační rychlostní schopnost .....	16
3.3.3 Reakční rychlostní schopnost.....	16
3.3.4 Frekvenční rychlostní schopnost .....	16
3.3.5 Silové motorické schopnosti .....	16
3.3.6 Koordinační motorické schopnosti.....	17
3.3.7 Vytrvalostní motorické schopnosti.....	17
4. Průběh času při procesu brzdění.....	18
5. Jízdní simulátory .....	20
6. Ideové řešení standu .....	22
6.1 Ideové zadání.....	22
6.2 Vymezení návrhového prostoru (zadávací podmínky) .....	22
6.3 Požadované vlastnosti standu.....	22
6.4 Návrhy řešení .....	23
6.4.1 Konstrukce tělesa standu .....	23
6.4.2 Ovládací zařízení.....	24
6.4.3 Zařízení pro zadávání podnětů .....	24
6.4.4 Snímače a spínače .....	25
6.4.5 Zařízení pro ukládání a následné vyhodnocování dat .....	26
6.5 Vyhodnocení a výběr konceptu.....	26
6.5.1 Těleso standu.....	26

6.5.2 Ovládací zařízení .....	27
6.5.3 Zařízení pro zadávání podnětů .....	27
6.5.4 Snímače a spínače .....	27
6.5.5 Zařízení pro ukládání dat a vyhodnocování .....	27
7. Řešení vybraného návrhu .....	28
7.1 Řešení tělesa stendu.....	28
7.1.1 Vlastní rám .....	29
7.1.2 Podstavy rámu .....	33
7.1.3 Příslušenství rámu .....	34
7.2 Ovládací prvky .....	34
7.3 Zařízení pro zadávání podnětů .....	36
7.4 Snímání a měření.....	37
7.4.1 Snímání maximální rychlosti reakce na podnět .....	37
Spínač .....	38
Průběh cyklu.....	39
7.4.2 Snímání rychlosti reakcí na pedálech.....	40
Snímače a spínače umístěné na pedálech.....	42
7.4.3 Zaznamenání prodlevy brzd .....	44
Nastavení sepnutí stavitelného kontaktu .....	45
8. Testování na stendu .....	45
8.1 Test reakční rychlostní schopnosti .....	46
Průběh cyklu.....	46
8.2 Test akční-realizační rychlostní schopnosti .....	47
Průběh cyklu.....	47
8.3 Test pro zaznamenání času potřebného pro vymezení vůlí v brzdě soustavě .....	47
Průběh cyklu.....	48
ZÁVĚR.....	49
POUŽITÁ LITERATURA.....	50
SEZNAM PŘÍLOH.....	51



## ÚVOD

Nepřiměřená rychlost, jako přímá příčina nehody, může být v úzkém vztahu s reakční dobou. Při vyšší rychlosti urazíme větší vzdálenost za stejný čas, reakční doba zůstává stejná, a proto nemůžeme reagovat dostatečně. Z toho vyplývá zvyšující se význam reakční doby při vyšší rychlosti vozidla, kde i desetiny sekund rozhodují o velkých vzdálenostech.

Uváděná minimální reakční doba na podnět k zabrždění do okamžiku, kdy řidič začne působit na brzdový pedál je 0,3 sekundy, průměrná doba 0,8 sekundy a běžná horní hranice při soustředění na jízdu je 1,8 sekundy. <sup>[1]</sup> Maximální a minimální doba je ovšem značně individuální a proměnná v závislosti na činnosti řidiče a právě výzkum této doby by se měl stát jednou z hlavních náplní užití stendu.

Trend houstnoucí dopravy a tím zvyšující se význam reakční doby na podíl kritických dopravních nehod, zejména při vyšších rychlostech, potvrzují nejenom statistiky, ale i současný výzkum, vývoj a uvádění do provozu systémů brždění v kritických situacích řízeném plně automaticky, zcela nezávisle na činnosti řidiče. Systémy fungující na principu detekce překážek, jež vyhodnotí a uvedou vozidlo ve stav maximálního brzdného účinku až do okamžiku, kdy dojde k odvrácení bezprostředního nebezpečí. Představu o zkrácení reakční doby, byť o nejmenší z uváděných reakčních dob od registrování podnětu k zabrždění do okamžiku přiložení nohy k pedálu, jež můžeme v ideálním případě (opět hrajícím proti řidiči) považovat za ekvivalent reakce automaticky zabržděného vozidla, si můžete udělat z následující tabulky č.1. Z tabulky je patrné, že i zkrácení reakční doby o 0,1 sekundy má v kritických situacích opravdu vážný význam a může způsobit zastavení vozidla i o několik metrů dříve, což může být vzdálenost rozhodující o životech.

*Tabulka č. 1 Ujeté vzdálenosti v závislosti na rychlosti a čase*

čas(s)	0,3	0,8	1,8
rychlost (km/h)	vzdálenost (m) ujetá za čas t při rychlosti v		
50	4,2	11,1	25,0
90	7,5	20,0	45,0
130	10,8	28,9	65,0
160	13,3	35,6	80,0
200	16,7	44,4	100,0
250	20,8	55,6	125,0

## **1. Úkony spojené s reakční dobou**

Reakční doba řidiče má jistě značný význam v případě zkrácení potřebného času pro úkony řízení vozidla zejména v souvislosti se změnou rychlosti ve směru jízdy – jako základní úkony sloužící k odvrácení havarijní situace aktivním způsobem z hlediska řidiče. Další úkon sloužící pro bezprostřední odvrácení nehody je vynucení pozornosti dalšího potenciálního účastníka nehody akustickým či světelným signálem. Ovšem v tomto případě nemůžeme počítat s okamžitou reakcí ohroženého účastníka, zejména zde hraje roli, zda si účastník signálu vůbec všimne, dále za jak dlouho vyhodnotí jeho smysl a vlastní reakční doba účastníka. Chápaní akustických signálů je v praxi velmi různý a to z důvodů povahy a dřívějších zkušeností řidičů. V odlišných státech je význam akustického signálu chápán odlišně. V ČR mnoho řidičů chápe troubení jako prostředek k určitému prosazení vlastních zájmů na komunikace nehledě na respektování platných předpisů, nebo násilné vynuovení nárokovaných práv řidiče v různých situacích. Naopak v jižních státech Evropy se troubení běžně užívá jako nenásilná výstraha chápána ve smyslu oznámení přítomnosti účastníka v nepřehledném místě kde projíždí, k upozornění na pohyb a vlastní jízdu vozidla.

V kritickém okamžiku je přínosné mít naučené určité reakce. U nezkušených řidičů vznikají situace, kdy je k nejlepšímu vyřešení situace dostatek času pro adekvátní reakci, ale řidič nedokáže vyhodnotit jaký je nejvhodnější manévr či úkon, kterým by situaci odvrátil. Například řidič bude přemýšlet zda zabrzdit, či zatočit – bude vyhodnocovat vzdálenost, kluzkost povrchu, okolní terén, vozidla protijedoucí. Nedokáže se včas rozhodnout a situace může dopadnout katastrofálně, byť jakákoliv včasná reakce by měla jen drobné následky. Zatímco u brždění je problém menší, neboť přirozený instinkt velí snížit rychlost a zastavit v případě nebezpečí, u směrového manévrování už je třeba situace cvičit a připravovat se na konkrétní specifické situace.

## **2. Rozptylování a ztrácení pozornosti při jízdě <sup>[2]</sup>**

Pozornost, resp. míra pozornosti, jako míra zaměřenosti a soustředěnosti duševní činnosti na určitý děj, je jeden ze základních požadavků na řidiče vozidla při vlastním procesu řízení vozidla. Snížená míra pozornosti může sama o sobě mnohonásobně prodloužit předreakční dobu, tj. dobu od zaregistrování reakčního podnětu po zahájení procesu.

## 2.1 Dělení pozornosti

Pozornost se dělí na:

1. Záměrná pozornost – cílené vnímání předmětu nebo děje.
2. Bezděčná pozornost – vnímání předmětu nebo děje bez jistého úmyslu.
3. Protivolní pozornost – neschopnost potlačit určité vnímání.

Dále můžeme hovořit o selektivní pozornosti, to znamená soustředění se na jeden konkrétní předmět nebo děj a potlačení ostatních, v opačném případě při rozptýlené pozornosti se jedná o difúzní pozornost.

Určití jedinci vykazují zvýšenou schopnost udržet pozornost na určitý podnět a nenechat se rozptýlit, tato vlastnost se nazývá tenacita, vhodná například při učení. Další vlastnost, důležitá zejména při řízení vozidla, se nazývá vigilita. Vyznačuje se schopností pohotově měnit cíl pozornosti.

## 2.2 Vlastnosti pozornosti

Důležité vlastnosti pozornosti jsou:

1. Rozsah a šíře – množství podnětů, které je možné aktivně vnímat najednou
2. Hloubka (intenzita nebo stupeň soustředění) – vyjadřuje skutečnost, že na čím větší množství podnětů se soustředíme, tím méně se na ně soustředíme
3. Stálost – schopnost soustředit se na daný podnět soustavně po určitou dobu, míra soustředění má v čase tendence klesat se vzrůstající únavou – pokles výkonnosti soustředění.
4. Oscilace – vlastnost vyjadřující přesouvání soustředěnosti z objektu na jiný objekt, případně na vyšší množství objektů.
5. Rozdělení – pozornost věnována dvěma či více předmětům či dějům. Typickým příkladem může být brždění a podřazování při zpomalování vozidla a zároveň otáčení volantem. Lze provádět v případě, že jsou určité činnosti tzv. zautomatizované.

## 2.3 Poruchy pozornosti

Mezi poruchy pozornosti řadíme:

1. Roztržitost – neschopnost vykonávat dlouhodobou pozornost
2. Rozptýlenost – neschopnost udržet pozornost na daný děj

3. ADHD, jinak označováno LMD (Attention Deficit Hyperactivity Disorder – porucha pozornosti s hyperaktivitou) – porucha spojená s abnormální aktivitou, impulsivností a vznětlivostí.
4. ADD (Attention Deficit Disorder) – jedná se o tzv. poruchu pozornosti bez hyperaktivity

## **2.4 Pozornost v automobilu**

Pozornost a soustředění při řízení a provozování automobilu je v určitých časových úsecích směřována na různé cíle, které mohou bezprostředně souviset s přímou bezpečností provozu, s jízdními řídičskými úkony, a dalšími činnostmi, které můžeme rozdělit na tyto klíčové oblasti rozdělení pozornosti:

1. Soustředění na vizuální podněty
  - Podněty přímo související s bezpečností provozu, čili vlastní provoz na silnici v bezprostředním okolí směru jízdy.
  - Sledování širšího okolí pro předvídání možného potenciálního nebezpečí.
  - Sledování zpětných zrcátek.
  - Sledování dopravního značení horizontálního a vertikálního.
  - Pozornost věnovaná informacím na palubní desce přímo souvisejících s během motoru, rychlostí a stavu vozidla.
  - Stav audio soustavy, navigace.
  - Jiné vizuální podněty rozptylující řidiče.
2. Soustředění na akustické podněty
  - Zvuk motoru.
  - Výstražné zvukové signály – klakson, sirény, vibrace, zvuky vznikající vlivem poruchového stavu vozidla.
  - Hudba z audio soustavy.
  - Komunikace s posádkou.
  - Komunikační upozornění systémů vozidla.
3. Soustředění na myšlenky a vlastní provádění akcí
  - Myšlenky soustředěné na jízdní úkony jako řazení, točení volantem, brzdění, ovládání směrových světel, dodržování trasy, zpracovávání informací z informačních tabulí, směrových cedulí a značek.

- Myšlenky a rozjímání nad problémy různého charakteru, pracovními záležitostmi a věcí zcela nesouvisejících s řízením vozidla
  - Přemýšlení nad nastavením komfortních systémů, přednastavení polohy sedadla
4. Jiné zdroje upoutávání pozornosti
- Bolesti
  - Kouření
  - Telefonování
  - Konzumace jídla a nápojů

#### Vlastní provádění úkonů v automobilu

Při rozdělování pozornosti je třeba rozlišit pozornost věnovanou vlastní myšlence na danou věc a její následné fyzické provedení. Například při nízkých otáčkách víme, že máme přeradit na nižší rychlostní stupeň, toto uvědomění vyžaduje určitý podíl pozornosti vztahující se k otáčkoměru vozidla, rychlosti vozidla, popřípadě zvuku motoru. Ovšem již si nemusíme pamatovat momentálně zařazený rychlostní stupeň, tudíž se musíme podívat na řadící páku a vykonat příslušný pohyb rukou, což vyžaduje další podíl pozornosti vztahující se k tomuto úkonu. Stejný princip můžeme uplatnit na celé řadě úkonů spojených s ovládáním různých systémů ve vozidle, například při stahování okének, ovládání rádia a klimatizace, nastavení sedadla apod.

Z předchozího rozboru mimo jiné vyplývá výhodnost a důležitost zavádění automatizace systémů a maximálně vhodnému přizpůsobení architektury a ergonomie prostředí kabiny. Automatizace systémů, s níž se můžeme v praxi setkávat u různých systémů v různém stupni od poloautomatických k plně automatickým systémům, oprostuje uživatele od úkonů vyžadujících nutnou dávku pozornosti a tím pádem značně podporují bezpečnost a plynulost provozu. Pozornost, kterou by uživatel věnoval ovládání systému, nyní věnuje sledování a analyzování okolního provozu. Jedná se o dnes běžně užívané systémy jako například: automatická převodovka, automatická klimatizace, tempomat, automatické rozsvícení světel, automatické stěrače a další.

### 3. Lidská motorika<sup>[3]</sup>

Lidskou motoriku můžeme zjednodušeně a stručně definovat jako časovou změnu vzájemného postavení dílčích částí pohybové soustavy.

Existují dva přístupy ke zkoumání motoriky člověka, jakožto pohybových či hybnostních schopností.

1. Statická oblast – objasnění stavby a systému motoriky
  - prvky
  - struktura
2. Dynamická oblast – popsání oblasti jako vlastní činnosti fungování, formování a přetváření.
  - funkce
  - vývoj

### **3.1 Motorické znaky**

Mezi motorické znaky řadíme:

1. vzpřímené držení těla a s tím spojený způsob chůze – tzv. bipední
2. velký rozsah pohyblivosti dolních i horních končetin k určitým činnostem. Dolní končetiny k lokomoci (schopnost pohybu v prostoru pomocí svalové činnosti) a horní končetiny k manipulaci
3. schopnost velmi jemného a přesného uchopení
4. pohybová lateralita – pohybová dominance levé či pravé strany
5. rozmanitá zásoba naučených pohybů používaných v určitých situacích
6. motorika orgánů podporujících hlasové schopnosti

### **3.2 Motorické vlastnosti**

Mezi motorické vlastnosti řadíme:

1. Motorická schopnost – je podmíněná genetickým kódem, formuje se během života pohybovými předpoklady. Rozvojem schopností se rozumí navyšování kapacity organismu.
2. Motorická dovednost – je definována jako účelové a efektivní využití motorické kapacity
3. Motorická činnost – jedná se o reálně pozorovatelnou okamžitě vykonávanou tělesnou činnost. Motorická činnost má za účel vykonání konkrétního úkolu nebo jeho procvičení.
4. Motorický výkon – chápeme jako určitou stupnici průběhu a výsledku prováděné motorické činnosti.

Motorické schopnosti a motorické dovednosti lze souhrnně označit pojmem motorické předpoklady. Tyto předpoklady mají zásadní význam pro motorický výkon.

### 3.3 Motorické schopnosti

Motorické schopnosti lze rozdělit z tradičního hlediska na:

1. Koordinační
2. Silové
3. Rychlostní
4. Vytrvalostní

Dále rozeznáváme hybridní pohybové schopnosti, které jsou shrnuty v tabulce č.2.

Tabulka č. 2 Hybridní pohybové schopnosti<sup>[3]</sup>

pohybový úkol	překonání silového odporu	realizace v nejkratším čase	nejdelší výdrž do selhání	časově a prostorově optimální řešení
překonání silového odporu	<b>SILOVÁ</b>	RYCHLOSTNĚ SILOVÁ	VYTRVALOSTNĚ SILOVÁ	KOORDINAČNĚ SILOVÁ
realizace v nejkratším čase	SILOVĚ RYCHLOSTNÍ	<b>RYCHLOSTNÍ</b>	VYTRVALOSTNĚ RYCHLOSTNÍ	KOORDINAČNĚ RYCHLOSTNÍ
nejdelší výdrž do selhání	SILOVĚ VYTRVALOSTNÍ	RYCHLOSTNĚ VYTRVALOSTNÍ	<b>VYTRVALOSTNÍ</b>	KOORDINAČNĚ VYTRVALOSTNÍ
časově a prostorově optimální řešení	SILOVĚ KOORDINAČNÍ	RYCHLOSTNĚ KOORDINAČNÍ	VYTRVALOSTNĚ KOORDINAČNÍ	<b>KOORDINAČNÍ OBRATNOSTNÍ</b>

#### 3.3.1 Rychlostní motorické schopnosti

Rychlostní motorická schopnost se považuje za jednu z fundamentálních schopností a definujeme ji jako schopnost realizovat určitý pohybový úkon v určitém časovém úseku. Čím vyvinutější schopnost je, tím vyšší je rychlost provedení a naopak.

Rychlostní schopnost se dále dělí na:

1. Akční-realizační rychlostní
2. Reakční rychlostní
3. Frekvenční rychlostní schopnost

### **3.3.2 Akční-realizační rychlostní schopnost**

Je to schopnost realizovat určitý pohybový úkol v nejkratším čase od započetí pohybu. Roli hrají vlastnosti pohybového ústrojí, jako je rychlost stahů svalových vláken a jiné mechanické a rozměrové vlastnosti skeletu. Testy této schopnosti se provádí jako analýza časoprostorových a dynamických pohybů.

### **3.3.3 Reakční rychlostní schopnost**

Jedná se o schopnost reagovat pohybem na určitý podnět, neboli zahájit pohyb v co nejkratším časovém úseku. Závisí na mechanismech spojených s řízením a regulací pohybu v nervové rovině, důležitá je kvalita nervových drah a také vlastnosti podnětu (konkrétní typ, intenzita). Typický příklad je start sprintera při běhu na krátké vzdálenosti na znamení střelby. Provádí se jako analýza reakcí na určitý podnět, ať již zvukový, vizuální nebo jiný.

### **3.3.4 Frekvenční rychlostní schopnost**

Schopnost opakovat tutéž pohybovou sekvenci. Závisí na mechanických vlastnostech svalstva jako je elasticita a kloubní pohyblivost. Jedná se například o počet kliků na myš k počítači za časovou jednotku.

### **3.3.5 Silové motorické schopnosti**

Silové motorické schopnosti udávají schopnost překonání vnějšího silového odporu v podobě hmotnostní zátěže. Tato schopnost je limitována kosterními svaly a je závislá na obsahu plochy průřezu svaloviny, typu vláken a jejich hustoty, muskulární koordinací, energetickou připraveností, duševním úsilím a motivací.

Silové schopnosti se dále dělí na

1. Explosivní
2. Dynamická
3. Statická

Explosivní silová schopnost

Jedná se o tzv. výbušnou sílu, čili projev největší možné síly jednorázově. Například vrh koulí do dálky. Laboratorně lze testovat pomocí dynamografu.



### Dynamická silová schopnost

Dynamická silová schopnost vypovídá o jednorázovém nebo opakovaném silovém projevu v překonávání odporu a to za pohybu. Příkladem je například gymnastika, cyklistika. Laboratorně lze testovat na ergometrech.

### Statická silová schopnost

Jedná se o schopnost k jednorázovému silovému projevu proti pevné zátěži. Jako příklad lze uvést vzepření břemene. Laboratorně lze též testovat na dynamometru.

### **3.3.6 Koordinační motorické schopnosti**

Tyto schopnosti jsou určeny mírou regulace a řízení pohybové činnosti. Příkladem této činnosti je například psaní.

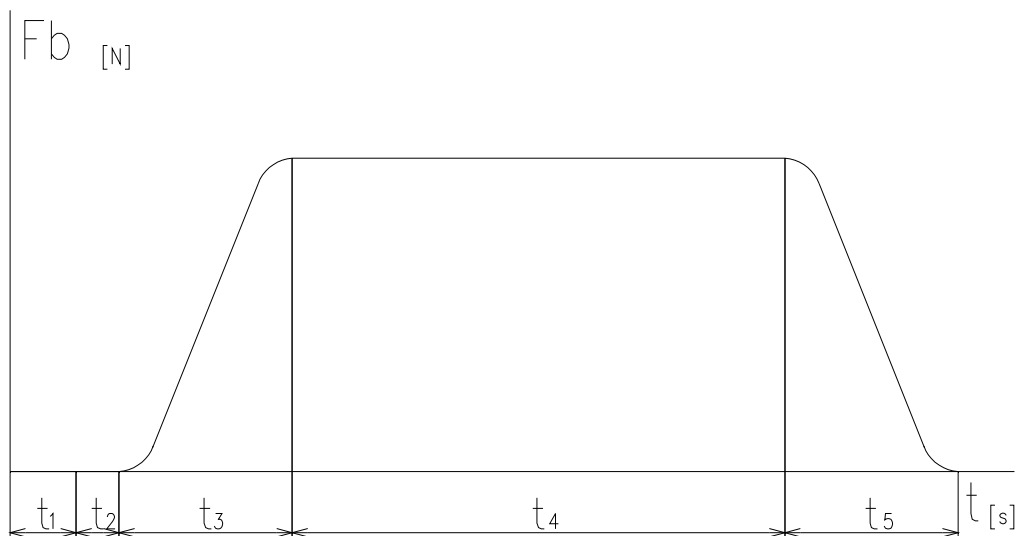
### **3.3.7 Vytrvalostní motorické schopnosti**

Vytrvalostní motorické schopnosti jsou chápány jako schopnosti provádět určité pohybové aktivity v nižší než maximální intenzitě po co nejdelší dobu jaká je možná do vyčerpání.

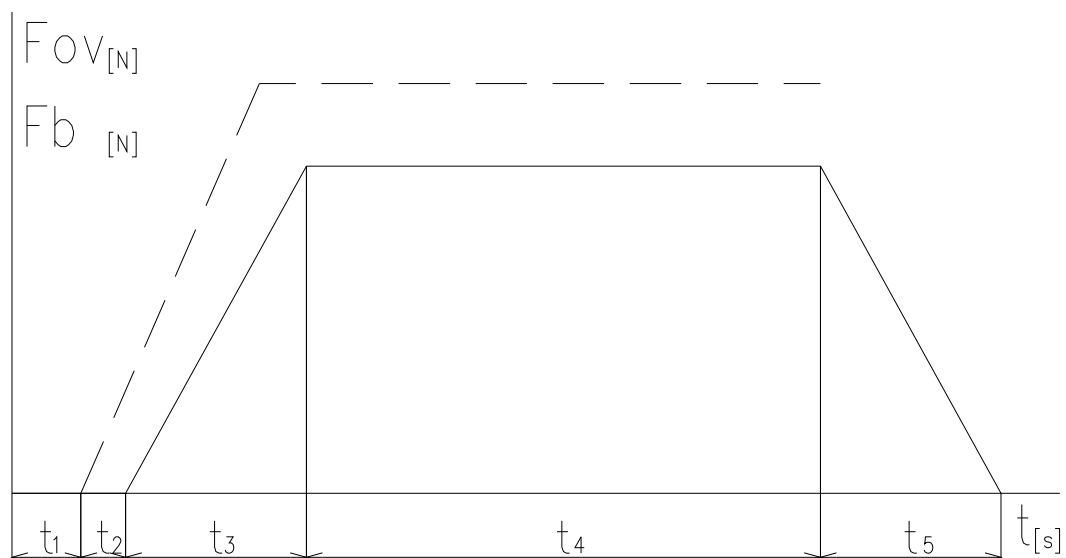
#### 4. Průběh času při procesu brzdění <sup>[1]</sup>

Počátek průběhu času potřebného pro brzdění nastává v okamžiku registrování podnětu k zahájení procesu brzdění. Na obrázku č.1 je zobrazen průběh brzděné síly  $F_b$ [N] v závislosti na čase  $t$  [s]. Na obrázku č.2 je znázorněna zjednodušená podoba průběhu brzděné síly a navíc čárkovaně průběh ovládací síly nohy na pedál, který je rovněž zjednodušený a pro přehlednost zobrazen v odlišném měřítku od zobrazení brzděné síly.

Obrázek č. 1 zobrazuje průběh brzděné síly v čase



Obrázek č. 2 zobrazuje zjednodušený průběh brzděné a ovládací síly (obě v jiném měřítku) v čase



Popis průběhu síly v závislosti na čase z obrázku č. 1:

1. Čas  $t_1$

Časový interval  $t_1$  se nazývá reakční doba řidiče a je to čas, který proběhne od první registrace podnětu pro zabrzdění k počátku silového působení nohy na brzdový pedál.

2. Čas  $t_2$

Časový interval  $t_2$  se nazývá doba náběhu brzd, v tomto čase začínajícím okamžikem doteku nohy na brzdový pedál dochází k vymezování vůlí a případnému šíření tlaku (dle druhu brzdového ústrojí) v brzdovém ústrojí. Tento interval končí okamžikem projevení brzdného účinku.

3. Čas  $t_3$

Časový interval  $t_3$  je doba náběhu brzdné síly. Jedná se o čas od počátku projevu brzdného účinku do maximálního účinku brzdného projevu.

4. Čas  $t_4$

Časový interval  $t_4$  je doba od počátku plného projevu brzdného účinku do začátku jeho zpětného poklesu.

5. Čas  $t_5$

Časový interval  $t_5$  je doba od okamžiku poklesu brzdného účinku do jeho plného uvolnění.

## 5. Jízdní simulátory <sup>[4]</sup>

Jízdní simulátory jsou aktivním tématem pro každého vývojáře v automobilovém průmyslu. Jejich nesporný přínos pro výzkum a vývoj technologií používaných v motorových vozidlech a to v nejrůznějších směrech od zkoumání postřehu a rozptylování po pohodlné sezení a ovládání, přináší řadu výhod, zejména použití v laboratorních podmínkách, jak je znázorněno na obrázku č.3.

*Obrázek č. 3 zobrazuje laboratorní využití jízdního simulátoru<sup>[4]</sup>*



V neposlední řadě můžeme i mluvit o absolutně bezpečné před-tréninkové fázi budoucích řidičů. S jízdními simulátory se setkáváme ale i v jiných oborech. V herním a zábavním průmyslu v podobě počítačových her, zábavních trenažérů, pout'ových atrakcí. I tyto zábavní simulátory mohou mít vliv na kvalitu jízdních schopností a obezřetnosti pro budoucí řidiče. V dnešní době se již můžeme setkat s plně interaktivními systémy jízdních simulátorů, naprosto věrně připomínající jízdu ve skutečném automobilu, jak je vidět na obrázku č.4.

*Obrázek č. 4 zobrazuje jízdní simulátor<sup>[4]</sup>*



Příkladem může být špičkový jízdní simulátor s téměř dokonalým prostředím zaměřený na napomáhání vývoji aktivní bezpečnosti a testování nových technologií zaměřených na snižování počtu dopravních nehod automobilové společnosti Toyota. Tento jízdní simulátor je instalován v laboratorních podmínkách technického centra Higashifuji firmy TMC v Susono city v Japonsku. V zařízení o tvaru kovové kopule o průměru přes sedm metrů je fixně umístěn skutečný automobil. Kopule zobrazená na obrázku č.5 zajišťuje izolovanou atmosféru a odrušení od nežádoucích podnětů.

*Obrázek č. 5 zobrazuje laboratorní kopuli s jízdním simulátorem<sup>[4]</sup>*



Další nezbytný prvek simulátoru je obrazová plocha po vnitřním obvodu celé kopule v úhlu záběru 360° na kterou se promítá reálné jízdní prostředí. Obrazová plocha je zobrazena na obrázku č.6.

*Obrázek č. 6 zobrazuje výhled na obrazovou plochu<sup>[4]</sup>*



Celá kopule je umístěna na pohyblivém zařízení umožňujícím podélný pohyb o 35 metrů a příčný pohyb o 20 metrů, pohybové ústrojí dále umožňuje náklon o 25°, vodorovné natáčení, vibrace a zvukový doprovod. Vše je řízeno sofistikovaným programem, který interaktivně řídí

promítané prostředí, pohybový mechanismus a jiné zařízení dle jízdního ovládní od řidiče. Pohybový mechanismus vyvolává obdobné pocity jako v automobilu při akceleraci, brždění a zatáčení s využitím přetížení až 0,5 g. Veškeré údaje z jízdních cyklů jsou pečlivě ukládány a vyhodnocovány jak pro vývoj bezpečnosti samotného automobilu, tak i pro potřeby silniční infrastruktury, která též hraje důležitou roli v bezpečnosti provozu.

## **6. Ideové řešení stendu**

### **6.1 Ideové zadání**

Předmětem zadání je ideový návrh zařízení pro měření reakční doby uživatele (řidiče) při procesu brždění vozidla.

Jedná se o konstrukci zařízení skládajících se z jednotlivě řešených částí:

1. Konstrukce kokpitu
2. Konstrukce ovládacích prvků
3. Konstrukce snímacích zařízení
4. Zařízení zadávající podněty k reakcím
5. Zařízení pro ukládání a následné vyhodnocování dat
6. Testový cyklus

### **6.2 Vymezení návrhového prostoru (zadávací podmínky)**

1. Ergonomie a architektura stendu, obdobně jako ve skutečném osobním automobilu, zajišťující obdobné podmínky jako v provozu.
2. Zajištění podnětu pro reakci.
3. Měření a záznam časových průběhů reakcí na podnět.
4. Zpracování a výstupy průběhů pro další účely výzkumu bezpečnosti provozu.

### **6.3 Požadované vlastnosti stendu**

Zařízení musí podávat obecné informace o rychlosti lidského nervového systému ve spolupráci s myšlenkovými pochody v situaci navozující podněty končících určitou reakcí, zejména reakcí nohou na soustavu pedálů, eventuálně reakcí ruky na tlačítko.

Kokpit stendu musí zajistit co možná nejvěrohodnější prostředí shodné s prostředím ve skutečném automobilu a to zejména z hlediska ergonomického a vizuálního.

Nepřípustné jsou jakékoliv rušivé podněty z vnějšího prostředí, nesouvisející s prostředím stendu. Vyjma rušivých podnětů souvisejících právě se skutečným provozem.

## 6.4 Návrhy řešení

### 6.4.1 Konstrukce tělesa stendu

Otevřený rám umístěný v uzavřené místnosti:

- Konstrukce rámu (rozebíratelná), na kterém bude umístěna posuvná sedačka, volant (eventuelně nastavitelný), soustava pedálů – spojkový, brzdový a plynový pedál, řadicí páka, přístrojová deska a zařízení navozující podnětné výstupy umístěné v místě výhledu řidiče předním sklem.
- Výhody - jednoduchá konstrukce
- snadná manipulovatelnost a přemístění
- jednoduché změny a modifikace zařízení
- Nevýhody - neoddělí od okolního prostředí, v případě požadavku izolování od prostředí, nutnost uzavření do místnosti

Uzavřený rám charakteru kabiny vozidla

- Kokpit vyrobený z konstrukce automobilu – výřez kabiny přilehlé kolem řidiče s příslušenstvím a uzavíratelnými dveřmi.
- Výhody - možnost uzavření od okolního prostředí
- skladné a snadno manipulovatelné s možností přemístění
- Nevýhody - nutný materiál (kabina automobilu)

Použití celého kompletního automobilu.

Stend řešený jako zástavba do skutečného provozuschopného automobilu.

- Výhody
- ideální prostředí, možnost testů v reálném prostředí
  - možnost mobility bez opory
  - možnost užití na letišti, na polygonu, v provozu i laboratoři
- Nevýhody
- nutnost automobilu
  - méně skladné pro laboratorní podmínky

## 6.4.2 Ovládací zařízení

- Soustava pedálů  
Konstrukce pedálů obdobná jako u skutečného automobilu – pákový mechanismus s vratnou pružinou a přiměřenou vratnou silou.
- Volant  
Konstrukce obdobná jako u skutečného automobilu – volant umístěný na otočném hřídeli s určitým silovým odporem vůči otáčení nebo uložený fixně.
- Řadící páka  
Konstrukce obdobná jako u skutečného automobilu – páka vycházející z podlahy před středovým panelem, možnost pohybu pákou simulující řazení rychlostních stupňů.
- Přístrojová deska  
Přístrojová deska řešená jako soustava ukazatelů sloužící pro komunikaci a sdělování informací směrem od automobilu k řidiči.
- Doplnění komfortních systémů (rádio, ovládání klimatizace,...) jakožto systémů, jimž musí řidič věnovat určitou pozornost a tím je rozptylován – posouzení vlivu na soustředěnost a vliv na reakční dobu.

## 6.4.3 Zařízení pro zadávání podnětů

### 1. Vizuální podněty

- Monitor  
Výhody - jednoduchá zástavba  
- možnost využití vizuálního simulačního programu  
Nevýhody - omezená velikost monitoru (zobrazovací plochy) a potřeba funkčního programu
- Projektor a promítací plocha  
Výhody - velká zobrazovací plocha – věrohodnost, vhodné využití v laboratoři  
Nevýhody - složitější a prostorově náročnější zástavba do stendu a nutnost programu
- Bodové světelné signalizační zařízení  
Výhody - jasně a jednoduše vymezený reakční podnět  
- nejjednodušší konstrukční řešení



Nevýhody - nemožnost zkoumání širších souvislostí, pouze samotné rychlosti reakce na podnět bez přemýšlení a dalšího vyhodnocení

- Skupina bodových signalizačních světel

Výhody - jasně a jednoduše vymezený reakční podnět, oproti bodovému světlu možnost posouzení i reakcí na podněty mimo nejostřejší zorné pole  
- snadné změny pozic světel

Nevýhody - opět nemožnost zkoumání dalších širších souvislostí

## 2. Akustické podněty

- Reproduktor – Možno ovlivnění reakcí pomocí zvuků a hluku.

## 3. Jiné podněty

- Vibrace, kouř – možnost rozsáhlého testování s rušivými vlivy.

## 4. Smíšené podněty

- Kombinace různých podnětů např. akustického a vizuálního zařízení, jenž mohou značně rozrušit pozornost. Známe situace, kdy řidič z důvodu zpracování velkého množství podnětů absolutně selže a není momentálně schopen vyhodnotit, jakému úkonu se má v kritický okamžik prioritně věnovat.

### 6.4.4 Snímače a spínače

#### 1. Spínač reakce nohy na pedál

- Mikrospínač použit jako spínač dotyku nohy pedálu
- Stavitelný spínač použitý jako sepnutí při určitém chodu pedálu (natočení pedálu pod určitým úhlem)

#### 2. Snímač natočení volantu

Použití v případě zapojení volantu do interaktivního programu.

- Hallův snímač
- Induktivní snímač

#### 3. Snímač zařazeného rychlostního stupně

Použití v případě, kdy by řadící páka mohla doplňovat vedlejší funkci k simulačnímu programu. Konec řadící páky bude při zařazení určitého rychlostního stupně uzavírat kontaktem elektrický obvod, vždy jeden konkrétní odpovídající danému rychlostnímu stupni.

#### 4. Kamery

Soubor časově synchronizovaných kamer pro snímání okolí i akcí prováděným uvnitř vozidla, vysoce technicky náročné, ale s možností širokého využití.

#### 5. Spínač pro stisk rukou

Spínač pro stisk rukou jako reakce na zaznamenání podnětu.

### 6.4.5 Zařízení pro ukládání a následné vyhodnocování dat

Přesný, sledovatelný a zaznamenaný záznam s následným vyhodnocením a zpracováním lze realizovat pouze s použitím výpočetní techniky.

- počítač
- elektronické stopky

## 6.5 Vyhodnocení a výběr konceptu

### 6.5.1 Těleso stendu

Ve prospěch zástavby do funkčního automobilu hraje zejména možnost využití testování v reálném provozu, například na uzavřeném okruhu nebo na letišti. Nastává zde ovšem problém s jasnými časovými definicemi v rámci počátku působení reakčního podnětu. Tuto situaci by mohlo pomoci vyřešit použití technologie promítání obrazu přímo do čelního skla vozidla, kdy by bylo možné přesně časově zaznamenat vznik reakčního podnětu v zorném poli řidiče, tato technologie je ovšem v našem případě nedostupná. Další řešení by bylo zaznamenávat situace z celkového náhledu. Pomocí kamer zaznamenávat stav vozidla i vnitřního a vnějšího okolí. Podrobným rozbořem časově synchronizovaných záznamů průběhu celého měřeného jízdního metodického programu by bylo možné analyzovat individuální chování řidiče, rychlost zpracování informací, motorické reakce atd. a to vše v jednom komplexním testu. Tato metodika by ovšem vyžadovala velmi vysoké náklady na technické zázemí a obsluhu celého zařízení. Princip by spočíval v synchronizovaném obrazovém snímání obličeje a očních reakcí řidiče, snímání obrazu vnějšího prostředí, snímání časových průběhů akcí prováděným dolními končetinami na pedály a snímání reakcí na volant.

Byla zvolena varianta řešení tělesa stendu jako samostatné otevřené konstrukce, která bude pro účely výzkumu umístěna v uzavřené místnosti, což zajistí ideální podmínky bez nežádoucího rušení. Jako rozhodující pro tuto volbu řešení se jeví:

- Jednoduchá konstrukce vyrobitelná s prostředky dostupných dílen.

- Snadno dostupné komponenty pro stavbu jako konstrukční ocel a komponenty například ze sériového vozu Škoda Fabia.

- Konstrukce bude demontovatelná na části, které svou velikostí a hmotností budou snadno přemístitelné a převozitelné. Demontáž a montáž stendu musí být snadná, pohodlná a rychlá.

### **6.5.2 Ovládací zařízení**

Z ovládacích zařízení budou použity nejdůležitější prvky pro testování. Jedná se zejména o funkční mechanismus pedálů. Dále bude použit volant pouze jako vizuální doplněk bez funkce.

### **6.5.3 Zařízení pro zadávání podnětů**

Pro zadávání podnětů bude použito bodové signalizační světlo z důvodu jednoduchosti zástavby. Stend bude možné později doplnit monitorem a výpočetním zařízením pro interaktivní testování včetně dalších doplňků uvedených v ideovém návrhu.

### **6.5.4 Snímače a spínače**

Budou použity mikrosplínače na nášlapné části pedálů a posuvný spínací kontakt na brzdový pedál. Dále bude použito tlačítko pro zaznamenání reakce na podnět. Výhodné by bylo použít systém synchronizovaných kamer pro analýzu pohybů, toto řešení by se ovšem hodilo do skutečného automobilu v reálném provozu a proto zde nebude použito. Další snímače použity nebudou.

### **6.5.5 Zařízení pro ukládání dat a vyhodnocování**

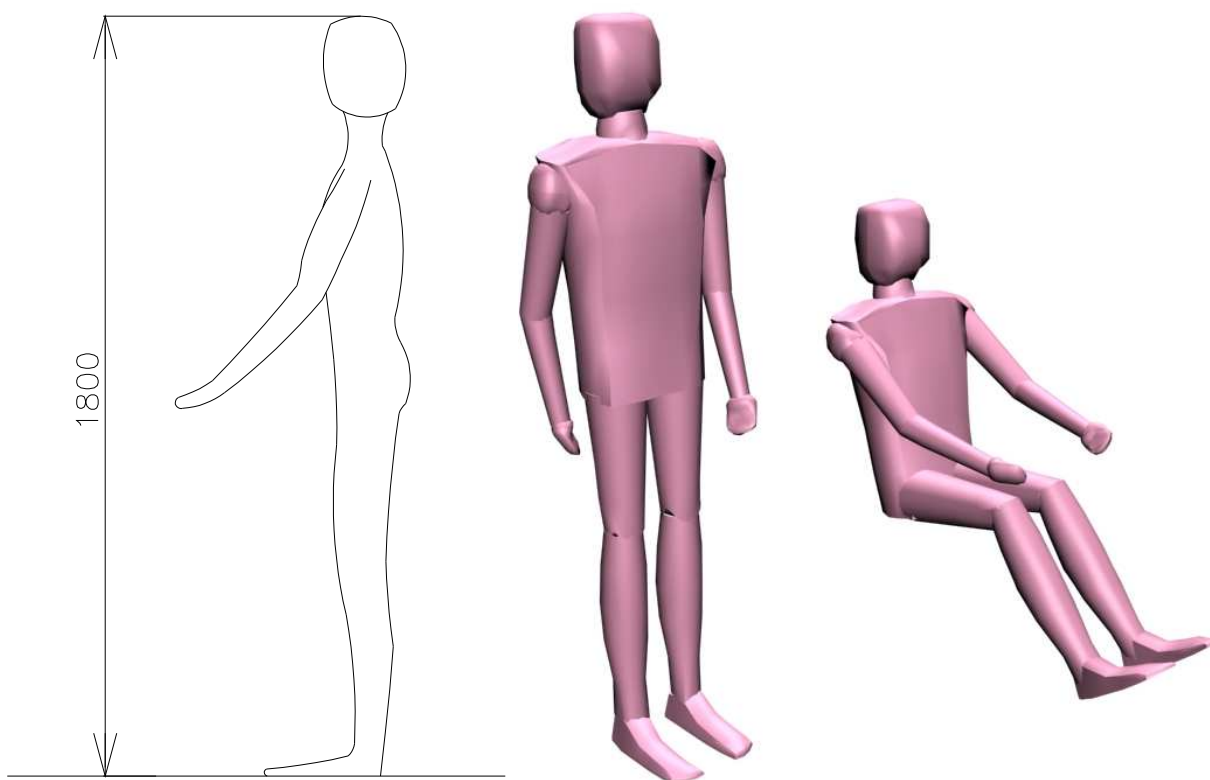
Budou použity elektronické stopky, které postačí pro záznam ze zvolených zařízení. Použití složitější výpočetní techniky bude možné doplnit v budoucnu v případném rozšíření užití techniky na stendu zmiňované v ideovém návrhu.

## 7. Řešení vybraného návrhu

### 7.1 Řešení tělesa stendu

Geometrie a architektura rámu stendu vychází z ergonomických vlastností automobilové kabiny. Zejména rozměrů mezi sedadlem, pedály a volantem, důležitých pro pohodlné usazení a ovládání. Ovšem při měření se může počítat i s rozdílem motorických reakcí v závislosti na tělesné stavbě. Usazení osob různých výšek a tělesných parametrů zajistí posuvně nastavitelné sedadlo. Rozměry musí být v určité toleranci variabilní tak, aby na stendu mohly být měřeny reakce uživatelů různých tělesných staveb. Vycházíme z průměrné výšky českého muže 180 cm<sup>[8]</sup>. Na obrázku č.7 je zobrazen vytvořený model člověka výšky 180 cm, použitý pro návrh stendu.

*Obrázek č. 7 zobrazuje digitální model člověka*

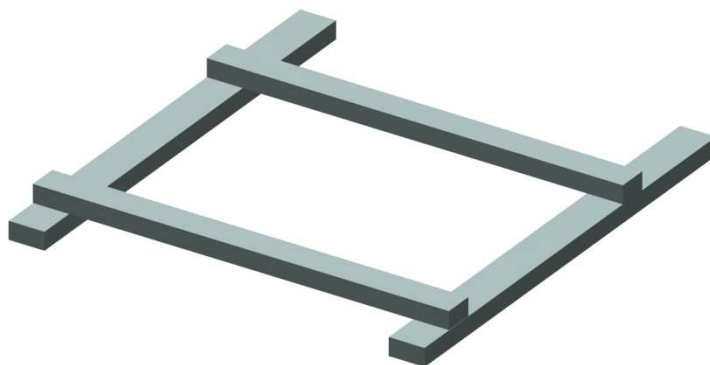


### 7.1.1 Vlastní rám

Rám bude zkonstruován z kovových uzavřených profilů jako rámová konstrukce. Na použitý materiál postačí neušlechtilá konstrukční ocel 11343. Vhodné vytvarování rámové konstrukce zajistí dostatečnou pevnost, možnost uchycení potřebného zařízení i možnost oplechování v rámci jistého designu a to vše při přijatelné hmotnosti umožňující přemístění jednou osobou. Stend nebude dynamicky namáhaný. Statické namáhání bude zanedbatelné – celý stend bude mít vlastní hmotnost řádově desítky kilogramů. Individuální hmotnost uživatelů bude přenášena přes sedadlo na nosnou kovovou platformu a dále do podstav a do podlahy. Rámová konstrukce bude mít rozměry odvozené od umístěného zařízení a manipulačního prostoru mezi nimi. V tomto případě je rozhodující umístění sedačky, prostor mezi sedadlem a pedály, prostor pro pedály, prostor pro uchycení pedálů, prostor pro uchycení palubní desky a designového oplechování přední i zadní části stendu. Rám bude dělitelný na přední a zadní část, přičemž každá bude mít rozměry takové, aby ji bylo možné provést dveřmi o světlé šířce 800 mm. Části, z kterých se bude skládat rám:

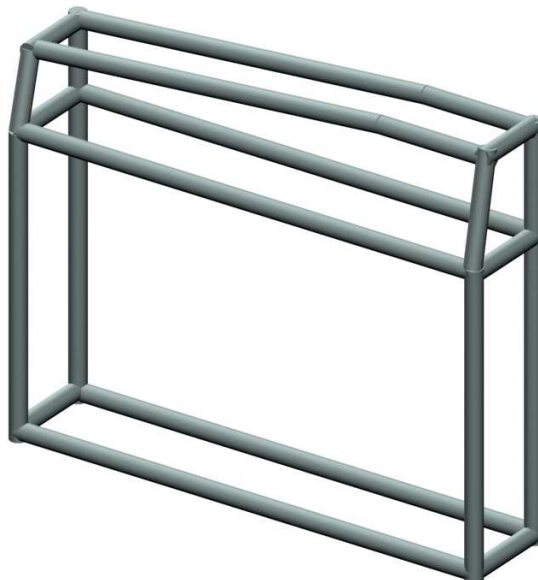
- 1) Zadní část, která bude tvořit základ pro montáž sedadla skrze posuvné lyžiny a opěradlo pro pravou ruku.
  - a. Spodní díl zadní části rámu pro montáž sedadla zobrazený na obrázku č.8

*Obrázek č. 8 zobrazuje spodní díl zadní části rámu*



- b. Opěradlo pravé ruky – bez oplechování zobrazené na obrázku č.9.

*Obrázek č. 9 zobrazuje konstrukci opěradla bez oplechování*



- c. Sestava spodní části a podpěry ruky a s kolečky zobrazená na obrázku č. 10.

*Obrázek č.10 zobrazuje konstrukci spodní části rámu s kolečky a opěradlem*



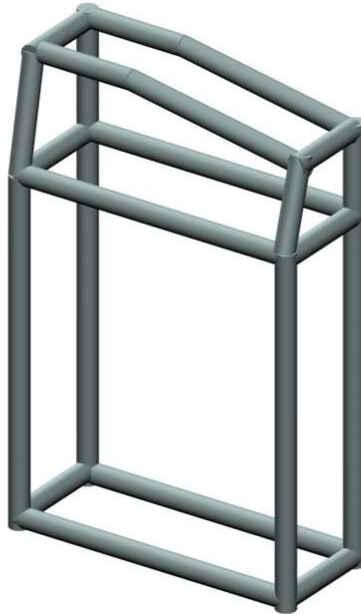
- 2) Přední část, která bude sloužit jako nosný prvek pro uchycení pedálů, palubní desky, monitoru, signalizačního bodového světla, volantu a tlačítka pro měření reakční doby.
- a. Spodní díl pro montáž palubní desky a pedálů je zobrazen na obrázku č. 11.

*Obrázek č. 11 zobrazuje konstrukci spodního dílu přední části rámu*



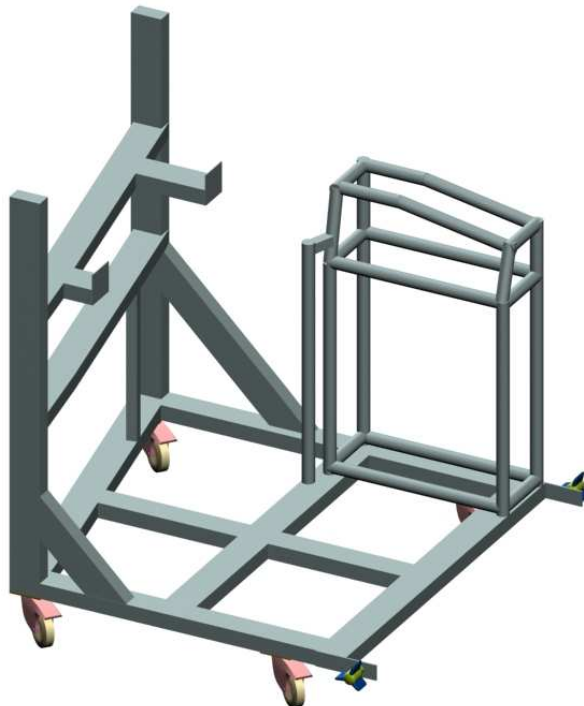
- b. Boční díl přední části rámu je zobrazen na obrázku č. 12.

*Obrázek č. 12 zobrazuje boční díl přední části rámu*



- c. Sestava dolního dílu přední části rámu s bočním dílem přední části a kolečky je zobrazena na obrázku č. 13.

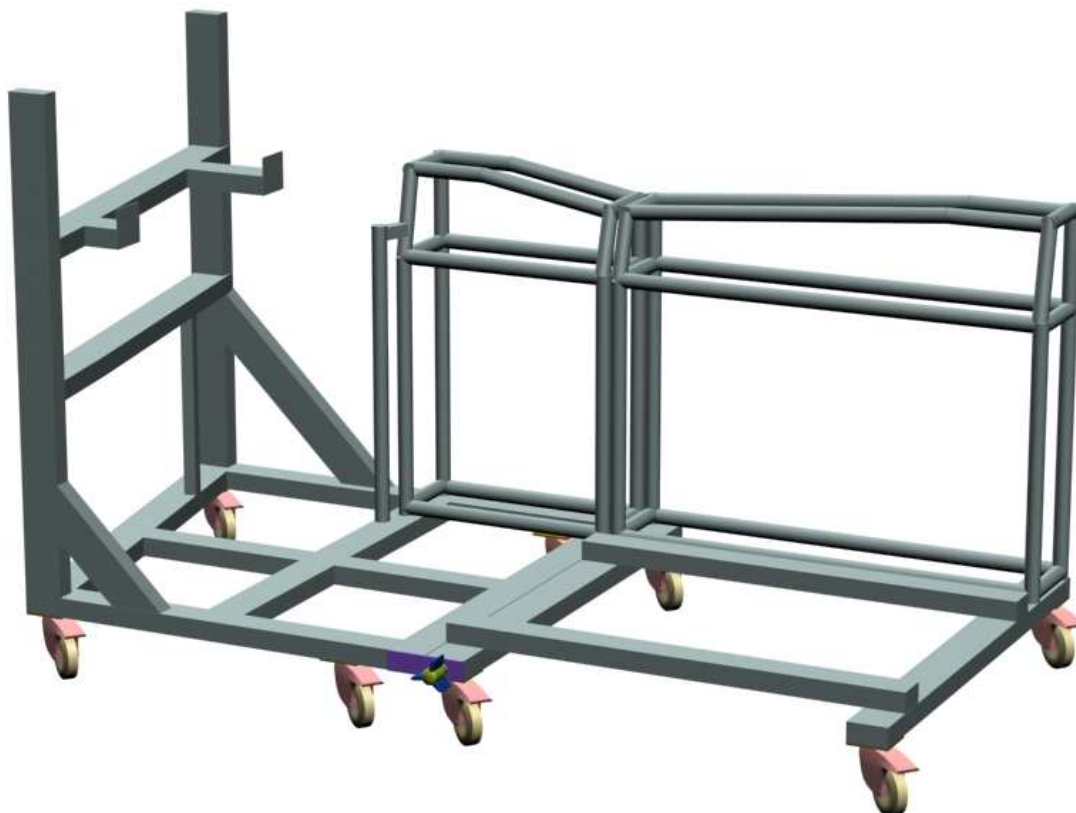
*Obrázek č. 13 zobrazuje sestavu dolního a bočního dílu přední části rámu s kolečky*





- 3) Rozebíratelná sestava pření a zadní části rámu je zobrazena bez oplechování na obrázku č. 14.

*Obrázek č. 14 zobrazuje sestavu přední a zadní části rámu s kolečky a bez oplechování*



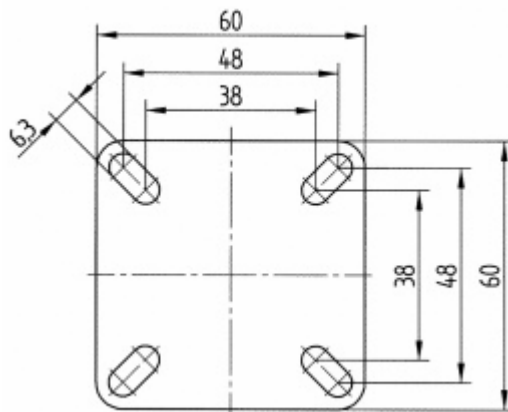
### **7.1.2 Podstavy rámu**

Pro snadnou manipulovatelnost budou obě rozdělené části stendu ve spodní části rámu opatřeny čtyřmi kolečky tak, aby se jednotlivé části daly přemísťovat jednou osobou. Budou použita přístrojová otočná kolečka (vlečená) umožňující manipulaci ve všech směrech. Kolečka budou opatřeny brzdou, kterou se stend zařizuje na požadované pozici. Lze použít například typ PJO 075 značky Hanet zobrazený na obrázku č. 15. Průměr kolečka 75 mm a stavební výška 100 mm, která zajistí vyvýšení čisté podlahy stendu. Kolečka se montují k rámu pomocí ocelové čtvercové plotny, zobrazené na obrázku č.16, o půdorysných rozměrech 60x60 mm čtyřmi šrouby. Nosnost koleček je 75 kg . Čtyři kolečka, tedy v součtu únosnosti, dovolí zatížení každé části stendu maximálně 300 kg i s uživatelem. Kolečka byla vybrána tak aby bezpečně přenesla maximální potenciální zatížení stendu s patřičnou rezervou.

Obrázek č. 15 zobrazuje přístrojové kolečko<sup>[5]</sup>



Obrázek č. 16 zobrazuje montážní plotnu přístrojového kolečka<sup>[5]</sup>



### 7.1.3 Příslušenství rámu

#### Palubní deska

Palubní deska bude použita jako celek z vozidla Škoda Fabia. Deska bude rozměrově upravena tak, že část za hranicí středového panelu bude odříznuta. Alternativně lze použít palubní desku z jiného vozidla.

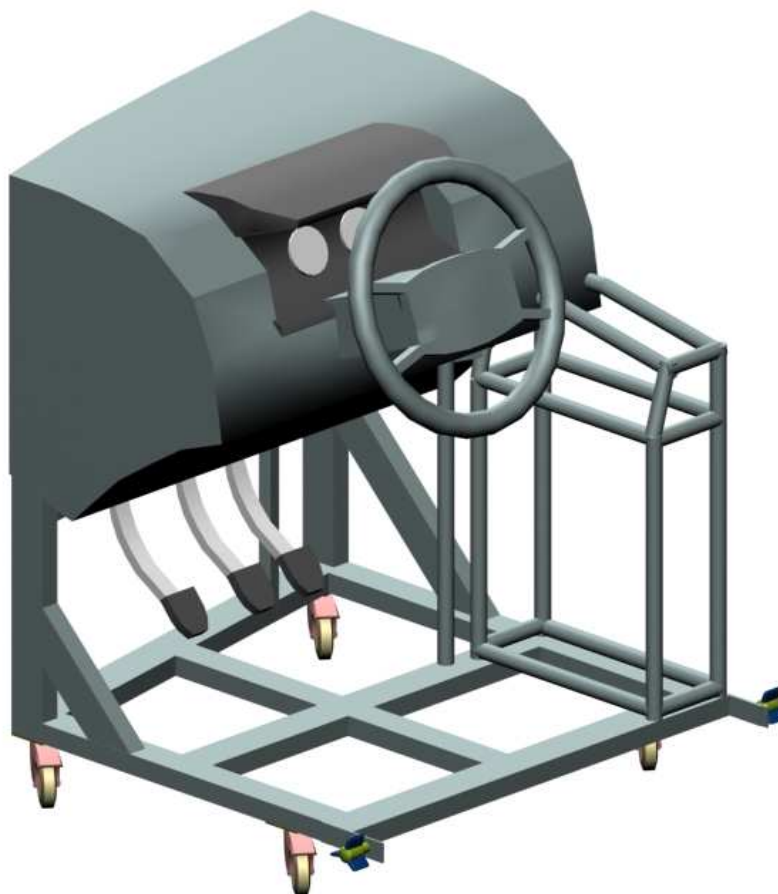
### 7.2 Ovládací prvky

Volant a pedály budou použity též jako komponenty z vozidla Škoda Fabia. Ve stendu budou zastavěny pozičně vzhledem k palubní desce totožně jako v automobilu. Pomocí vratných pružin bude zajištěna vratná a odporová síla při maximálním stlačení brzdového

pedálů s hodnotou 500 N při pootočení pedálu z volné polohy o 21°. Volant bude upevněn fixně.

- 1) Přední část rámu s palubní deskou, volantem a pedály je zobrazena na obrázku č. 17

*Obrázek č. 17 zobrazuje přední část rámu s palubní deskou, volantem a pedály*



### 7.3 Zařízení pro zadávání podnětů

Jako signalizační světlo bude použita LED dioda, která zajistí dostatečnou intenzitu a rychlý náběh světla. Tato LED dioda bude umístěna na pravé části stendu před tlačítkem pro zaznamenání reakce na tento světelný podnět. Na obrázku č. 18 je zobrazena světelná signalizace.

*Obrázek č. 18 zobrazuje světelnou signalizaci na rámu*



## 7.4 Snímání a měření

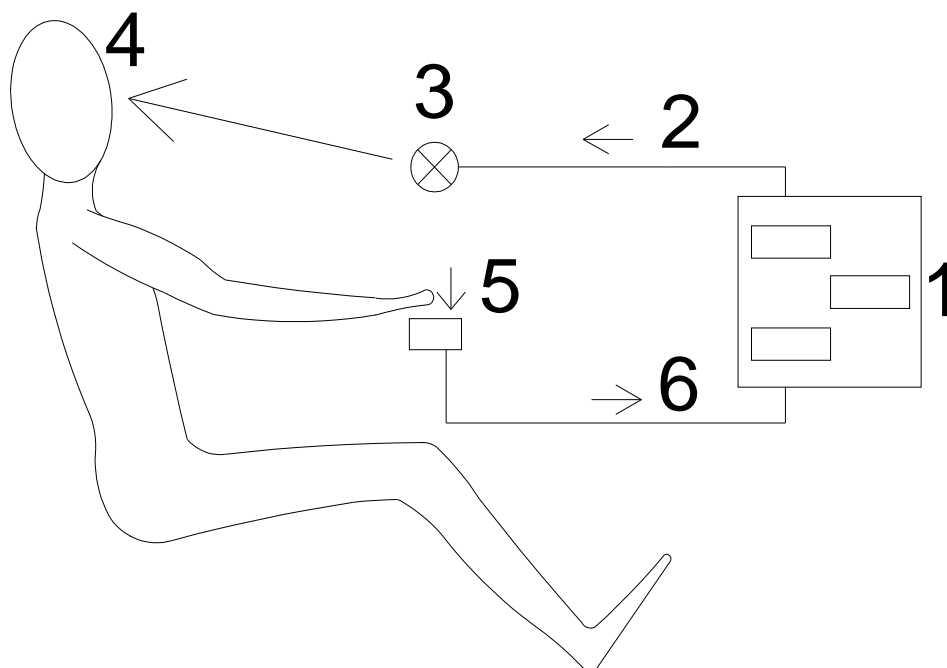
Pro snímání a měření potřebných dat je třeba funkční měřicí aparatura s možností záznamu dat. Měřicí řetězec musí obsahovat veškeré funkční části určené pro tuto činnost.

### 7.4.1 Snímání maximální rychlosti reakce na podnět

Průběh na měřicím řetězci je patrný z obrázku č.19 a bude následující:

- 1) Digitální stopky – toto zařízení musí plnit tyto požadavky
  - a. Ovládání signalizačního světla, jeho okamžité spuštění a vypnutí po nastaveném intervalu a časový záznam spuštění světla.
  - b. Připojení spínače a registrace jeho spuštění, včetně časového záznamu prvotního okamžiku stisku tlačítka a zpoždění vůči sepnutí světla.
  - c. Musí být možné ovládat stopky obsluhou. Obsluha náhodně dává příkazy ke spuštění světla nebo sekvence určitého cyklu spouštění světla daným automatickým programem.
- 2) Elektrický proud spuštěný elektrickými stopkami spouštějící signalizační osvětlení.
- 3) Signalizační osvětlení. Musí splňovat požadavky na minimální přechodový jev ve smyslu zvyšující se intenzity osvětlení, čili okamžitý nástup maximální míry jasu. Světlo musí svítit jasně a zřetelně, nesmí splývat s okolím a musí být dostatečně kontrastní, aby nemohlo docházet k záměně stavu. Světlo bude umístěno po pravé straně sedícího uživatele před vratným spínačem.
- 4) Zraková registrace uživatele spuštěného signalizačního osvětlení.
- 5) Spínač s automatickým vracením do původní polohy. Tento spínač bude umístěn na opěradle po pravé straně uživatele.
- 6) Elektrický proud procházející uzavřeným obvodem po stisku spínače.

Obrázek č. 19 zobrazuje průběh na měřícím řetězci.



## Spínač

### 1) Spínač pro test reakční rychlostní schopnosti

Tento spínač funguje jako tlačítko, které v okamžiku stisku propojí elektrický obvod a tím podá informaci o čase stisku. Spínač musí mít funkci automatického vracení do původní polohy a musí klást minimální odpor proti samotnému stisku. Spínač je zobrazen na obrázku č. 20. Na obrázku č. 21 je zobrazeno umístění spínače na stendu.

Obrázek č.20 zobrazuje spínače s funkcí automatického vracení<sup>[6]</sup>



*Obrázek č.21 zobrazuje umístění spínače na stendu s funkcí automatického vracení po uvolnění*



### **Průběh cyklu**

Počátek cyklu bude spočívat ve spuštění elektrického proudu z elektrických stopek do signalizačního světla a jeho rozsvícení. Elektrické stopky zaznamenají čas spuštění signalizačního světla. Uživatel po zaregistrování spuštěného signalizačního osvětlení stiskne vratný spínač nejrychlejším možným způsobem. Ruka uživatele bude připravena na spínači bude soustavně v lehkém kontaktu se spínačem. Stiskem vratného spínače se uzavře obvod mezi ním a elektrickými stopkami. Elektrické stopky zaznamenají okamžitý čas uzavření obvodu a také rozdílovou hodnotu času oproti spuštění signalizačního světla. Rozdílová hodnota času spuštění světla a času stisku se rovná reakční době. Může dojít k určitému zpoždění, například vlivem přechodových jevů. Toto zpoždění nebude dalším předmětem

výzkumu. Důležité je, že pro všechny uživatele budou shodné podmínky. Tj. konstantní hodnota těchto systémových prodlev.

#### **7.4.2 Snímání rychlosti reakcí na pedálech**

Průběh na měřicím řetězci je patrný z obrázku č. 22 a bude následující:

##### **1) Digitální stopky**

Toto zařízení musí plnit tyto požadavky

- a. Ovládání signalizačního světla, jeho okamžité spuštění a vypnutí po nastaveném intervalu a časový záznam spuštění světla.
- b. Připojení tří spínačů a registrace jejich spuštění a rozpojení, včetně časového záznamu prvotního okamžiku stisku a rozpojení spínačů a jejich zpoždění vůči sepnutí světla.
- c. Musí být možné ovládat stopky obsluhou. Obsluha náhodně dává příkazy ke spuštění světla, nebo sekvence určitého cyklu spouštění světla daným automatickým programem.

2) Elektrický proud spuštěný elektrickými stopkami spouštějící signalizační osvětlení.

3) Signalizační osvětlení. Musí splňovat požadavky na minimální přechodový jev ve smyslu zvyšující se intenzity osvětlení, čili okamžitý nástup maximální míry jasu. Světlo musí svítit jasně a zřetelně, nesmí splývat s okolím a musí být dostatečně kontrastní, aby nemohlo docházet k záměně stavu. Světlo bude umístěno ve směru výhledu z vozidla.

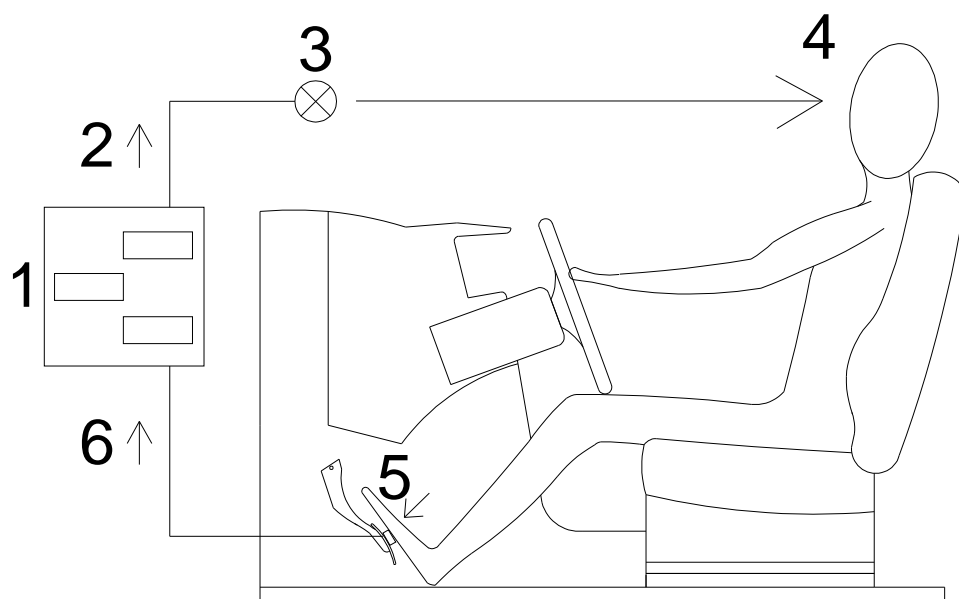
4) Zraková registrace uživatele spuštěného signalizačního osvětlení.

5) Spínač a automatickým vracením do původní polohy. Tento spínač bude umístěn na plynovém, spojkovém a brzdovém pedálu.

6) Elektrický proud procházející uzavřeným obvodem po stisku spínače.



Obrázek č. 22 zobrazuje průběh na měřícím řetězci.



Obrázek č. 23 zobrazuje polohu testované osoby



## Snímače a spínače umístěné na pedálech

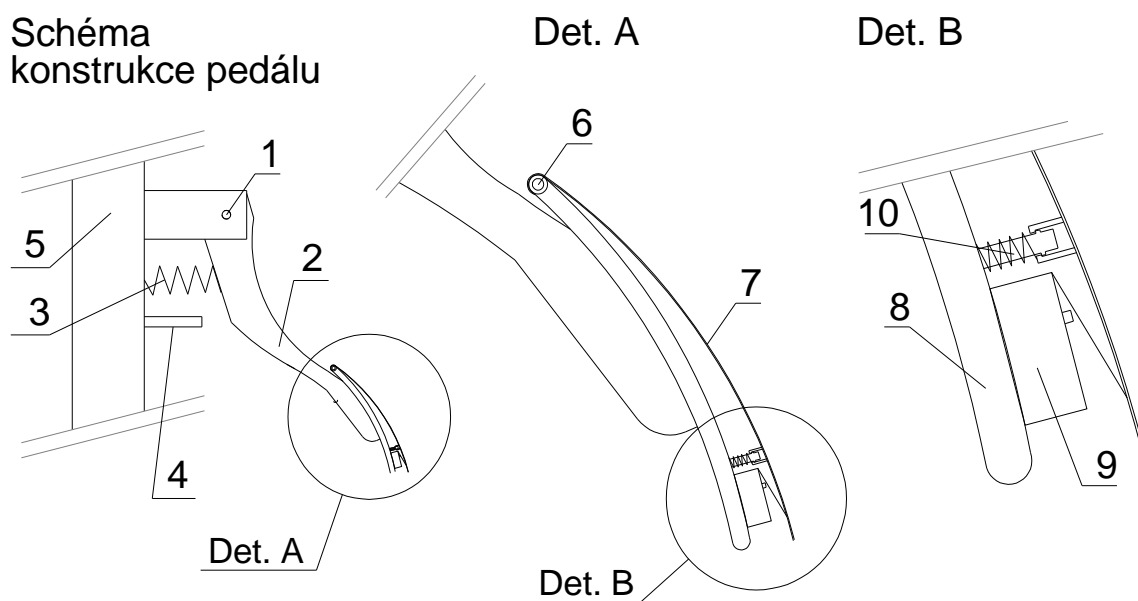
### Spínač dotyku

Účel spínače dotyku umístěného na pedálu je směřován k podání informace o čase, v kterém se uživatel prvně dotkne pedálu nohou. Tento snímač nebude dále podávat žádné další doplňující informace. Snímač musí plnit následující požadavky

- být sepnut po celou dobu styku nohy s pedálem
- po uvolnění samočinné uvolnění spínače
- okamžitá a citlivá reakce na dotyk
- odolná a spolehlivá konstrukce
- propojení s elektronickými stopkami

Spínač bude trvale a pevně zastavěn na konstrukci pedálu. Na obrázku č. 24 je zobrazeno schéma konstrukce brzdového pedálu. Na plynovém a spojkovém pedálu bude řešen obdobně.

Obrázek č. 24 zobrazuje schéma konstrukce pedálu



- 1) otočný čep, 2) páka pedálu, 3) vratná pružina, 4) doraz, 5) rám, 6) kloubové spojení, 7) plechová destička, 8) spodní část nášlapné části pedálu, 9) mikrospínač, 10) vratná pružina s dorazem

Obrázek č. 25 zobrazuje příklad mikrospínače vhodného k použití značky Highly s páčkou a vynuceným vracením páčky.<sup>[7]</sup>

*Obrázek č. 25 zobrazuje mikrospínač<sup>[7]</sup>*

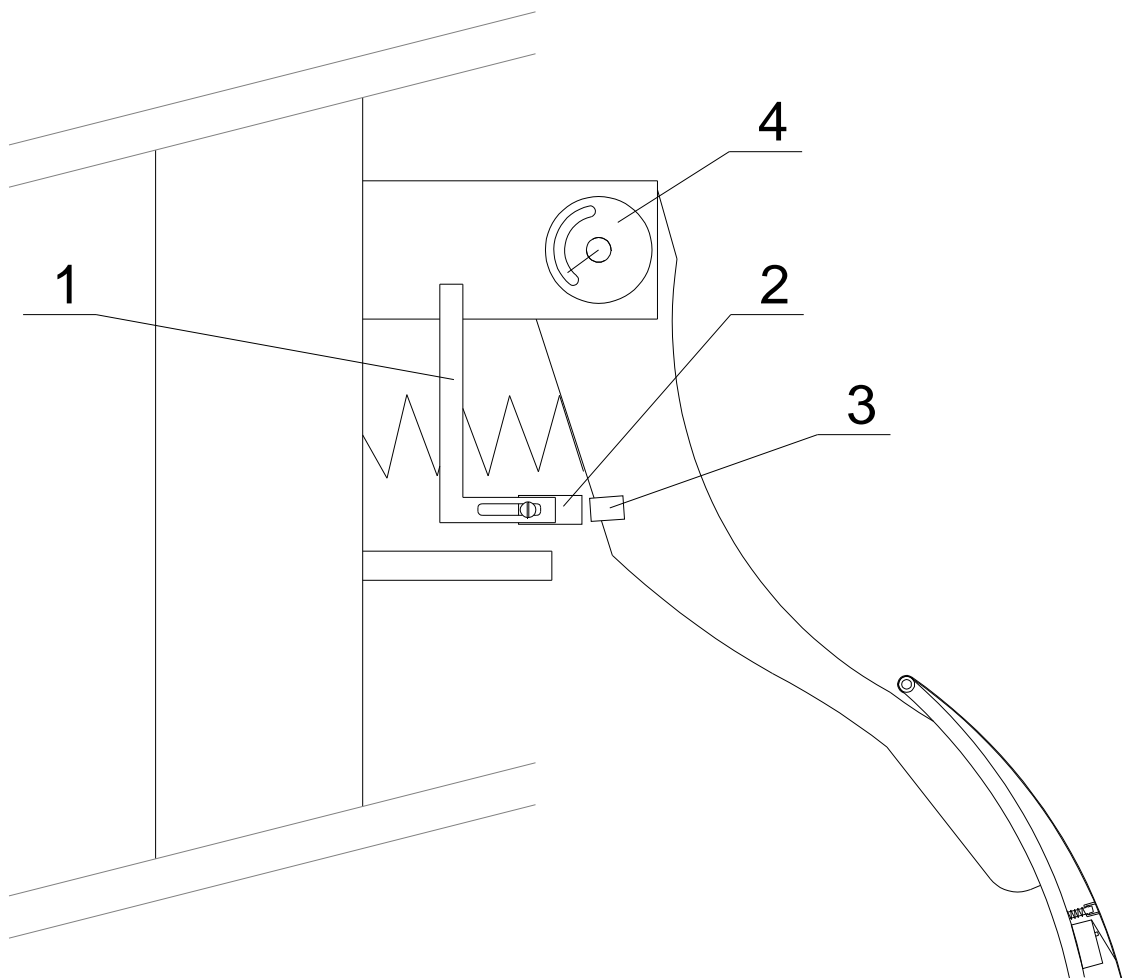


Spínací mechanismus bude umístěn na spodní nášlapné vrstvě pedálu. Bude tvořen mikrospínačem, vratnou pružinou s dorazem, plechovou destičkou a kloubovým spojením. Plechová destička bude připojena přes kloubové otočné spojení v horní části nášlapné části pedálu. Destička bude svým tvarem kopírovat boční tvar pedálu – kruhová výseč. Tento tvar je vhodný pro pohodlné a rovnoměrné dosedání spodní části chodidla na pedál. V okamžiku kdy dosedne noha na destičku, překoná sílu vratné pružiny udržující odstup mezi destičkou a spouštěcím kontaktem mikrospínače. Bude použit typ mikrospínače s páčkou a s vynuceným rozpínáním. Dojde k sepnutí a uzavření obvodu. Při plném sepnutí se destička zarazí o doraz u pružiny. Po odlehčení nohy z pedálu vratná pružina oddálí destičku do původní polohy a kontakt mikrospínače se rozezne. Dojde k rozepnutí obvodu. Mikrospínač je napojen vodičem k elektrickým stopkám.

### 7.4.3 Zaznamenání prodlevy brzd

Spínací kontakt bude nastaven tak, aby došlo k sepnutí v určitém úhlu natočení pedálu pod silovým účinkem nohy. K sepnutí kontaktu má dojít v pomyslném přechodu mezi intervaly  $t_2$  a  $t_3$ , což znamená v čase vymezení vůli v brzdové soustavě a počátku projevení brzdného účinku. Úhel natočení pedálu lze rovněž zaznamenávat pomocí potenciometru formou spojitého signálu. Na obrázku č. 26 je zobrazeno schéma stavitelného kontaktu a umístění potenciometru (pokud by byl použit).

Obrázek č. 26 zobrazuje schéma stavitelného kontaktu a umístění potenciometru



- 1) držák stavitelné části spínacího kontaktu
- 2) stavitelná část spínacího kontaktu
- 3) pevná část spínacího kontaktu
- 4) potenciometr

## Nastavení sepnutí stavitelného kontaktu <sup>[1]</sup>

Teoretická hodnota prodlevy kapalinových brzd je 0,05 až 0,1 sekundy u kapalinových brzd. Doba náběhu kapalinových brzd je uváděna jako 0,1 až 0,3 sekundy. V případě zjednodušení průběhu ovládací síly na pedál, můžeme považovat tento průběh za lineární. Čas náběhu ovládací síly na pedál můžeme určit jako součet času prodlevy brzd a času náběhu brzd. Při součtu středních hodnot časů prodlevy brzd a náběhu brzd dostaneme hodnotu 0,275 sekundy, což je tedy střední teoretická doba náběhu ovládací síly.

Úhel natočení brzdového pedálu při plném sešlápnutí je přibližně 20°. Tato hodnota byla získána změřením natočení brzdového pedálu při plném silovém sešlápnutí na osobním vozidle značky Peugeot, model 307 s kapalinovými brzdami.

Pootočení pedálu o úhel  $\beta_{t=0,075}$  v čase 0,075 sekundy (teoretická střední hodnota prodlevy brzd) od prvního doteku nohy je tedy dáno výpočtem (1).

$$\beta_{t=0,075} \quad \beta_{t=0,075} = \frac{21 \cdot 0,075}{0,275} = 5,73[^\circ] \quad (1)$$

Vypočítaná hodnota pootočení je orientační pro účely srovnávacího testu mezi jednotlivými tetovanými uživateli a může být upravena kvalifikovaným odhadem. Skutečná hodnota se může lišit na základě mechanických vlastností brzdové soustavy, zejména z hlediska nelineárního průběhu prodlevy a náběhu brzd.

## 8. Testování na standu

Testovaná osoba nesmí být:

- pod vlivem alkoholu či pod vlivem jiných chemických látek ovlivňujících mentální a fyzikální schopnosti, z důvodu ovlivnění a znehodnocení informací
- v duševně narušeném stavu, který by znemožňoval objektivní průběh testu
- ovlivněna fyzickým zraněním, které by znemožnilo, či ovlivnilo výkon testu, ani nesmí být ovlivněna nestandardní fyzickou indispozicí.

O testované osobě se provede záznam s těmito údaji:

- věk
- pohlaví
- výška
- hmotnost

Snímače jsou použity a umístěny na základě potřebných snímaných informací. Bude probíhat měření a vyhodnocování informací o rychlostních motorických schopnostech na základě rozboru z kapitoly o antropomotorice.

## 8.1 Test reakční rychlostní schopnosti

Informace o rychlosti nervových pochodů, informace které budou mít vypovídací hodnotu o nejvyšší možné rychlosti od fyzického zaznamenání podnětu a bezprostřední reakce na ní, bez ohledu na vyhodnocení nebo přemýšlení. Tento test bude spočívat v okamžitém stisku tlačítka při rozsvícení světla. Uživatel nebude přemýšlet o stavu podnětu, nebude se zdržovat vyhodnocováním situace a příslušné reakce na ní. Bude se jednat o bezprostřední reakci na konkrétní a jasný podnět.

Tlačítko je umístěno tak, aby testovaná osoba pohodlně seděla s rukou umístěnou na tlačítku. Po jasně vyslaném podnětu okamžitě stiskne tlačítko.

### Průběh cyklu

Počátek cyklu bude spočívat ve spuštění elektrického proudu z elektrických stopek do signalizačního světla a jeho rozsvícení. Elektrické stopky zaznamenají čas spuštění signalizačního světla. Uživatel po zaregistrování spuštěného signalizačního osvětlení stiskne vratný spínač nejrychlejším možným způsobem. Ruka uživatele bude připravena na spínači bude soustavně v lehkém kontaktu se spínačem. Stiskem vratného spínače se uzavře obvod mezi ním a elektrickými stopkami. Elektrické stopky zaznamenají okamžitý čas uzavření obvodu a také rozdílovou hodnotu času oproti spuštění signalizačního světla. Rozdílová hodnota času spuštění světla a času stisku se rovná reakční době. Může dojít k určitému zpoždění například vlivem přechodových jevů. Toto zpoždění nebude dalším předmětem výzkumu. Tabulka č. 3 uvádí příklad záznamu elektrickými stopkami.

*Tabulka č. 3 Příklad záznamu dat do tabulky*

č. cyklu	čas rozsvícení světla (min:sec)	čas stisku tlačítka (s)
1	0:11	0,15
2	0:32	0,19

## 8.2 Test akční-realizační rychlostní schopnosti

Jedná se o test pojednávající o rychlosti zpracování a vyhodnocení informací ze strany uživatele a následné reakce na pedály automobilu. Zadávání bude probíhat v nejjednodušším případě formou signalizace bodovým světlem, tak jako v prvním nejjednodušším testu rychlosti reakční doby. Další z případných možností za použití dalšího zařízení je vytvoření virtuálního prostředí zcela simulující vizuální prostředí při jízdě automobilem a na základě interakce provádět záznam reakcí.

### Průběh cyklu

Počátek cyklu bude spočívat ve spuštění elektrického proudu z elektrických stopek do signalizačního světla a jeho rozsvícení. Elektrické stopky zaznamenají čas spuštění signalizačního světla. Uživatel bude před spuštěním světla připraven v obdobné poloze jako při ustálené jízdě v automobilu. Pravou nohou bude sešlápnutý plynový pedál. Levá noha bude v klidu vedle spojkového pedálu. Uživatel po zaregistrování spuštěného signalizačního osvětlení levou nohou sešlápně spojkový pedál, pravou nohou uvolní plynový pedál a sešlápně brzdový pedál nejrychlejším možným způsobem. Ruce uživatele jsou položeny na volantu. Stiskem vratného spínače se uzavře obvod mezi ním a elektrickými stopkami. Elektrické stopky dále zaznamenají čas sešlápnutí spojkového pedálu, čas uvolnění plynového pedálu a čas sešlápnutí brzdového pedálu. Tabulka č. 4 uvádí příklad záznamu elektrickými stopkami.

Tabulka č. 4 Příklad záznamu dat do tabulky

č. cyklu	start cyklu (min:sec)	čas sešlápnutí spojkového pedálu (s)	čas uvolnění plynového pedálu (s)	čas sešlápnutí brzdového pedálu (s)
1	0:04	0,26	0,72	0,85
2	0:15	0,32	0,51	0,63

## 8.3 Test pro zaznamenání času potřebného pro vymezení vůli v brzdě soustavě

Tento test bude zaznamenávat časovou hodnotu potřebnou pro vymezení vůle v brzdové soustavě do počátku projevení brzdě síly. Jedná se o teoretickou hodnotu, která se liší u různých druhů brzdových soustav i u různých modelů automobilů, dle jejich specifických konstrukčních řešení. Pro potřeby tohoto testu je určena teoretická hodnota pootočení pedálu, představující právě nutné stlačení pedálu pro vymezení vůli a počátku

projevu brzdě síly na základě teoretického rozboru průběhu brzdění. Jedná se o test se záznamem časové hodnoty na základě dosažení daného úhlu pootočení brzdového pedálu, nikoliv o test skutečného projevu počátku brzdě účinku, který by na stendu nebylo možné realizovat.

### **Průběh cyklu**

Počátek času prodlevy brzd je dán prvním kontaktem nohy na pedálu, který bude zaznamenán jako sepnutí mikrospínače zastavěného v nášlapné části brzdového pedálu. Konec prodlevy brzd je dán sepnutím stavitelného kontaktu. Sepnutí proběhne při natočení pedálu vzhledem od uvolněné polohy o úhel 21°. Tabulka č. 5 uvádí příklad záznamu elektrickými stopkami.

*Tabulka č.5 Příklad záznamu dat do tabulky*

č. cyklu	čas doteku nohy brzdového pedálu (min:sec)	čas sepnutí stavitelného kontaktu (s)
1	0:11	0,10
2	0:32	0,99

### Vyhodnocení zaznamenaných dat

Zaznamenaná data budou uložena v podobě tabulky a dále předána k zpracování pro potřeby bezpečnosti silničního provozu. Počet testovaných osob musí respektovat požadavky pro zpracování statistických charakteristik.



## ZÁVĚR

Z rozvahy nad teoretickými poznatky o antropomotorice, o psychologii a fyziologii řidiče a dalšími, jsou v práci ideově navrženy různé možnosti podoby stendu pro ověření reakční doby řidiče a jeho další funkce. Jednotlivé varianty ideového návrhu jsou zhodnoceny na základě různých hledisek, jako je dostupnost technologií, finanční náročnost, účelnost a jiné. Stend je navržen tak, aby byl výrobně jednoduchý, snadno přemístitelný a aby napodobil prostředí kabiny automobilu. Rám stendu bude rozebíratelný na dvě části. Na zadní části bude umístěno sedadlo a opěrná část pro pravou ruku. Na přední části bude umístěna palubní deska, volant, pedály, signalizační LED dioda a tlačítko pro test reakční doby. Spodní část rámu bude opatřena přístrojovými kolečky pro snadný převoz stendu. Pedály budou opatřeny mikrospínačem umístěným na nášlapné části pedálu pro zaznamenání času dotyku nohy. Brzdový pedál bude vybaven nastavitelným spínáním kontaktu pro měření prodlevy brzdného účinku. Data budou zaznamenávána dle navržené metodiky v uzavřené místnosti a budou zaznamenávána pomocí elektronických stopek a dále využívána pro výzkum bezpečnosti silničního provozu. Stend bude vyroben a používán pro potřeby Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice. Stend může být v budoucnu rozšířen o řadu zařízení uvažovaných v ideovém návrhu pomocí jednoduchých zásahů do stávající konstrukce, čímž se může značně rozšířit jeho fungování. V textu práce jsou tyto řešení v určitých odstavcích příležitostně nastíněna. Jedná se především o doplnění složitějších signalizačních zařízení, s kterými by byla testovaná osoba v interaktivním prostředí prostřednictvím ovládacích prvků.

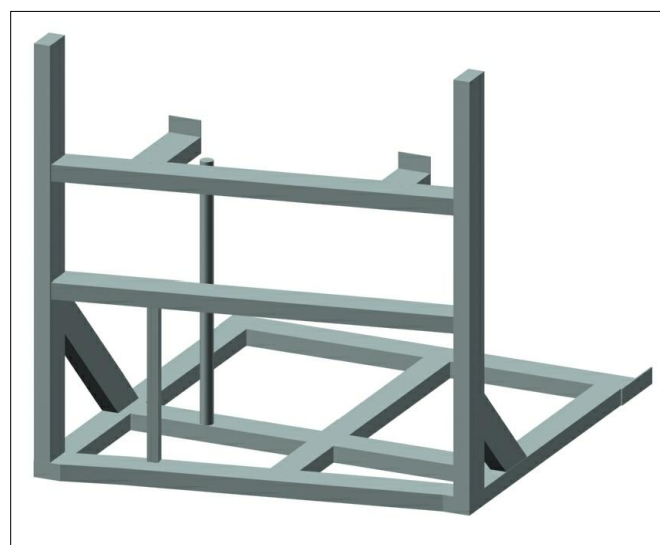
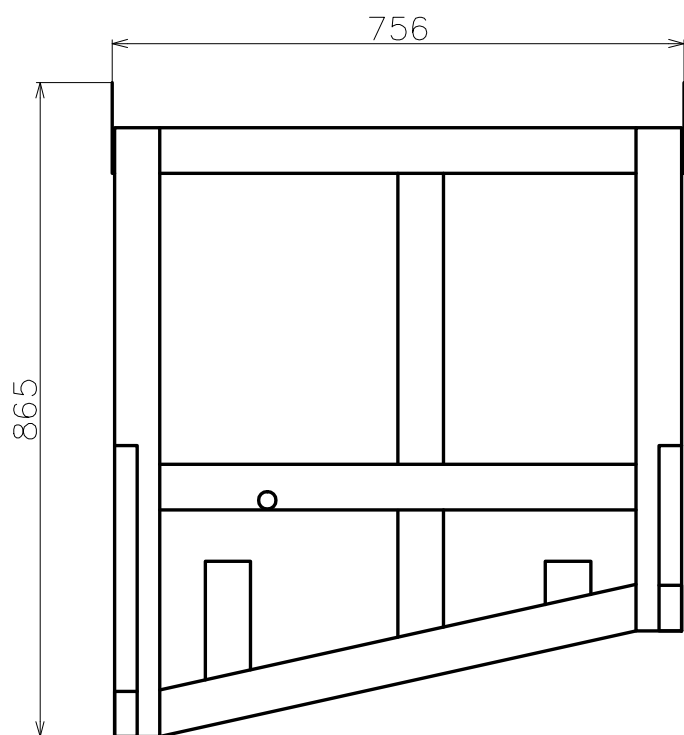
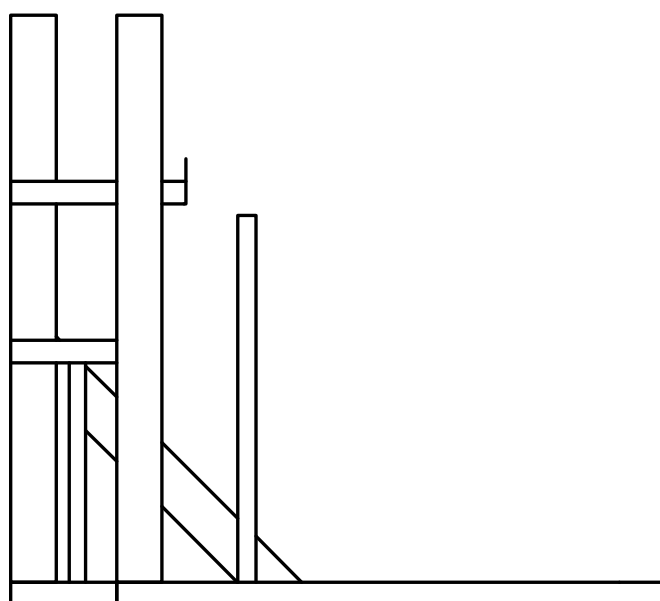
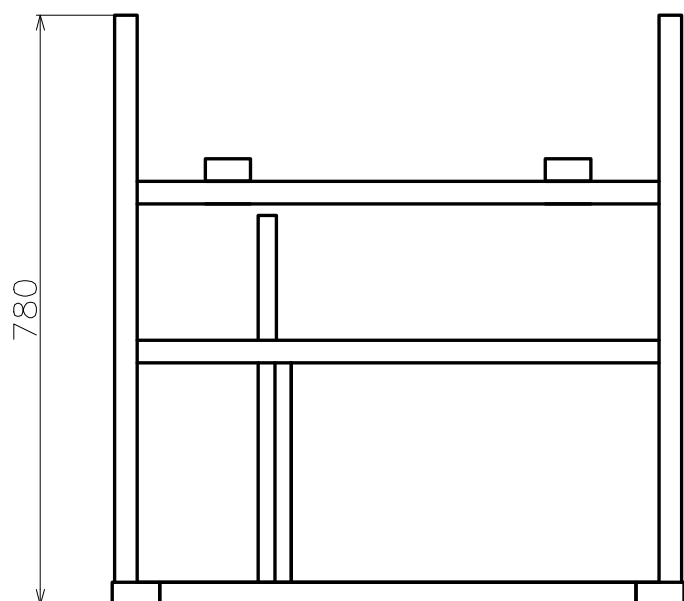
## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] VALA, M. – TESAŘ, M. *Teorie a konstrukce silničních vozidel I.* Pardubice: Univerzita Pardubice, 2003. 229 s. ISBN 80-7194-503-X.
- [2] BENA, E. – HOSKOVEC, J. – ŠTIKAR, J. *Psychologie a fyziologie řidiče.* Praha: Státní tiskárna, 1968. 328 s.
- [3] *Univerzita Karlova v Praze Fakulta tělesné výchovy a sportu* [online]. c2008 [cit. 2012-04-22] Dostupné z: <[http://www.ftvs.cuni.cz/katedry/kin/stochl/P2\\_%20Rychlostni\\_silove\\_schop.pdf](http://www.ftvs.cuni.cz/katedry/kin/stochl/P2_%20Rychlostni_silove_schop.pdf)>
- [4] *Auto periskop* [online]. c1999-2012 [cit. 2012-04-11] Dostupné z: <<http://www.periskop.cz/cz/clanky/toyota-vyvinula-spickovy-jizdni-simulator/>>
- [5] *Hanet manipulační a skladovací technika* [online]. c2012 [cit. 2012-04-14] Dostupné z: <<http://www.hanet.cz/pristrojova-kola/pristrojove-kolecko-otocne-s-brzdou-pjo-075>>
- [6] *Tipa vše pro elektroniku* [online]. c1995-2010 [cit. 2012-04-08] Dostupné z: <<http://www.tipa.eu/cz/vypinac-jowa-c-7-krizovy-bily/d-122527/>>
- [7] *GES electronics* [online]. c1991-2012 [cit. 2012-04-16] Dostupné z: <<http://www.ges.cz/cz/vm16-s04c0-GES06503928.html>>
- [8] *Aktuálně.cz* [online]. c1999-2012 [cit. 2012-04-21] Dostupné z: <<http://aktualne.centrum.cz/zahranici/evropa/clanek.phtml?id=429218>>

## SEZNAM PŘÍLOH

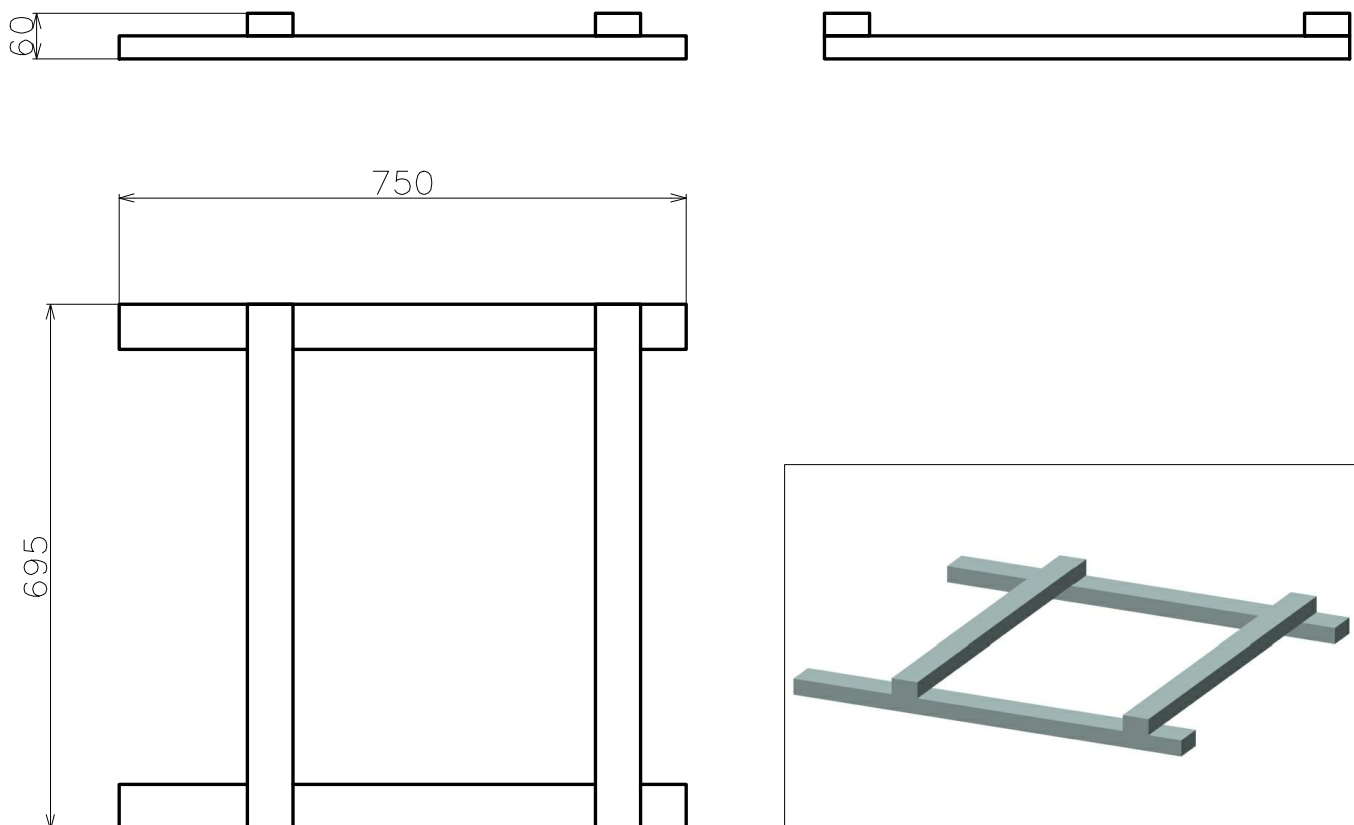
1.	Schématický výkres spodního dílu přední části rámu	1 x A4
2.	Schématický výkres spodního dílu zadní části rámu	1 x A4
3.	Schématický výkres pravého dílu zadní části rámu	1 x A4
4.	Schématický výkres pravého dílu přední části rámu	1 x A4
5.	Zobrazení sestaveného rámu – perspektivní	1 x A4
6.	Obrázek – design stendu 1	1 x A4
7.	Obrázek – design stendu 2	1 x A4

SCHÉMATICKÝ VÝKRES – SPODNÍ DÍL PŘEDNÍ ČÁSTI RÁMU 1:10



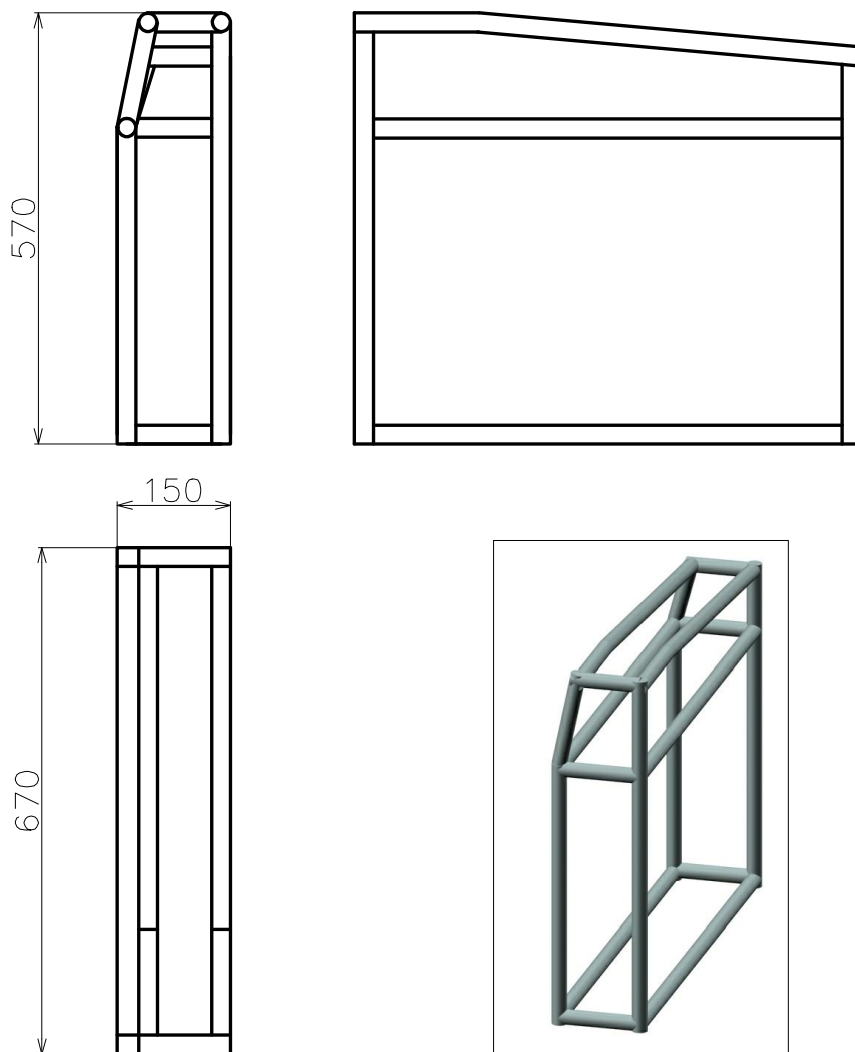
MATERIÁL			
	množství (m.j.)	hmotnost (kg/m.j.)	hmotnost (kg)
jechl obd. 60x30x2,5	6,18 (m)	3,277	20,25
jechl obd. 20x20x2	0,29 (m)	1,09	0,32
trubka 24x2	0,485 (m)	1,23	0,6
plech tl. 3 mm	0,0144 (m <sup>2</sup> )	23,55	0,34
plech tl. 2 mm	1,36 (m <sup>2</sup> )	15,7	21,35
suma hmotnosti			42,86

SCHÉMATICKÝ VÝKRES – SPODNÍ DÍL ZADNÍ ČÁSTI RÁMU 1:10



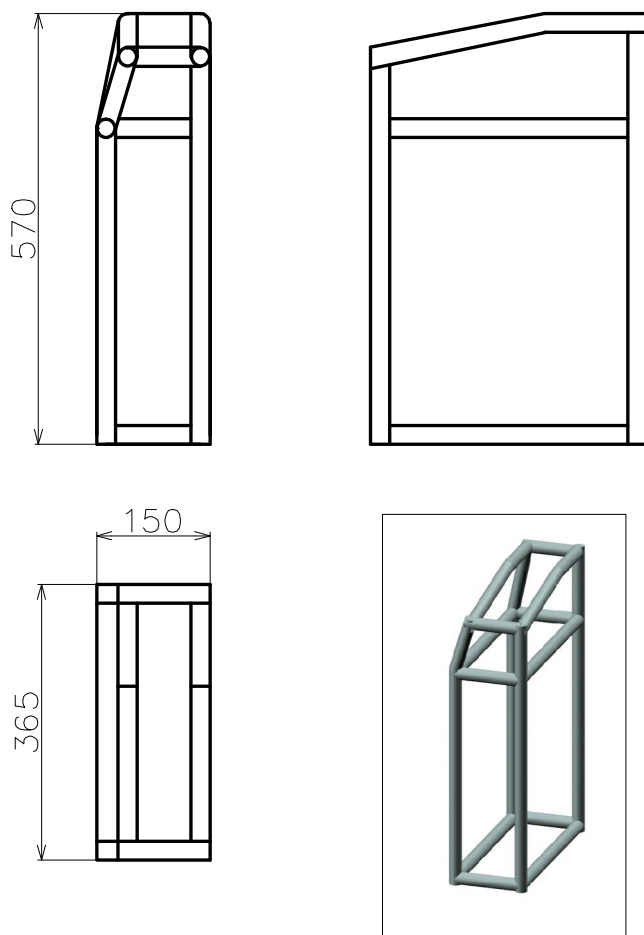
MATERIÁL			
	množství (m.j.)	hmotnost (kg/m.j.)	hmotnost (kg)
jekl obd. 60x30x2,5	2,9 (m)	3,277	9,5
plech tl. 2 mm	0,1 (m2)	15,7	1,57
suma hmotnosti			11,1

SCHÉMATICKÝ VÝKRES – PRAVÝ DÍL ZADNÍ ČÁSTI RÁMU 1:10



MATERIÁL			
	množství (m.j.)	hmotnost (kg/m.j.)	hmotnost (kg)
trubka 25x2,6	4,8 (m)	1,44	6,9
plech tl. 2 mm	0,56 (m2)	15,7	8,8
suma hmotnosti			15,7

SCHÉMATICKÝ VÝKRES – PRAVÝ DÍL PŘEDNÍ ČÁSTI RÁMU 1:10



MATERIÁL			
	množství (m.j.)	hmotnost (kg/m.j.)	hmotnost (kg)
trubka 25x2,6	6,62 (m)	1,44	9,53
plech tl. 2 mm	0,77 (m2)	15,7	12,1
suma hmotnosti			21,63

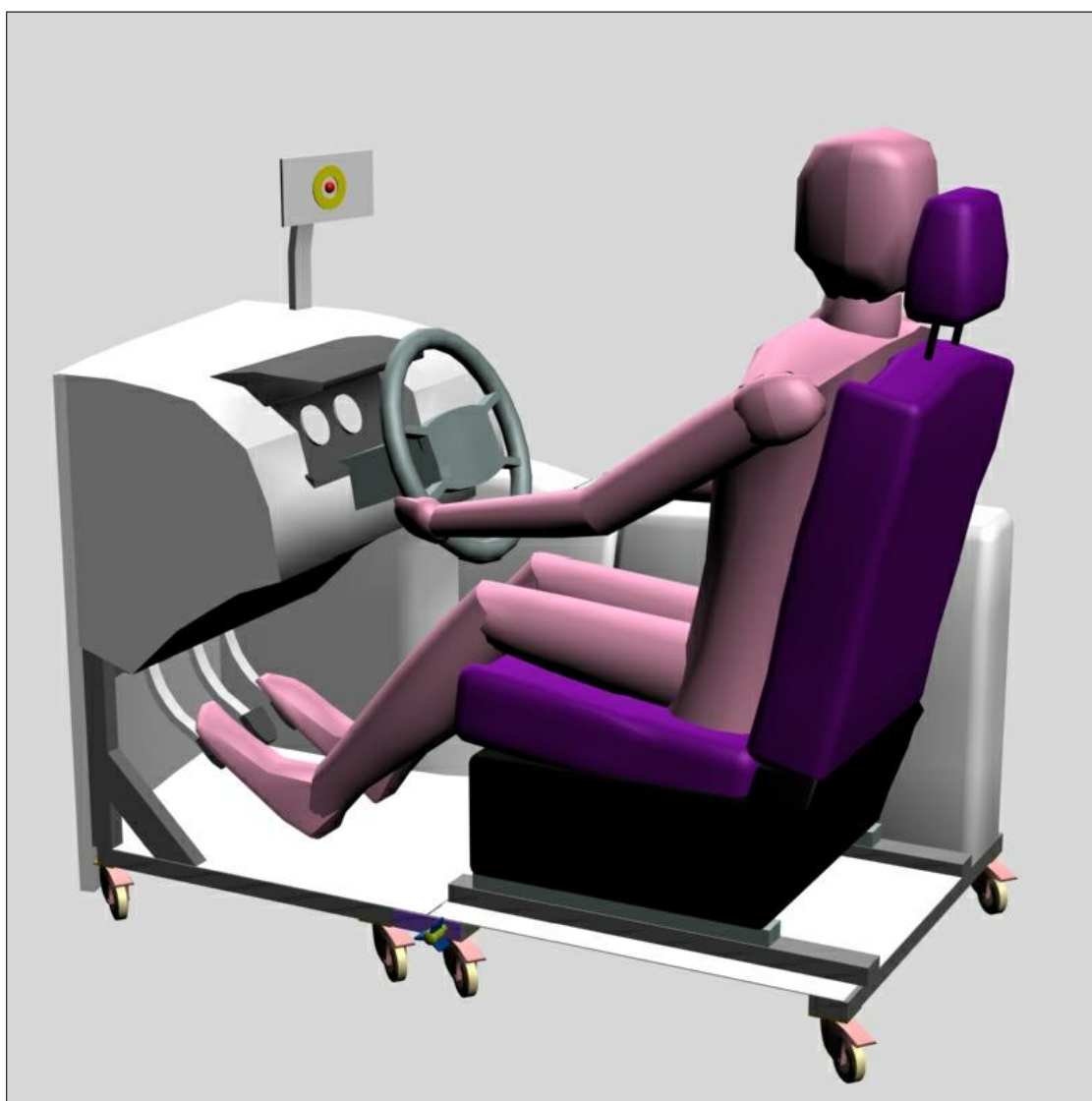
ZOBRAZENÍ SESTAVENÉHO RÁMU – PERSPEKTIVNÍ



MATERIÁL RÁMU CELKEM			
	množství (m.j.)	hmotnost (kg/m.j.)	hmotnost (kg)
jekl obd. 60x30x2,5	9,1 (m)	3,277	20,25
jekl obd. 20x20x2	0,29 (m)	1,09	0,32
trubka 25x2,6	11,42 (m)	1,44	16,44
trubka 24x2	0,485 (m)	1,23	0,6
plech tl. 3 mm	0,0144 (m2)	23,55	0,34
plech tl. 2 mm	2,79 (m2)	15,7	43,8
suma hmotnosti			81,75



OBRÁZEK –DESIGNU STENDU 1



OBRÁZEK – DESIGN STENDU 2

