

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

DIPLOMOVÁ PRÁCE
(magisterská)

2013

Antonín JANÁSEK

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

PREVENTIVNÍ KOMPENZAČNÍ PROGRAM PRO ŘIDIČE
MOTOROVÝCH VOZIDEL

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Antonín Janásek, Rekreologie
Vedoucí práce: RNDr. Iva Dostálová, Ph.D.
Olomouc 2013

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora: Antonín Janásek

Název diplomové práce: Preventivní kompenzační program pro řidiče motorových vozidel

Pracoviště: Katedra aplikovaných pohybových aktivit

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Iva Dostálová, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2013

Abstrakt: Diplomová práce je zaměřena na porovnání zátěže pohybového ústrojí u řidičů různých druhů motorových vozidel, definování společných a rozdílných oblastí zatížení pohybového systému a definování odpovídajících kompenzačních prvků spolu s navržením vhodných metodických doporučení pro řidiče motorových vozidel, které by vedly k snížení zátěže jejich pohybového systému.

Klíčová slova: Pohybový systém, ergonomie, sed, defenzivní jízda, alternativní techniky.

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovnických služeb.

Bibliographical identification

Author's first name and surname: Antonín Janásek

Title of the diploma thesis: Preventive compensatory program for motor vehicles drivers

Department: Department of Adapted Physical Activities

Supervisor: RNDr. Iva Dostálová, Ph.D.

The year of presentation: 2013

Abstract: This diploma thesis is focused on comparison of movement system loading between drivers of different types of motor vehicles. It is trying to define common and different domains of movement system loading and also to describe proper compensation factors together with useful methodical recommendations for drivers of different types of motor vehicles, which would reduce their movement system loading.

Keywords: Movement system, ergonomics, seat, defensive style of driving, alternatives methods.

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně s odbornou pomocí RNDr. Ivy Dostálové, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a řídil se zásadami vědecké etiky.

V Louče dne 30. 3. 2013

.....

Děkuji RNDr. Ivě Dostálové, Ph.D. za poskytnuté odborné rady a cenné připomínky při zpracování této diplomové práce. Poděkování také patří firmám Lukron s.r.o., MORAVA motors s.r.o., Auto-dienst s.r.o. a ČSAD Frýdek Místek za ochotu a pomoc při získávání základních dat.

OBSAH

1 ÚVOD	9
2 PŘEHLED POZNATKŮ	10
2. 1 Motorová vozidla	10
2. 1. 1 Zastoupení jednotlivých druhů vozidel v silničním provozu	12
2. 2 Řidič motorového vozidla	14
2. 2. 1 Řidič a jeho pracovní prostředí	16
2. 3 Pohybový aparát řidiče a negativní vlivy pracovního prostředí	18
2. 3. 1 Pasivní pohybový aparát	18
2. 3. 2 Aktivní pohybový aparát	20
2. 3. 3 Negativní vlivy pracovního prostředí řidiče	23
2. 4 Poruchy funkčnosti pohybového aparátu u řidičů motorových vozidel	27
2. 4. 1 Vliv svalových dysbalancí	28
2. 4. 2 Spoušťové body a přenesené myofasciální bolesti	30
2. 5 Kompenzace negativních vlivů	31
3 CÍLE	34
4 METODIKA	35
4. 1 Použité metody a časový harmonogram zpracování práce	35
4. 2 Metodika analýzy sedadel různých druhů motorových vozidel	36
4. 3 Metodika určení nejvíce zatěžovaných tělesných segmentů při řízení různých druhů motorových vozidel	39
5 VÝSLEDKY A DISKUZE	41
5. 1 Možnosti nastavení optimální pracovní polohy řidiče u jednotlivých vozidel	41
5. 1. 1 Možnosti nastavení polohy řidiče u osobních automobilů	41
5. 1. 2 Možnosti nastavení polohy řidiče u nákladních automobilů	43
5. 1. 3 Možnosti nastavení polohy řidiče při řízení autobusu	46
5. 1. 4 Možnosti nastavení polohy řidiče při řízení traktoru	48
5. 1. 5 Ergonomie sedadel u různých druhů motorových vozidel	50
5. 2 Analýza rozdílů v zátěži pohybového systému při řízení různých druhů motorových vozidel	51
5. 2. 1 Poloha řidiče osobního automobilu	53
5. 2. 2 Poloha řidiče nákladního automobilu	54
5. 2. 3 Poloha řidiče autobusu	56

5. 2. 4 Poloha řidiče traktoru	57
5. 2. 5 Poloha řidiče u různých druhů motocyklů	59
5. 2. 6 Zatěžování pohybového systému řidiče u různých druhů vozidel	61
5. 3 Kompenzace zátěže pohybového systému u řidičů motorových vozidel	65
5. 3. 1 Základní kompenzace zátěže pohybového systému	66
5. 3. 2 Speciální kompenzace zátěže pohybového systému	71
5. 3. 3 Alternativní techniky pro snížení zátěže pohybového systému	84
5. 3. 4 Výzkumné otázky	86
6 ZÁVĚRY	87
7 SOUHRN	89
8 SUMMARY	90
9 REFERENČNÍ SEZNAM	92

1 ÚVOD

Trendem současné doby je neustálé zrychlování životního tempa a tam kde dostat se z místa na místo trvalo dříve skoro celý den, dnes zabere sotva pár hodin. Používání motorových vozidel jako nezbytných dopravních prostředků tak považuje valná většina lidí za naprostou samozřejmost. Ať už používáme vozidlo jen jako pouhý dopravní prostředek při cestě do zaměstnání a zpět, dopravu do kulturních či sportovních destinací, nebo je řízení vozidla součástí naší vlastní pracovní činnosti, nebo je spíše využíváno jako prostředek pro zábavu a odreagování, trávíme za volantem či řidítky stále více času. Dá se říci, že si již téměř nikdo život bez motorových vozidel nedovede představit. Motorová vozidla se stala součástí našich domácností, naším pracovním prostředkem, naším koníčkem. A tak k životnímu stylu, kde pohybové aktivity nehrají příliš velkou úlohu, přidáváme další zátěž navíc. Pozice, kterou lidské tělo zaujímá při řízení vozidla více či méně zatěžuje náš pohybový systém a spolu s nevyváženým životním stylem a nedostatkem pohybové aktivity může tak napomoci ke vzniku chronických obtíží v oblasti pohybového systému, kam můžeme zařadit například bolest zad, šíje, hlavy, nebo velkých kloubů.

Těžko bychom se vzdávali pohodlné a rychlé přepravy, kterou motorová vozidla nabízejí, to by byl jistě krok zpět. Pak bychom ale měli znát techniky a doporučení, které nám pomohou omezit negativní dopad řízení vozidel na pohybový systém. V ideálním případě by společně s výukou řízení jednotlivých typů motorových vozidel mělo probíhat také vzdělávání řidičů v oblasti kompenzace zátěže jejich tělesného aparátu, tak aby se i začínající řidič naučil v této oblasti orientovat. Bohužel v průběhu svého dvacetiletého působení v oblasti vzdělávání řidičů jsem se doposud neseťkal s konceptem, který by jednoduše a přehledně umožnil řidičům různých druhů motorových vozidel efektivně, zacíleně a celostně kompenzovat zátěž pohybového aparátu způsobenou řízením motorových vozidel.

Tato práce si neklade za cíl vyčerpávajícím způsobem detailně popsat všechny možnosti kompenzačních technik, ale spíše se zaměřuje na vytvoření specifického základního kompenzačního programu pro řidiče různých druhů motorových vozidel tak, aby byl použitelný v praxi nejen pro řidiče z povolání, běžné uživatele motorových vozidel ale i pro motocyklové nadšence.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Motorová vozidla

Po pozemních komunikacích jezdí mnoho různých druhů vozidel. Pro jejich snadnější identifikaci byla zákonem 361/2000 Sb, který upravuje pravidla silničního provozu, tato vozidla rozdělena na vozidla motorová a nemotorová. Motorová vozidla definuje jako „...nekolejové vozidlo poháněné vlastní pohonnou jednotkou a trolejbus“ a nemotorová vozidla jako „... vozidlo poháněné lidskou nebo zvířecí silou“. Přes toto poměrně jednoznačné rozdělení můžeme nalézt i vozidla, která jsou takřkajíc na hranici mezi oběma druhy vozidel. Jízdní kolo poháněné elektromotorem se zařazuje mezi vozidla nemotorová a motocykl opatřený šlapadly (u nás populární moped Babeta) se řadí mezi vozidla motorová. Pro účely této práce se těmito dvěma hraničními druhy vozidel, které sice mají vlastní motor, ale zároveň k pohybu mohou využívat lidskou sílu, nebudeme zabývat. Toto základní rozdělení dané zákonem 361/2000 Sb. je ale příliš obecné, a proto zákon 56/2001 Sb. O podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, dále člení motorová vozidla podrobněji na jednotlivé druhy motorových vozidel. Zákon 56/2001 Sb. rozděluje vozidla na silniční vozidla – to je „... motorové nebo nemotorové vozidlo, které je vyrobené za účelem provozu na pozemních komunikacích pro přepravu osob, zvířat nebo věcí“ a na zvláštní vozidla – „... vozidlo vyrobené k jiným účelům než k provozu na pozemních komunikacích, které může být při splnění podmínek stanovených tímto zákonem k provozu na pozemních komunikacích schváleno“.

Silniční vozidla se rozdělují podle tohoto zákona na tyto základní druhy:

- a) motocykly;
- b) osobní automobily;
- c) autobusy;
- d) nákladní automobily;
- e) speciální automobily;
- f) přípojná vozidla;
- g) ostatní silniční vozidla.

Zvláštní vozidla se rozdělují na tyto základní druhy:

- a) zemědělské nebo lesnické traktory a jejich přípojná vozidla;
- b) pracovní stroje samojízdné;
- c) pracovní stroje přípojně;

- d) nemotorové pracovní stroje nebo nemotorová vozidla tažená pěšky jdoucí osobou;
- e) vozíky pro invalidy s motorickým pohonem, pokud jejich šířka nebo délka přesahuje jeden metr, jejich konstrukční rychlost převyšuje 6 km.h-1 nebo jejich maximální přípustná hmotnost převyšuje 450 kg.

Obecné rozdělení vozidel vybavených vlastní pohonnou jednotkou dle zákona 56/2001 Sb. je následující:

- a) motocykly;
- b) osobní automobily;
- c) autobusy;
- d) nákladní automobily;
- e) speciální automobily;
- f) zemědělské nebo lesnické traktory a jejich přípojná vozidla;
- f) pracovní stroje samojízdné.

Toto rozdělení by bylo pro účel této práce ještě příliš široké, a proto speciální automobily, které jsou postavené na podvozku nákladního automobilu a mají s ním i stejnou kabinu, a tím tedy i stejné podmínky pro řidiče zařadíme do kategorie nákladních automobilů. Pracovní stroje samojízdné jsou co se týká pracovního prostředí řidiče na tom velmi podobně jako zemědělské nebo lesnické traktory a proto jsou zařazeny do této skupiny, která je souhrnně pro zjednodušení v této práci nazvána traktory.

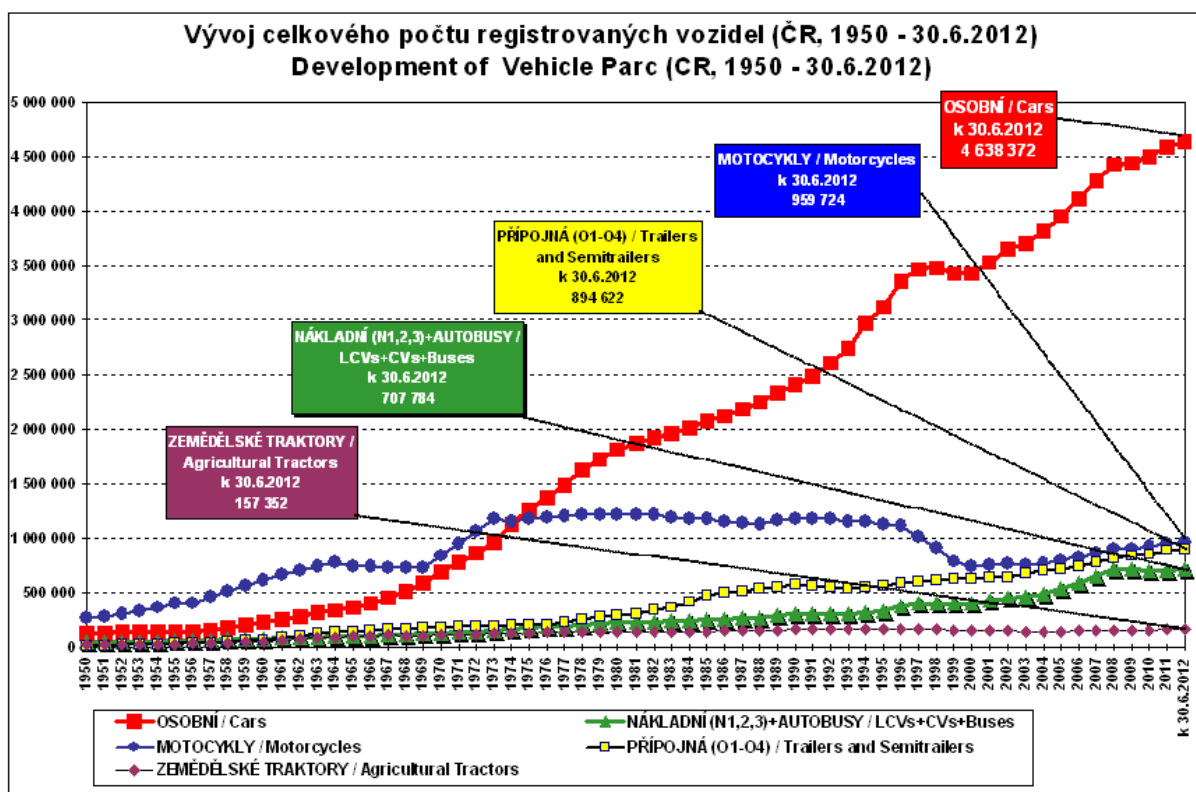
Zákon 56/2001 Sb. spolu se svou prováděcí vyhláškou 341/2002 Sb. ve znění pozdějších předpisů dále rozděluje vozidla do různých kategorií:

- a) kategorie L – motocykly;
- b) kategorie M – vozidla pro přepravu osob
 1. M1 – vozidla mající nejvíce 8 míst k přepravě osob;
 2. M2 – vozidla mající více než 8 míst k přepravě osob a jejich maximální přípustná hmotnost nepřevyšuje 5.000 kg;
 3. M3 – vozidla mající více než 8 míst k přepravě osob a jejich maximální přípustná hmotnost převyšuje 5.000 kg;
- c) kategorie N vozidla pro přepravu nákladu
 1. N1 – vozidlo jehož nejvyšší přípustná hmotnost nepřevyšuje 3.500 kg;

2. N2 – vozidlo jehož nejvyšší přípustná hmotnost převyšuje 3.500 kg, ale nepřevyšuje 12.000 kg;
 3. N3 – vozidla jehož nejvyšší přípustná hmotnost převyšuje 12.000 kg;
- d) kategorie T – traktory.

2.1.1 Zastoupení jednotlivých druhů vozidel v silničním provozu

Dle údajů centrálního registru vozidel bylo k 30. 6. 2012 v České republice registrováno celkem 7 450 131 ks vozidel všech kategorií. Mezi vozidly jednoznačně převládají osobní automobily a jejich počet má výraznou růstovou tendenci (Obrázek 1), oproti mírnému růstu nákladních vozidel, autobusů a motocyklů. Traktory si po řadu let udržují setrvalý početní stav.



Obrázek 1. Vývoj celkového počtu registrovaných vozidel v ČR (Sdružení automobilového průmyslu, 2013)

Z výše uvedeného vyplývá neustále se zvyšující zájem osob v České republice využívat dopravní motorové dopravní prostředky. Tento trend potvrzuje i obrázek 2, na kterém jsou uvedeny počty vozidel v jednotlivých kategoriích.

Motorová vozidla

druh vozidla	kategorie	celkový počet k		rozdíl registrací	průměrný rok výroby a věk k 30.6.2012	průměrný věk k 31.12.2011	rozdíl	
		31.12.2011	30.6.2012					
motocykly	celkem L [*] :	944 198	959 724	15 526	1980,32	32,18	32,22	-0,04
autobusy	celkem AB [*] :	19 699	19 932	233	1997,82	14,68	14,56	0,12
z toho :	M2	2 937	2 929	-8	1985,57	26,93	26,53	0,40
	M3	15 070	15 373	303	2001,54	10,96	10,83	0,13
	ostatní (nezařazeno)	1 692	1 630	-62	1984,70	27,80	27,08	0,72
osobní	celkem OA [*] :	4 582 903	4 638 372	55 469	1998,60	13,90	13,83	0,08
užitkové automobily	celkem N1+N2+N3:	682 800	687 852	5 052	2000,96	11,54	11,18	0,35
z toho :	N1	495 639	497 146	1 507	2002,98	9,52	9,18	0,34
	N2	89 528	89 230	-298	1992,39	20,11	19,77	0,34
	N3	97 633	101 476	3 843	1998,62	13,88	13,50	0,39
z toho :	nákladní celkem NA [*] :	585 873	589 229	3 356	2001,83	10,67	10,30	0,37
z toho :	N1	469 645	470 116	471	2003,05	9,45	9,10	0,35
	N2	51 220	50 746	-474	1993,02	19,48	19,06	0,42
	N3	62 445	65 843	3 398	2000,05	12,45	11,98	0,48
	nezařazeno	2 563	2 524	-39	1999,93	12,57	12,34	0,23
	tahače celkem TP+TN+T:	10 529	10 080	-449	1997,60	14,90	14,21	0,69
z toho :	tahače přívěsů (TP)	128	128	0	1975,37	37,13	36,59	0,54
	tahače návěsů (TN)	9 826	9 399	-427	1997,84	14,86	13,97	0,88
	jiné (T)	575	553	-22	1998,61	13,89	13,27	0,63
	speciální celkem SA [*] :	34 797	34 793	-4	1985,06	27,44	27,02	0,42
z toho :	N1	4 699	4 706	7	1991,43	21,07	20,81	0,26
	N2	16 564	16 315	-249	1983,69	28,81	28,29	0,52
	N3	12 475	12 688	213	1983,78	28,72	28,31	0,41
	nezařazeno	1 059	1 084	25	1993,10	19,40	19,34	0,06
	ostatní (nezařazeno)	51 601	53 750	2 149	2002,33	10,17	9,99	0,18
traktory	celkem (TJE+TKO+TKU+TPA+TR):	156 004	157 352	1 348	1982,48	30,02	29,80	0,22
MOTOROVÁ VOZIDLA CELKEM:		6 385 604	6 463 232	77 628	1995,74	16,76	16,66	0,10

Obrázek 2. Složení vozového parku ČR – souhrnné registrace k 30. 6. 2012 (Sdružení automobilového průmyslu, 2013)

Pokud přihlídneme k obrázku 2, pak pro účely této práce bude postačovat rozdělení motorových vozidel do pěti skupin na:

- motocykly;
- osobní automobily – kategorie M1 a N1;
- nákladní automobily – kategorie N2, N3;
- autobusy – kategorie M2, M3;
- traktory.

Poněkud problematictější je bližší specifikace kategorie motocyklů, kde rozhodujícím dělením motocyklů nebude jejich obsah motorového prostoru, jak uvádí zákon 56/2001 Sb., ale z hlediska naší práce bude rozhodující pozice řidiče během řízení motocyklu. Motocykly bychom rozdělili vzhledem k pozici řidiče na tři skupiny:

- a) sportovní motocykly – charakterizované pozicí řidiče více zalehnutou za řídítky a s kolena ve velké flexi;
- b) standardní motocykly – pozice řidiče je vzpřímenější než u předchozího typu, kolena jsou ve střední flexi;
- c) motocykly typu skútr – charakterizované vzpřímeným sedem, kolena jsou ve střední až mírné flexi.

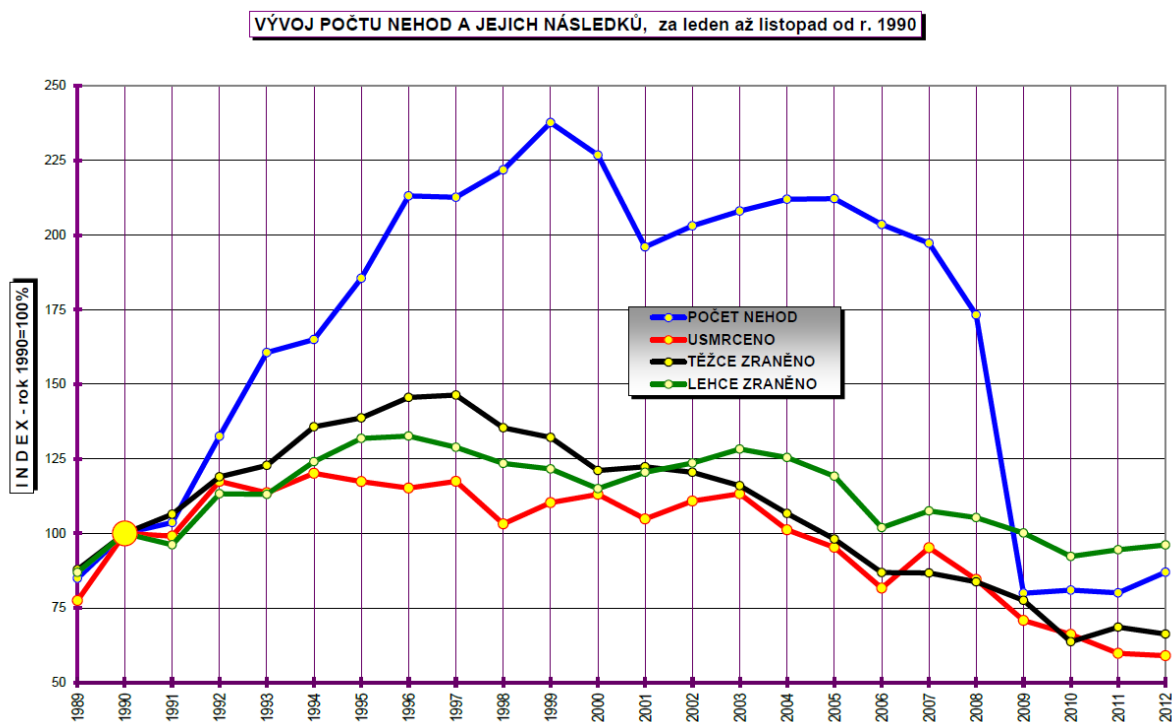
Další problematickou kategorií vozidel jsou malá užitková vozidla kategorie N1. Tato kategorie je charakterizována maximální přípustnou hmotností do 3.500 kg a je možné je řídit dle zákona 361/2000 Sb. s řidičským průkazem skupiny B tedy stejně jako osobní automobily. V předchozích statistikách byla kategorie N1 řazena k vozidlům nákladním, ale pokud přihlédneme ke skutečnosti, že většina vozidel kategorie N1, je prakticky totožná vnějším rozměrem a pracovním prostorem řidiče s vozidly kategorie M1, jediným rozdílem je pak pouze jejich účel. Vozidla kategorie N1 nemají sedadla pro přepravu osob, ale místo toho mají ložnou plochu pro přepravu nákladu. Z těchto důvodů byla zařazeny do skupiny osobní automobily.

2. 2 Řidič motorového vozidla

Podle zákona 361/2000 Sb. je za řidiče považována osoba „... která řídí motorové nebo nemotorové vozidlo anebo tramvaj; řidičem je i jezdec na zvířeti“. Současný silniční provoz klade na řidiče motorových vozidel mnohem větší nároky než dříve. Srovnáme například situaci v městě Hranice v roce 1993 (začátek naší profesní kariéry v oblasti vzdělávání řidičů), kdy v celém městě nebyla jediná světelná křižovatka, jediný kruhový objezd a jediný supermarket (supermarkety jsou specifické vyšší koncentrací vozidel návštěvníků i zásobování a osob - chodců), v roce 2013 je v Hranicích 8 supermarketů, 2 světelné křižovatky a jeden řízený přechod a 3 kruhové objezdy. I když byl v průběhu let hlavní provoz vozidel sveden z Hranic na dálnici, podle našeho názoru je nyní ve městě minimálně dvakrát větší provoz než před 20-ti lety. S tím souvisí i nárůst motorových vozidel v posledních letech. Sdružení dovozců automobilů (SDA, 2012) uvádí, že na začátku roku 2012 bylo v České republice registrováno 6 385 604 motorových vozidel. Počet dopravních nehod se sice díky různým opatřením podařilo během posledních 4 let výrazně snížit jak ukazuje obrázek 3, přesto řidiči motorových vozidel zavinili během 11 měsíců roku 2012

63 761 dopravních nehod což je 86,2 % z celkového počtu dopravních nehod (Policie ČR, 2010). Podle stejného serveru řidiči motorových vozidel usmrtili 581 osob což je 91,4 % z celkového počtu. Pokud tyto údaje porovnáme s počtem dopravních nehod zaviněných technickou závadou vozidla – 438 nehod (0,6 %), lesní nebo domácí zvěří – 5 407 nehod (7,3 %), nebo závadou pozemní komunikace – 256 nehod (0,3 %), je zřejmé, že hlavní odpovědnost za bezpečnost silničního provozu leží právě na bedrech řidičů. Václavík et al. (1986) řadí mezi nejdůležitější příčiny nehodového jednání tyto příčiny:

- porušený zdravotní stav;
- nedostatek úsudkových schopností;
- nedostatek zkušeností;
- nedostatek potřebných charakterových vlastností;
- přechodné stavy;
 - únava z dlouhých jízd a nevyspání;
 - přechodný útlum pozornosti;
 - vliv emocí z rodinných, společenských a jiných důvodů;
- alkohol a farmaka;
- činnost v časové tísní.



Obrázek 3. Vývoj počtu nehod a jejich následků za leden až listopad od roku 1990 (Policie ČR, 2010)

Dá se tedy konstatovat, že na prvním místě nehodové události vždy stojí člověk (Havlík, 2005). Své vlastní osobnostní a volní faktory může řidič ovlivnit pouze do určité míry. Existují však ale další faktory, které na řidiče působí.

2. 2. 1 Řidič a jeho pracovní prostředí

Jedním z faktorů, který se významným způsobem podílí na pracovním zatížení řidiče je bezesporu prostředí, ve kterém se nachází během řízení vozidla. Jedná se jednak o pracovní prostor řidiče, tedy jeho blízké okolí a prostředí nacházející se mimo prostor vozidla. Janásek (2011) rozděluje pracovní prostředí řidiče takto:

- pracovní prostředí přímé;
- pracovní prostředí nepřímé.

Pracovním prostředím přímým se rozumí prostor uvnitř vozidla. Tento typ pracovního prostředí může řidič ve větší, či menší míře ovlivňovat, zejména pokud se jedná o správné nastavení sedadla, a s tím spojenou polohu při řízení vozidla, teplotu uvnitř vozidla, či čistotu a kvalitu vdechovaného vzduchu. Pochopitelně že značně záleží na druhu vozidla, jeho stáří, a s tím spojenou výbavou vozidla, jako je dostatečné množství seřizovacích prvků k nastavení sedadla, funkční topení a klimatizace, popřípadě odpružení sedadla jako celku, nebo prostředí, ve kterém se s vozidlem pohybuje. Důležitý je pro řidiče i pocit pohodlí, navozený použitím vhodné obuvi, oblečení, popřípadě použitím vhodného specifického vybavení jako například u řidičů motocyklů to je motocyklová přilba, bederní pás, ochrana zraku před sluncem a pod. Z toho plyne, že velmi důležitým faktorem vnitřního prostředí je samotný řidič a jeho interakce s dalšími osobami, které se ve vozidle nacházejí.

Na významnou spojitost mezi stylem života, který preferuje ten či onen řidič, a tím pádem i emocionálním rozpoložením řidiče a jeho dopravním chováním upozorňuje Havlík (2005). Řidič tak může být kromě stresu z vnějšího prostředí vystaven i zvýšenému stresu ve vnitřním prostředí, pokud se s spolucestujícími či partnerem hádá, do popředí se pak derou vyhocené emoce, které zatemňují intelekt a zmrazí vnímání. V takovém duševním rozpoložení by dle Havlíka potom řidič raději vůbec neměl pokračovat v jízdě. Na řidiče působí i další psychologické faktory jako jsou například odpovědnost za cestující, nebo náklad, nebo tlak zaměstnavatele, který požaduje splnit zadaný úkol v co nejkratším čase. Významnou úlohu zastává také fyzická a duševní únava spojená s délkou řízení a denní období, během kterého jízda probíhá. Pokud je člověk takto vystaven dlouhodobému stresu, je u něj vyvolána duševní únava chronického charakteru (Mayerová, 1997). Chronická únava souvisí se

zdravotním stavem, zhoršuje myšlení a narušuje koordinaci psychických i fyzických výkonů, dále zhoršuje fyzickou i psychickou kondici řidičů.

Pracovním prostředím nepřímým rozumíme primárně prostředí mimo vozidlo. Toto prostředí řidič může ovlivnit jen ve velmi malé míře. Do nepřímého pracovního prostředí patří druh pozemní komunikace, různorodé okolí, povětrnostní podmínky a ostatní účastníci silničního provozu. Kvalita pozemních komunikací a jejich typ jako jsou silnice I., II. a III. třídy, dálnice a silnice pro motorová vozidla určuje i míru koncentrace řidiče na samotnou jízdu, podobně jako rozdílná hustota a charakter provozu v městech, na vesnicích či ve specifickém pracovním prostředí stavenišť (Křivda, Richtář, & Olivková, 2007). Na venkově je sice provoz vozidel menší než ve městě, ale řidič se zde více setkává s traktory, pracovními stroji samojízdnými a další atypickou zemědělskou technikou, která vzhledem ke své velikosti a pomalé jízdě může řidiče nepříjemně překvapit. Města jsou charakterizována vyšší koncentrací vozidel i chodců a na řidiče jsou tak kladeny mnohem větší nároky na rychlost a přesnost rozhodování, rychlost jeho reakcí a schopnost předvídat možný kritický vývoj dopravní situace. Povětrnostní podmínky je sice možné částečně předvídat díky sezónnímu počasí, či aktuálním předpovědím, přesto jejich projevy jako jsou mlha, déšť, náledí, větrné ale i slunečné počasí bývají leckdy nevyzpytatelné a hrají při řízení vozidla důležitou roli. Dalším důležitým faktorem nepřímého pracovního prostředí jsou ostatní účastníci silničního provozu. Mezi ně patří chodci a jako zvláštní skupina chodců také děti, řidiči osobních a nákladních automobilů, cyklisté. Chování ostatních účastníků provozu sice řidič ovlivnit nemůže, ale s vhodným přístupem a určitým stupněm předvídavosti a zkušenosti může řidič výrazně snížit množství stresujících situací a stresu samotného. Schröter (2006) tuto defenzivní jízdu podmiňuje přátelským a ohleduplným vztahem k ostatním účastníkům silničního provozu.

U některých typů vozidel a to zejména u motocyklů, je velmi obtížné určit, které faktory patří do pracovního prostředí přímého či nepřímého. V každém případě je jasné, že řízení motorového vozidla, ať už se jedná o řízení soukromé povahy, nebo profesní, klade na řidiče vysoké nároky v oblasti jeho tělesného a duševního stavu a také na jeho tělesné a duševní schopnosti.

Z výše uvedeného plyne, že jedním ze zásadních faktorů, který bude rozhodovat o vlastní bezpečnosti jízdy, emocionálním stavu a únavě řidiče bude řidičův dobrý zdravotní stav a s tím související stav pohybový systém řidiče.

2. 3 Pohybový systém řidiče a negativní vlivy pracovního prostředí

Bez ohledu na to, jestli se jedná o pracovní prostředí přímé, nebo nepřímé, všechny výše zmiňované faktory více či méně ovlivňují pohybový systém řidiče, a proto je důležité porozumět základním částem pohybového systému a jeho funkci.

Jednou ze základních charakteristik živého organismu je jeho látková výměna, dráždivost a schopnost reprodukce (Dylevský, 2003). Pro lidského jedince je ale jedním z důležitých znaků kvalitního života pohyb, vždyť „... život začíná a končí pohybem“ (Dylevský, 2007, 20). Pohyb nám umožňuje pohybový systém, který můžeme rozdělit na pasivní pohybový aparát tvořený kostmi, klouby a vazy a aktivní pohybový aparát tvořený svaly (Čihák, 2001).

2. 3. 1 Pasivní pohybový aparát

Kosti jsou pevnou součástí našeho těla, poskytují mu ochranu a představují tak základní nosné složky poskytující oporu aktivnímu pohybovému aparátu. Kost není v průběhu života neměnná, ale vyznačuje se dynamicky proměnlivou strukturou. „Tlak na kost a tah, ať už působený přímou zátěží, nebo tahem svalů či šlach, způsobuje přestavbu vnitřní struktury do trajektorií vedených směrem siločar“ (Čihák, 2001, 74). Oproti tomu tělesná nečinnost vede k atrofii kosti, doprovázenou osteoporózou a celkovým oslabením kosti (Čermák, Chválová, Botlíková, & Dvořáková, 2000). Součástí kosti je kostní dřev, do které je ukládán tuk, a která produkuje tisíce červených krvinek, bílých krvinek a krevních destiček a je tak nezbytnou i jiných tělesných systémů (Arenfosky, 1999). Na jednu stranu jsou dostatečný pohyb a zatížení pohybového systému nezbytné pro řádnou funkci kosti, ale nadměrné přetěžování může vést k únavovým zlomeninám kostí, oslabení kostí a může způsobit i další problémy v pozdějším věku (Chaudhary, 1998). Na kosti se pomocí šlach připojují svaly a vazivové fascie. Pokud dojde k jejich nadměrnému zatěžování, dochází v místě svalového úponu k bolestivému poškození jednak vazivových, jednak kostních struktur. Při dlouhodobém přetěžování může pak dojít i k nezvratným změnám ve struktuře kostní tkáně a svalového úponu.

Vzájemné spojení jednotlivých kostí mezi sebou je provedeno v zásadě dvojitým způsobem. Jedná se buď o spojení pevné a nepohyblivé, které je provedeno jednak prostřednictvím vaziva (lebeční švy), nebo pomocí chrupavčitých vložek (např. meziobratlové ploténky, menisky), anebo jde o spojení pohyblivé, které je zajištěno pomocí kloubů. Kloub je tvořen kloubními plochami, vazivovým pouzdrům a kloubními vazy, které zesilují vazivové pouzdro. Kloubní dutina je vzduchoprázdný prostor, do níž vazivové pouzdro vyměšuje vazkou

synoviální tekutinu, tzv. kloubní maz. Tato synoviální tekutina vyživuje kloubní chrupavku, snižuje tření styčných ploch a zároveň zvyšuje jejich přilnavost (Čermák, Chválová, Botlíková, & Dvořáková, 2000). Kromě mechanické funkce kloubu, umožňující pohyb, má kloub také funkci receptivní. Okolí kloubního pouzdra a pouzdro samotné obsahuje množství nervových receptorů, které zaznamenávají různé změny v tlaku, tahu, nebo poloze kloubu a jsou zapojeny do reflexního řízení posturálních funkcí těla. Tyto proprioreceptory tak v podstatě poskytují mozku důležité informace o poloze těla v prostoru (Fukushima, 1999). Vazy nacházející se v kloubním pouzdře také limitují rozsah pohybu v kloubu, a tím chrání klouby před zraněním. Pokud nejsou tyto vazy dostatečně používány ztuhnou, což činí pohyb obtížnější a snižuje rozsah pohybu v kloubu. Na druhou stranu ty, které jsou nadměrně uvolňovány ztrácí schopnost kloub stabilizovat (Daviesová, 2008). Přiměřený pohyb přináší kloubům a zejména jejich chrupavkám jakousi masáž v podobě střídání tahu a tlaku, což je pro klouby velmi důležité. Bez tohoto pohybu chrupavka snadněji podléhá opotřeбенí (Čermák, Chválová, Botlíková, & Dvořáková, 2000). Kloubům škodí nejen nedostatek pohybu, ale i nadměrné zatěžování, které může také vyústit v poškození kloubní chrupavky a nastartování celé řady patologických jevů, jako je například artróza.

Dalším důležitým prvkem pasivního pohybového aparátu jsou vazivové struktury, tvořící nedílnou součást podpůrné složky pohybového systému. Tyto struktury se nacházejí nejenom v oblasti kloubních pouzder a na kostech, ale vytvářejí i vazivové povázky okolo jednotlivých svalů, vnitřních orgánů a vazivové struktury přímo ve svalech. Anatomické studie ukázaly, že mezi různými tkáněmi neexistuje diskontinuita, ale že jsou navzájem propojeny, aby fungovaly v dokonalé harmonii (Paloetti, 2009). Všechny orgány a části těla pomocí této souvislé sítě pojivové tkáně propojeny do jednoho celku. Vazivové struktury díky své nesmírné adaptabilitě se vhodně přizpůsobují různým funkčním nárokům na ně kladeným. Pokud jsou vystaveny nadměrnému tahu, prodlouží se a pokud jsou dlouhodobě uvolněny, pak se zkracují. Dle Paolettiho (2009) patří mezi primární funkce fascií jako hlavní vazivové struktury lidského těla následující funkce:

- zachování strukturální integrity – různé orgány si zachovávají svůj tvar a jsou připevněny ke kostem pomocí fascií, fascie tak zachovává anatomickou integritu orgánů, a tím umožňuje jejich správnou funkci;
- podpůrná funkce – fascie jsou oporou nejen pro svalový systém, ale také pro systém nervový, arteriální, venózní a lymfatický;

- ochranná funkce – chrání různé anatomické struktury před nebezpečnými silami napětí a stresu, např. v reakci na ponámačový šok, nebo na příliš velké síly absorbují fascie určitou energii nadměrného stresu, a tím ochrání svaly, orgány a jiné struktury před poškozením;
- tlumící funkce – fascie pomocí proteoglykanů mění strukturu své tkáně na více či méně viskoelastickou v závislosti na zatížení organismu a dle individuálních potřeb jednotlivých orgánů;
- obranná funkce.

2. 3. 2 Aktivní pohybový aparát

Kosterní svaly tvořící aktivní pohybový aparát jsou nezbytné pro samotný pohyb a jeho dynamiku. Je nutné si ale uvědomit, že ačkoli mají svaly ve vztahu k pohybu primární roli, bez spolupráce s pasivním pohybovým aparátem by nemohly řádně fungovat. Jak uvádí Finandová a Finando (2004), mnohé druhy pohybu závisejí na společném fungování kostí, kloubů, šlach, vazů, svalů a svalových fascií. Tím, že svaly využívají energii získanou z potravy k provedení pohybu, mohou jednak konat vlastní práci, a zároveň jsou také nezanedbatelným producentem tepla v organismu. Další nezbytnou úlohou svalů je jejich zásadní vliv na držení těla a ve spolupráci s fasciemi také na uložení vnitřních orgánů. Základní vlastností svalu je jeho stažení – kontrakce a uvolnění – relaxace. Primární stavební jednotkou příčně pruhovaného svalu je svalové vlákno (Dylevský, 1998). Kontrakce je provedena díky struktuře svalového vlákna, které obsahuje bílkoviny myozin a aktin, a spolu s dalšími molekulárními strukturami vytváří vlastní kontraktální aparát. Jeho základním modulem v kosterním a srdečním svalu je sarkoméra (Trojan et al., 2003). Jednotlivá svalová vlákna jsou obalena tenkou vrstvičkou vazivové fascie. Svalová vlákna se sdružují do snopečků a posléze do snopců, přičemž i tyto rozšířené útvary svalových vláken jsou obaleny vazivovou fascií a ta vytváří vazivovou prostorovou síť, na kterou potom přímo navazují šlachy jednotlivých svalů. Svaly obsahují také důležité senzitivní receptory, které podávají informace o protažení svalu. Jsou to svalová vřeténka a šlachová tělíčka. Mimořádná citlivost svalového vřeténka činí z pohybového aparátu mimořádně citlivý orgán, co na jednu stranu umožňuje rychlé reakce, ale zároveň však zvyšuje jeho náchylnost k dysfunkcím (Richter & Hebgen, 2011). Svaly jsou okolo kloubu rozloženy ve skupinách a na vlastní klouby působí v různých směrech. Dle Dylevského (2003) jsou svaly sdružovány do těchto skupin:

- agonisté - jsou to svaly působící a iniciující pohyb v jednom směru,
- antagonisté svaly působící protichůdný pohyb,
- synergisté jsou svaly , které se zúčastňují na provedení určitého typu pohybu.

Kromě toho můžeme také definovat svaly fixační, které optimalizují prováděný pohyb tím, že stabilizují a fixují okolní segmenty těla a svaly neutralizační, které eliminují nežádoucí souhyby svalů (Bursová, 2005). Každý sval má tak mimo svoji hlavní funkci, ještě funkci vedlejší, fixační nebo neutralizační a ani při jednoduchých pohybech nepracuje samostatně, nýbrž ve svalových řetězcích, které se vzájemně ovlivňují.

„Všechny svaly v našem těle jsou trvale, po celý život, a dokonce ještě před narozením ve stavu mírného, i na pohmat zřetelného smrštění. Označuje se jako klidové napětí neboli svalový tonus ...“ (Čermák, Chválová, Botlíková, & Dvořáková, 2000, 17). Velikost svalového tonu se nevyskytuje u lidí ve stejné výši a posledně zmiňovaní autoři tak definují osoby méně ohebné s více napruženým svalstvem jako hypertonicko-hypomobilní a osoby s přirozeně velkou hybností v kloubech a menším svalovým tonem jako hypermobilně-hypotonické. Je pochopitelné, že jsou takto vymezeny pouze dvě krajně diferencované skupiny, ale většina populace se bude nalézat někde mezi těmito krajními polohami. Inklinace k tomu kterému typu však bude rozhodující pro výběr druhu a způsob provedení kompenzačního cvičení.

Na svalový tonus navazuje vědomé stažení svalu – svalová kontrakce. Svalové kontrakce dělíme v zásadě na dva druhy, izometrickou a izokinetickou (Bursová, 2005). U kontrakce izometrické, kdy nedochází k změně délky svalu je síla vyvíjená svalem rovna síle, která proti němu působí. Přesto, že nedochází k pohybu daného tělesného segmentu, může být napětí ve svalech při izometrické kontrakci značně velké. Typickým zastáncem izometrické kontrakce jsou svaly posturální – antigravitační, zajišťující polohu těla proti gravitaci, a tím i vzpřímený postoj. Tento tah antigravitačních svalů se nazývá posturální tonus (Trojan, Druga, Pfeiffer, & Votava, 2001). Kontrakci izokinetickou dále můžeme rozdělit na koncentrickou a excentrickou. U kontrakce koncentrické se při zvyšování svalového tonu sval zkracuje, a při excentrické kontrakci, kdy je síla působící na sval větší než síla svalu, dochází paradoxně k protahování svalu. Podle druhu kontrakce a podle typu svalových vláken kosterní svalstvo rozdělujeme na svaly fázické a tonické – posturální (Finandová & Finando, 2004). Svaly fázické jsou charakterizovány velkým obsahem bílých svalových vláken (Storck, 2010), která jsou nasazena zejména při provádění rychlých pohybů, ale s rychlou unavitelností. Svaly posturální mají velký obsah červených svalových vláken, určených

zejména k vykonávání dlouhodobé zátěže, s pomalou a vydatnou kontrakcí s dlouho přetrvávajícím napětím. Svaly posturální mají vzhledem k déletrvajícím svalovému tonu tendenci ke zkracování, zatímco svaly fázičké s relativně krátkým svalovým tonem mají spíše tendenci k ochabnutí a funkčnímu útlumu (Janda, 1996).

Mezi svaly s tendencí ke zkracování se řadí zejména následující svaly (Finandová & Finando, 2004; Janda, 1996):

- | | |
|--|--|
| 1. mm. scaleni | 11. m. levator scapulae |
| 2. m. sternocleidomastoideus | 12. m. trapezius (horní část) |
| 3. m. pectoralis major (sternální a clavikulární část) | 13. m. erector spinae – krční a bederní část |
| 4. flexory prstů a ruky | 14. m. quadratus lumborum |
| 5. m. iliopsoas | 15. m. piriformis |
| 6. adduktory stehna | 16. ischiokrurální svaly |
| 7. m. rectus femoris | 17. m. triceps surae |
| 8. m. biceps brachii | 18. m. biceps femoris |
| 9. m. semitendinosus | 19. m. tensor fasciae latae |
| 10. m. semimembranosus | 20. m. gracilis |

Mezi svaly s tendencí k ochabnutí se řadí zejména následující svaly (Finandová & Finando, 2004; Obrda & Šulcová, 2002):

- | | |
|---|--|
| 1. m. erector spinae – hrudní část | 9. hluboké flexory šije |
| 2. mm. rhomboidei | 10. m. tibialis anterior |
| 3. m. trapezius (střední a dolní část) | 11. mm. peronei |
| 4. m. pectoralis major (abdominální část) | 12. přímé břišní svaly |
| 5. m. infraspinatus | 13. mm. vasti |
| 6. m. supraspinatus | 14. extenzory prstů |
| 7. m. serratus anterior | 15. m. triceps brachii |
| 8. mm. glutei | 16. m. obliquus externus at internus abdominis |

Svaly, jak již bylo naznačeno, nepracují samostatně, ale sdružují se za účelem provádění jednotlivých pohybů do funkčních celků. Při správně provedeném pohybu tzn. koordinovaném, ekonomickém, přesném, plynulém a rytmickém se jednotlivé svaly a svalové

skupiny zapojují v odpovídající časové souhře, podle pohybu, který mají realizovat (Bursová, 2005). Kvalitu těchto pohybových stereotypů a dále stupeň jejich fixace ovlivňuje řada faktorů, jako jsou např. vlastnosti Centrální nervové soustavy a další fyziologické předpoklady daného jedince. Výběr svalů pro provedení jednotlivých pohybových vzorců je úkolem nervového systému. Práci organismu usnadňují vrozené reflexy. Receptory ve svalech, šlachách, fasciích a kloubním aparátu informují o prováděných pohybech a společně tak umožňují centru jemně koordinovat opěrnou a cílenou motoriku pohybů a adekvátní přizpůsobení změnám rovnováhy (Richter & Hebgen, 2011). Působením různých vnějších i vnitřních faktorů dochází pak ke zvýšené zátěži na pohybový systém, a tím k negativnímu ovlivnění ergonomicky výhodných statických vzorců a svalové koordinace.

2. 3. 3 Negativní vlivy pracovního prostředí řidiče

Na osobu řídící motorové vozidlo jsou kladeny vysoké požadavky ze strany mnoha různých faktorů působících nejen na řidičův tělesný stav, ale i na jeho emocionální rovinu. Tyto faktory pak přeneseně ovlivňují způsob jeho jízdy s vlastním motorovým vozidlem, řidičovu interakci s ostatními účastníky silničního provozu a v neposlední řadě vyvolávají únavu zvyšující riziko dopravní nehody. Mezi hlavní faktory působící na řidiče a jeho pohybový systém patří vliv celotělových vibrací, pozice během řízení a s ní spojená doba řízení a manipulace s nákladem (Okunribido, Magnusson, & Pope, 2008). Mezi další vlivy řadí Havlík (2005) stresové faktory, únavu a další.

Birch (2000) uvádí, že asi 40 % všech dospělých jedinců (více než 16 miliónů osob) ve Velké Británii trpí bolestí zad s periodou delší než 1 den a jako viníka spatřuje automobily, respektive nevhodnou pozici řidičů při řízení vozidla. V současné době je řízení vozidla součástí mnoha profesí a je také nezbytnou součástí dopravy do zaměstnání. Porter (1999) uvádí, že počet dnů zameškaných v zaměstnání díky problémům v oblasti dolní poloviny zad, byl u řidičů trávících za volantem více než 20 hodin týdně v průměru 51,3 dne a 8,1 dne u řidičů, kteří řídili méně než 10 hodin týdně. Pokud je při stožení zátěž působící na naše záda v úrovni 100 %, pak při sedu v korigované pozici je zátěž v úrovni 140 % a při shrbeném sedu má dokonce hodnotu 185 % (Chris, 2005). Je tedy důležité, aby se řidič cítil za volantem pohodlně, a proto je jedním z nejdůležitějších faktorů při řízení vozidla správná pozice řidiče. Pro nastavení správné pozice za volantem je důležité, aby výrobci vozidel vyráběli sedadla ergonomicky přizpůsobená anatomickým požadavkům lidského těla s dostatkem nastavovacích a seřizovacích prvků tak, aby i řidiči různých výšek měli možnost si sedadlo

správně nastavit. Pozitivní trend ve vývoji sedadel je patrný jednak při srovnání starších a novějších vozidel, ale je zřejmé, že komfortnější sedadla a dobré možnosti nastavení přestávají být doménou nákladních automobilů, ale je možné je najít i u nově vyráběných osobních automobilů už i levnějších kategorií (Janásek, 2011) „Nelitujte času najít si správnou polohu – a pokud se v řízení střídáte, znovu si ji po předchozím řidiči nastavte. Zvláště při dálkových jízdách podstatně oddálíte únavu a nebezpečí z ní plynoucí“ (Bajgar, Kotál, Marný, & Šulcová, 1996, 91).

Je zřejmé, že se řidič musí za volantem cítit pohodlně (Schröetr, 2010), a proto je důležité definovat základní polohu, kterou si řidič může upravit dle svých tělesných parametrů, či pocitů. Základním seřízením je výška sedadla, kterou si řidič seřizuje tak, aby měl dobrý výhled z vozidla a dostatek prostoru nad hlavou. Vzdálenost od pedálů by měla být taková, aby při úplném sešlápnutí spojkového pedálu byla levá noha mírně pokrčena v kolenním kloubu (Václavík et al., 1986). I když se zdá být tento popis pro mnohé řidiče zcela samozřejmý Birch (2000) uvádí, na základě průzkumu prováděného v Anglii, že více než jeden ze tří mužů při řízení vozidla má dolní končetinu při sešlápnutém spojkovém pedálu zcela napnutou, což způsobuje větší zatížení zádočných svalů v okamžiku sešlápnutí spojky. Oproti tomu více než třetina žen sedí příliš blízko volantu, což je opět zatěžující faktor pro svaly zad. Sklon opěradla by měl být takový, aby zajišťoval pohodlné otáčení volantu a zároveň nezatěžoval horní část zad a ramenního pletence. Tato vzdálenost by měla být taková, aby při natažené paži se zápěstí dotýkalo horní části volantu (Vogel et al., 2013). Tento popis potvrzuje i Gilbertová s Matouškem (2002), kteří při ergonomické optimalizaci sedu uvádějí jako optimální vzdálenost od volantu na 2/3 délky horní končetiny řidiče, ale ne více než 3/4 délky horní končetiny, pokud zůstane zachován kontakt zad s opěradlem.

Správnou vzdálenost od volantu můžeme docílit kombinací dvou seřizovacích prvků, změnou sklonu opěradla a nebo podélným nastavením volantu. Při ergonomicky nejvhodnějším nastavení svírá trup se stehny úhel přibližně 110° a sklon opěradla by se měl pohybovat mezi 10–20° od vertikály (Gilbertová a Matoušek, 2002). Dalším důležitým seřizovacím prvkem je nastavitelná bederní opěra, která je u ergonomicky nejkvalitnějších typů sedadel nastavená ve dvou bodech (Janásek, 2011). Pomocí seřizovatelné opěry zad lze co lépe přizpůsobit tvar sedadla anatomickému zakřivení řidičovy páteře. Nastavení opěry hlavy by mělo být provedeno tak, aby vrchol opěry byl nejméně ve výši temene hlavy (Vogel et al., 2013). Zde nesouhlasíme s tvrzením Gilbertové a Matouška (2002), kteří popisují ideální nastavení opěry hlavy do úrovně očí. Při nárazu, kdy je tělo vymršťeno dopředu, se trup řidiče posune cca o 2cm výše a opěra hlavy by se tak mohla ocitnout příliš nízko.

Velmi důležitý požadavek podle Gilbertové a Matouška (2002) je, aby ruce držící volant byly umístěny pod úrovní ramen. V opačném případě by docházelo k přetěžování oblastí krku a ramenního pletence. Ruce by podle našeho názoru měly být na volantu tak, aby nejnižší část zápěstí nebyla níže než je pozice ručiček tři čtvrtě na tři. Ve skutečnosti tak budou ruce umístěny v prostoru vymezeném polohou ručiček tři čtvrtě na tři a za deset minut dvě. Zde se vymezujeme oproti popisu Gilbertové s Matouškem uvádějící pozici za deset minut dvě a také oproti pozici uváděné Vogelem et al. (2013) tři čtvrtě na tři. Námi uváděná poloha lépe umožňuje správné ovládání volantu při průjezdu zatáčkou a odpovídá také profilům pro uchopení volantu používaného u některých výrobců vozidel. Podobný názor má i Schröter (2010).

Posledním nastavením v oblasti sedačky je řádné připevnění bezpečnostního pásu, který Vogel et. al. (2013) spolu s Gilbertovou a Matouškem (2002) doporučují vést diagonálně přes rameno a střed těla a horizontálně přes pánevní kosti. Bylo by na místě uvést ještě jedno doporučení, a sice aby diagonální část pásu procházela přibližně přes střed claviculy (klíční kosti). V případě vedení pásu příliš blízko krku hrozí při nárazu jeho zranění a při vedení pásu přes ramenní kloub zase poškození ramenního kloubu. Z výše uvedeného nastavení ergonomicky ideální pozice řidiče při řízení vozidla se poněkud vymyká řidič motocyklu, který má ve srovnání s řidiči ostatních druhů vozidel, velmi omezené možnosti nastavení své polohy při řízení motocyklu a je tak zcela odkázán na to, jakou polohu mu výrobce motocyklu umožní zaujmout.

Dalším z řady základních faktorů negativně působících na řidiče jsou vibrace. Vibrace jsou přímo spojeny s charakterem vozidla, tzn. jeho druhem, stářím a výbavou a povrchem silnice. Tyto vibrace jsou přenášeny na hýždě a záda podél vertebrální osy prostřednictvím kontaktu se sedací plochou a opěrou zad. Kromě toho pedály a volant přenášejí další vibrace na nohy a ruce řidiče (Falou et al., 2002). Dlouhodobé vystavení vibracím může vyústit v celou škálu fyziologických problémů, jako jsou posturální nestabilita, křeč a znečítlivění. Bovenzi (2009) ve své studii prokázal vliv vibrací na zvýšený výskyt bolestí dolní části zad u řidičů vystavených větší úrovni vibrací. Mimo vibrací vozidla působí na řidiče také jednorázové nárazy při průjezdu nerovnostmi na vozovce. Dle Okunribida, Magnussona a Popea (2008), je riziko výskytu bolesti dolní části zad velmi zvýšeno, pokud jsou řidiči vystaveni kombinaci vibrací, špatného postavení těla a manuální manipulace s nákladem. Celotělové vibrace dále negativně ovlivňují zatížení páteře a zvyšují tak únavu posturálních svalů (Blood, Rynell, & Johnson, 2011). Vliv vibrací, a tím i výskyt muskuloskeletálního poškození je možné snížit používáním novějších typů vozidel, které mají nový design sedadel,

zaměřených na snižování přenosu vibrací na tělo řidiče (Makhsous, Hendrix, Crowter, Nam, & Lin, 2005).

Nejvýraznějším faktorem, který ovlivňuje řidiče a jeho výkonnost, je bezesporu únava. Únavě podléhá každý řidič, ať už je začátečník, nebo řidič z povolání. Pouze doba, kdy se únava dostaví, je u každého jiná (Václavík et al., 1986). Únavu můžeme obecně rozdělit na únavu psychickou a únavu tělesnou (Lal & Craig, 2001). Psychická únava ovlivňuje únavu tělesnou a také naopak. Na řidiče působí jak únava mentální, tak fyzická a je přímo zodpovědná za chyby, jichž se může dopustit i poměrně zkušený řidič, které poté mohou vyústit až k vzniku dopravní nehody. Únavu řidiče mohou negativně ovlivnit následující faktory:

- délka řízení;
- jednotvárná a monotónní jízda s nedostatkem stimulů z okolního prostředí (Thiffault & Bergeon, 2002);
- nepravidelná pracovní doba řidiče, jízda v nočních, nebo časných ranních hodinách a přepracovanost řidiče (Hancock, & Verwey, 1997);
- délka řízení, nedostatek odpočinku (Williamson, Freyer, & Friswell, 1996);
- úzkost a emocionální stav, osobnost a temperament (Lal & Craig, 2001);
- celkový fyzický stav;
- nemoc, bolestivé stavy;
- druh pozemní komunikace, zejména jízda po dálnicích, nebo slinících pro motorová vozidla (Ting, Hwang, Doong, & Jeng, 2008);
- vysoká hustota a komplikovanost silničního provozu spojená s často nevhodným a rizikovým chováním ostatních účastníků silničního provozu;
- nevhodné stravování a nedostatečný přísun tekutin;
- časový pres během řízení vozidla, způsobený například charakterem vlastní řidičovy práce – dodržování jízdního řádu, dodržení sjednaných termínů nakládky a vykládky materiálu a zboží, špatným časovým naplánováním trasy ze strany zaměstnavatele a pod.;
- psychický tlak způsobený jednak vysokou mírou zodpovědnosti řidiče za zdraví a život přepravovaných osob a také povinností přesně dodržovat bezpečnostní přestávky při současném nevyhovujícím stavu dopravní infrastruktury, která by to umožňovala;
- vysoká hustota silničního provozu a nutnost neustálé koncentrace na ni;

- povětrnostní podmínky, déšť, sníh, mlha a specifické vlivy ročních období spojené například s oslňujícím sluncem, jízda za snížené viditelnosti s možností oslňování protijedoucími vozidly;
- nedostatek pohybu a fyzické aktivity při práci, při současném psychickém přetížení;
- vliv teploty okolního prostředí. U řidičů motocyklů závisí vliv okolního počasí na vybavenost řidiče vhodným oblečením, u ostatních řidičů je to teplota uvnitř vozu.

Všechny tyto negativní vlivy výrazným způsobem ovlivňují řidičův pohybový systém a mohou být pocíťovány na škále od drobného nepohodlí, přes píchání a pobolívání svalů až k závažným poruchám funkce pohybového aparátu.

2. 4 Poruchy funkčnosti pohybového aparátu u řidičů motorových vozidel

Jak již bylo zmíněno působí na řidiče celá řada negativních faktorů, které se buď primárně, nebo sekundárně projevují ve zvýšené zátěži pohybového aparátu řidiče, zejména jeho statické části. Jednou ze základních možností snížení této zátěže je ergonomicky vyvážená poloha řidiče, která by umožňovala co nejmenší energetické výdaje organismu na statickou koordinaci tj. udržování vlastního sedu. „Pod pojmem pohybová koordinace rozumíme pak harmonickou a co možná ekonomickou součinnost výkonné složky pohybového systému, garantovanou jeho složkou řídicí“ (Čermák, Chválová, Botlíková, & Dvořáková, 2000, 32). Pokud je pohyb prováděn ergonomicky se správnou koordinací jsou svaly nutné pro provedení opakovaného pohybu zapojovány s postupnou gradací a svaly, které se pohybu neúčastní jsou v útlumu. Pokud je ale pohyb prováděn špatným způsobem, pak se při jeho provedení zapíná příliš mnoho svalů a to navíc ve špatném pořadí a s nevyváženou intenzitou, takže mnoho sil vytvořených svaly se navzájem vyruší a pohyb pak není prováděn ekonomicky. To nevádí při provedení jednoho, nebo několika málo pohybů, ale při dlouhodobě opakovaném provádění stále stejných pohybů, navíc v pozici sedu, kdy je statické zatížení největší, dochází k zvýšenému namáhání svalů a k poruše statických vzorců což vede k svalové dysbalanci (Richter & Hebgen, 2011). Velkou roli zde hraje také bolestivost svalů. Pokud je sval přetížen je bolest prvním signálem, že něco není v pořádku. Bolest vede k oslabení svalu, což dále podpoří vznik vadného držení těla. Vzhledem k tomu, že u většiny kloubů lidského těla pracují svaly tonické a fázické ve dvojicích jako antagonisté, pak oslabení jednoho svalu vyvolá jako reflexní odezvu stažení druhého svalu (Bursová, 2005). Tím se naruší jemná svalová rovnováha zajišťující ergonomicky vyvážené držení těla, což dále vede k vzniku patologických pohybových vzorců. Tato zprvu pouze funkční porucha

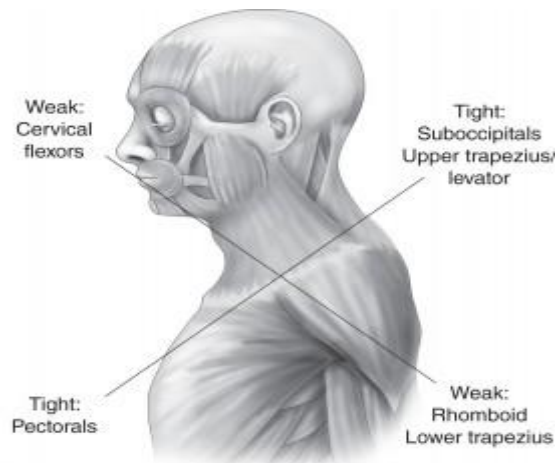
začne postupně přetěžovat i další struktury pohybového aparátu a tak se bude velkou mírou podílet na dalším rozvoji degenerativního procesu (Smíšek & Smíšková, 2005). Vytvoří se pomyslný bludný kruh, kdy svaly s tendencí ke zkrácení nadále zvyšují svou hyperaktivitu – ještě větší zkrácení, zatímco svaly s tendencí k ochabnutí nadále více ochabují (Dostálová & Aláčová, 2006). Vzniká svalová dysbalance.

2. 4. 1 Vliv Svalových dysbalancí

Pokud mezi svaly na opačných stranách kloubů nepanuje dobrá shoda a jeden z nich nabude převahu, jehož příčinou bývá většinou nevhodné funkční zatížení ať už z hlediska nadměrných nebo naopak nedostatečných funkčních nároků na pohybový systém vzniká svalová nerovnováha – dysbalance. To co zpočátku bylo pouhou nerovnováhou antagonistů vyplývající ze špatné distribuce svalového tonu, posléze může přejít k strukturální změně vazivové složky svalu, který se už potom nedokáže uvolnit a nakonec tato situace může vyústit k rozvoji dalších patologických projevů jako jsou například entezopatie, vertebrogenní poruchy, artróza atd. (Čermák, Chválová, Botlíková, & Dvořáková, 2000).

Svalové dysbalance bývají spojovány zejména s vadným držením těla a nejčastěji je můžeme diagnostikovat mezi přední a zadní částí těla (Tichý, 2000). Svalové dysbalance se objevují v zásadě ve velmi podobných kombinacích a i když se mohou u jedinců lišit v detailech, najdeme je zpravidla na stejných místech. V oblasti krční páteře bývá svalová dysbalance mezi zkrácenými hlubokými extenzory šíje a oslabenými hlubokými flexory šíje, nerovnováhou mezi stejnostranným sternocleidomastoideem a levatorem scapulae, zkrácením mm. scaleni, m. longus colli a m. longus capitis oproti oslabeným postvertebrálním extenzorům. Vliv na tuto oblast může mít zejména vadný způsob sezení, předsunuté držení hlavy, horní typ dýchání, emocionální nestabilita apod. (Obrda & Šulcová, 2002; Rolf, 1997). Pro pravidelně se vyskytující charakteristické kombinace zkrácených a oslabených svalů v oblasti ramenního a pánevního pletence, zavedl Janda označení „zkřížený syndrom“ (Janda, 1982). Byly popsány tři základní zkřížené syndromy: horní, dolní a vrstvý zkřížený syndrom.

Horní zkřížený syndrom (obrázek 4) zahrnuje zkrácené prsní svaly, suboccipitální svaly a levator scapulae a ochabnuté krční flexory, mm. rhomboidei a dolní a střední část m. trapezius.



Obrázek 4. Horní zkřížený syndrom podle Jandy (in Muscle imbalance syndromes, 2013)

U dolního zkříženého syndromu (obrázek 5) je nepoměr mezi zkrácenými flexory kyčle (m. iliopsoas, m. rectus femoris) a bederními vzpřimovači páteře na jedné straně a ochabnutými břišními svaly a m. gluteus maximus na straně druhé. Vrstvový syndrom se vyznačuje pravidelně se střídajícími oblastmi (vrstvami) hypertrofických a oslabených svalů. U tohoto syndromu dochází k dysbalanci mezi oblastmi oslabenými a oblastmi hypertrofickými a hypertonickými (Obrda & Šulcová, 2002).



Obrázek 5. Dolní zkřížený syndrom podle Jandy (in Muscle imbalance syndromes, 2013)

Z obecného hlediska svalové dysbalance omezují rozsah pohybu a také negativně ovlivňují držení těla, a s tím spojené statické postavení páteře. Spolu s tím, že není možné optimální provedení pohybu je pak výsledkem diskomfort a bolestivost v jednotlivých přetěžovaných oblastech (Haladová & Nechvátalová, 2003). Tyto oblasti jsou pak častým výskytem spoušťových bodů (trigger points, TRP), které nejen že nadále zvyšují bolestivost v postižené svalovině, ale způsobují myofasciální bolesti na místech poměrně vzdálených od místa výskytu TRP (Finandová & Finando, 2004).

2. 4. 2 Spoušťové body a přenesené myofasciální bolesti

V případě nadměrného přetěžování svalů dochází k jejich chronické kontrakci a také k ovlivnění dalších orgánových soustav (snížené zásobení buněk živinami, zhoršený odtok lymfy, snížené inervaci). Ve svalu jsou hmatné provázky nadměrně zkrácené svaloviny, na kterých je možné nalézt místa s největší citlivostí (bolestivostí) na dotek. Podle Travellové, Simonse a Simonsové (1999) jsou tyto body charakterizovány jako nadměrně dráždivá místa na napjatých pružících kosterního svalstva, vyskytující se ve svalové tkáni a v přidružených fasciích. Spoušťové body se vyznačují dvěma základními znaky: motorickou dysfunkcí postiženého svalu a senzoricou abnormalitou, která je primárně charakterizována bolestí (Ferguson & Gerwin, 2005). Tyto body vyvolávají bolest nejen ve svém těsném okolí, ale také spouštějí myofasciální bolestivost i na velmi vzdálených místech lidského těla. Rozeznáváme spoušťové body latentní a aktivní. Latentní spoušťové body vyvolávají ztuhlost a ochablost postižených svalů, a tak limitují plný rozsah pohybu v kloubu, který tyto svaly ovládají a liší se tak od aktivních spoušťových bodů tím, že nevyvolávají přímo přenesenou bolest. Bolest se objeví pouze při jejich aktivaci, nebo přímém stlačení. Aktivaci je možné vyvolat například mechanickým podrážděním, vadným držením těla, zvýšenou psychickou zátěží, podchlazením, onemocněním vnitřních orgánů nebo následkem viróz. Finandová (2008) za nejčastější vyvolávající činitel považuje zejména nadužívání nebo přetížení svalu. Nadužívání pak definuje jako stav, kdy daný sval vykovává stále dokola stejnou práci stejným způsobem. Ferguson a Gerwin (2005) považují za dominantní vliv na vznik spoušťových bodů úlohu metabolického stresu, a to zejména ischemii svalu. Sekundárním důvodem k výskytu spoušťových bodů může také být jiný zásadní patologický proces. Jako příklad uvádí Huguenin (2004) výskyt spoušťových bodů v m. quadratus lumborum jako důsledek iritace lumbárního disku, nebo výskyt spoušťových bodů v m. gluteae při patologickém nálezu v oblasti kyčelního kloubu. Aktivní spoušťové body pak způsobují myofasciální bolest buď ve svém okolí, nebo bolest přenášejí na vzdálená místa. Klinický význam spoušťových

bodů dle Rychlíkové (1997) spočívá v tom, že mohou udržovat celý bolestivý oblouk i po odstranění funkční poruchy nebo po odeznění základního onemocnění. Myofasciální spoušťové body nejsou jediná bolestivá místa, která můžeme na těle nalézt. Jedná se o bolestivé body na okostici, kloubních pouzdrech, úponech šlach a vazů a dokonce o body přímo ve svalech. Na rozdíl od spoušťových bodů však u nich chybí charakteristický tuhý pruh ve svalovém snopečku a tyto body by se pak neměly označovat jako trigger points – spoušťové body, ale jako tender points – bolestivé body (Lewit, 2003). I tento bolestivý bod může v některých případech způsobovat přenesenou bolest a často je vztahově propojen se svalovým spoušťovým bodem. Podobně jako u spoušťových bodů může být jeho výskyt podmíněn přetěžováním daných kloubů, nebo svalů (Chaitow, 2003). Protože pohybový aparát u řidiče motorového vozidla je v závislosti na době strávené za volantem vystavován poměrně velkým zátěží, je důležité tuto zátěž vhodně kompenzovat, a tak zabránit vzniku spoušťových a bolestivých bodů.

2.5 Kompenzace negativních vlivů

Při aktivním životním stylu nepředstavuje krátké jednorázové použití motorového vozidla pro pohybový systém řidiče žádný větší problém. Je to jen jeden z řady faktorů, se kterým se musí pohybový systém během dne vyrovnat. Pokud se jedná ale o řidiče, který preferuje spíše sedavý životní styl a jehož pohybový systém je už tak primárně přetěžován, pak spolu s dalšími faktory, jako je například onemocnění jiných tělesných systémů, zvýšené psychické zatížení nebo špatné stravovací návyky, může i několik hodin strávených za volantem v rušném provozu (zejména pro někoho, kdo na to není zvyklý) vyvolat velkou únavu a z toho plynoucí nebezpečí. Omezení negativního dopadu různých faktorů působících na řidiče během jízdy jejich vhodnou kompenzací se ukazuje jako nejefektivnější, pokud bude kompenzace pojata celostně a postihne tak více oblastí života řidiče. Kompenzační mechanismy můžeme zařadit buď po dobu vlastní jízdy s vozidlem, nebo je zařadíme před jízdou nebo po jízdě.

Kompenzační faktory zařazené před samotnou jízdou s vozidlem:

- dostatečný odpočinek, zejména délka a kvalita spánku výrazně ovlivňují rychlý nástup únavy a s ní spojená nebezpečí (McCartt, Rohrbaugh, Hammer, & Fuller, 2000);
- znalost správné manipulace s břemeny vzhledem k pohybovému systému;

- zajištění správné polohy těla během odpočinku (matrace, polštáře), při spánku musí být páteř ve svém přirozeném tvaru, jak v poloze na zádech, tak i na boku (Hnízdil, Šavlík, & Beránková, 2005);
- dostatečné naplánování trasy a dostatečná časová rezerva;
- výběr spolucestujících, akceptování faktorů plynoucích z charakteru spolucestujících, protože spolucestující mají velký vliv na chování řidiče, zejména na jeho psychickou složku (Hu, Xie, Han, & Ma, 2012).

Kompenzační faktory během jízdy s vozidlem zahrnují několik základních oblastí a to zejména:

1. Poloha těla při řízení a omezení vadných pohybových stereotypů
 - a. výběr vozidla s dostatečnou možností nastavení sedadla řidiče a ovládacích prvků;
 - b. zaujmutí ergonomicky správné pozice během řízení, popřípadě využití kompenzačních pomůcek (polštářky, externí bederní podpěry apod.);
 - c. vědomé provádění ergonomicky správných pohybových stereotypů při různých činnostech související s řízením vozidla tak, aby energetický výdej a následné zatížení zúčastněných svalů bylo co nejmenší (Larsen, Larsenová, & Hartelt, 2010);
 - d. správné nastupování a vystupování z vozu nebude zatěžovat bederní páteř, je zde zvýšené nebezpečí radikulárního dráždění (Gúth, Srdošová, Čelko, & Zálešáková, 2000).
2. Vyváženost mezi námahou a odpočinkem
 - a. co nejčastěji, když vozidlo zastaví, lehce změnit polohu těla, například otočit hlavou ze strany na stranu, pokrčit rameny, zavrtět se v sedadle, aby se přerušil stálý tonus zúčastněných svalů a tím se předešlo statickému přetěžování (Daviesová, 2008);
 - b. dodržování bezpečnostních přestávek při řízení auta větším než 1 – 2 hodiny;
 - c. u řidičů, kteří mají bezpečnostní přestávky ze zákona (475/2001, AETR, 561/2006, 168/2002), pamatovat na vyplnění těchto přestávek krátkým protažením, procházkou, popřípadě zařazení krátké cvičební sestavy;
 - d. pamatovat na pravidelnou dovolenou.

3. Snížení úrovně stresu a omezení zvýšeného svalového napětí při řízení vozidla
 - a. vědomé uvolňování svalů paží a ramenního pletence;
 - b. prohloubené dýchání;
 - c. kontrola myšlenkových pochodů; dle Hermana (2008) převládající obsah myšlení určuje chování jedince, z toho vyplývá skutečnost, že negativní vzorce myšlení se promítají do chování řidiče a tak se podílejí na jeho úrovni stresu.
4. Odpovídající životospráva řidiče
 - a. správné stravování, vyvážený příjem potravy;
 - b. pitný režim, zejména s ohledem na počasí;
 - c. vhodné oblečení a obuv při řízení vozidla;
 - d. volba vhodné teploty v kabině vozidla;
 - e. při plánování trasy zahrnout bezpečnostní a regenerační přestávky a také přestávky na občerstvení a hygienu – při jízdě s vozidlem tyto plány podle potřeby modifikovat a dodržovat.
5. Snížení zátěže očí
 - a. způsob sledování provozu;
 - b. uvolňování okohybných svalů v přestávkách.

Kompenzační faktory zařazené po jízdě se mohou jednak týkat vlastní zátěže vyvolané jízdou s motorovým vozidlem, a také mohou být součástí aktivního životního stylu.

1. kompenzační cvičení zaměřené na nejvíce zatěžované svaly během řízení;
2. alternativní techniky pro uvolnění šíjových svalů a svalů obličeje;
3. meditativní techniky pro odstranění dopadů psychického napětí a zvýšené pozornosti;
4. přiměřený a pestrý pohyb zařazený v průběhu týdne pro zlepšení fyzické kondice a psychické pohody jako například plavání, kalanetika, jógová cvičení, běh, chůze (Hnízdil, Šavlík, & Beránková, 2005);
5. využití masáží a jiných balneologických procedur.

3 CÍLE

Hlavní cíl:

Hlavním cílem práce je navrhnout metodické postupy pro použití adekvátních uvolňovacích, protahovacích a posilovacích cviků a dalších alternativních technik a doporučení (relaxační cvičení, akupresura apod.), které mají preventivní i terapeutický význam, vedou ke snižování zátěže pohybového systému řidiče motorového vozidla ve smyslu jeho optimalizace či stabilizace při řízení různých druhů motorových vozidel.

Dílčí cíle:

1. Srovnání jednotlivých druhů motorových vozidel vzhledem k možnostem nastavení optimální pracovní polohy řidiče a jejich specifického vlivu na zátěž pohybového ústrojí řidiče daného motorového vozidla.
2. Vymezení nejvíce zatěžovaných svalových skupin řidičů u jednotlivých druhů motorových vozidel.
3. Návrh kompenzačních technik – způsoby kompenzace zatížení pohybového ústrojí řidičů u různých druhů motorových vozidel.

Výzkumné otázky:

Jaké jsou zásadní rozdíly v zátěži pohybového aparátu u řidičů osobních automobilů, nákladních automobilů, autobusů, traktorů a motocyklů?

Jaké prvky prevence zátěže pohybového aparátu jsou u jednotlivých vozidel nejvhodnější?

4 METODIKA

Autor v práci provedl analýzu možnosti seřízení a ergonomicky efektivního nastavení sedadla a pracovního prostoru řidiče u těchto druhů vozidel:

1. osobní automobil;
2. nákladní automobil;
3. autobus;
4. traktor;
5. motocykl.

Dalším úkolem bylo provedení analýzy zatížení pohybového systému u výše jmenovaných vozidel pomocí goniometrických měření v hlavních kloubech lidského těla. Porovnání způsobu zatížení pohybového systému u různých druhů motorových vozidel pak dává řidičům možnost vybrat si vhodnou kompenzační techniku, a tím efektivně kompenzovat vzniklou zátěž pohybového ústrojí .

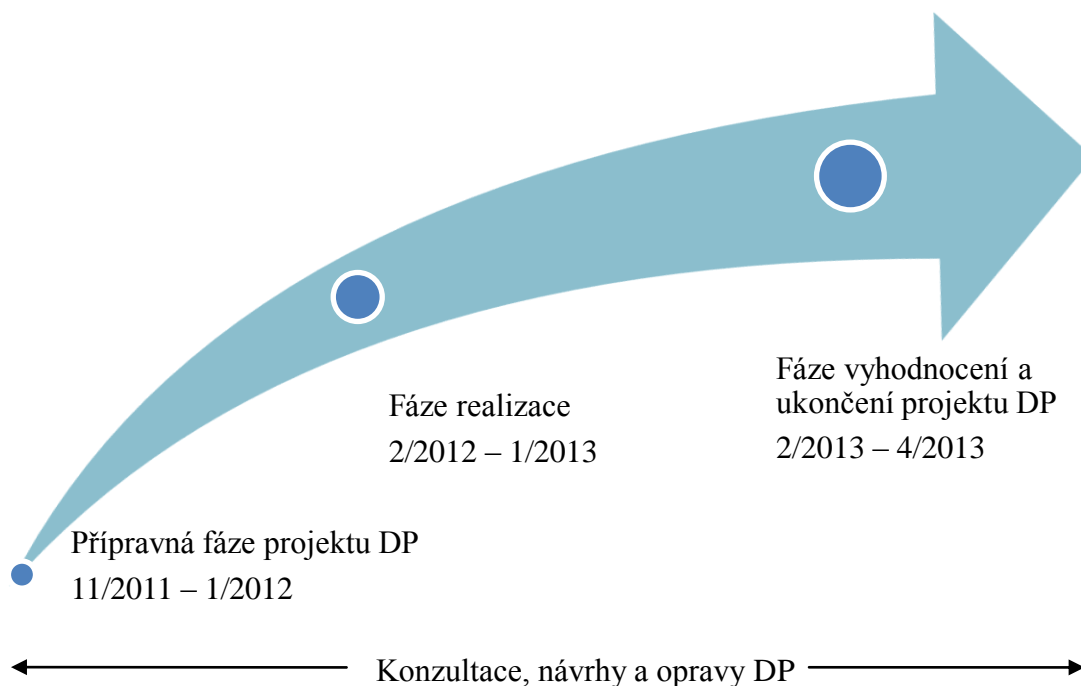
Vzhledem k autorovým dlouholetým zkušenostem v oblasti výuky řízení všech druhů motorových vozidel a zároveň v oblasti rehabilitace a fyzioterapie byly kromě knižních a internetových zdrojů využity i autorovy osobní zkušenosti.

4. 1 Použité metody a časový harmonogram zpracování práce

V diplomové práci byly použity následující techniky:

1. Analytické.
2. Komparativní.
3. Přímého pozorování.
4. Introspektivní.
5. Metoda záměrného výběru – byla použita vzhledem k velké variabilitě značek a výrobců motorových vozidel na základě dat získaných od sdružení dovozců a výrobců automobilů a motocyklů, kdy bylo zvoleno vozidlo, které je v České republice nejprodávanější a tedy v největším počtu zastoupeno mezi řidiči.

Časový harmonogram zpracování diplomové práce



4. 2 Metodika analýzy sedadel různých druhů motorových vozidel

Za účelem provedení analýzy možnosti seřízení a nastavení sedadel u různých druhů motorových vozidel bylo pomocí záměrného výběru vybráno z každé hlavní skupiny motorových vozidel vozidlo s největším počtem nových registrací v dané kategorii za rok 2012 podle dat Svazu dovozců automobilů (SDA). SDA uvádí jako nejprodávanější vozidla jednotlivých kategorií za rok 2012 tyto vozidla:

Tabulka 1. Nejvíce prodávaná vozidla v ČR za rok 2012 dle druhů a značek

Automobily M1	1. Škoda Octavia	12,80 %
	2. Škoda Fabia	8,24 %
	3. Hyundai i30	2,80 %
Automobily N2+N3	1. Mercedes-Benz	20,90 %
	2. Daf	18,63 %
	3. MAN	15,63 %
Autobusy M2+M3	1. SOR	31,19 %
	2. Irisbus	24,35 %

	3. Mercedes-Benz	12,03 %
Traktory T1–T4	1. John Deer	20,21 %
	2. New Holland	12,68 %
	Zetor	12,05 %
Motocykly	1. Honda	10,88 %
	2. Yamaha	5,48 %
	3. Maxon	5,22 %

U osobních automobilů byly vybrány modely škoda Octavia a škoda Fabia, u nákladních automobilů vozidlo Mercedes-Benz, u autobusů vozidlo SOR, u traktoru John Deer a motocykly zastupovala značka Honda. Motocykly byly, jak je uvedeno v kapitole 2. 1, rozděleny podle polohy zaujímané řidičem na motocykly sportovní, standardní a skútry.

Hodnocení jednotlivých sedadel bylo upraveno dle Gilbertové a Matouška (2002), kteří uvádí tyto požadavky na správné sedadlo řidiče:

1. Sedací plocha

- a. Čalounění – vhodné spíše tužší čalounění, drsnější povrch, který umožní lepší stabilizaci sedícího – 1 bod.
- b. Tvar sedadla
 1. Přední okraj sedadla zaoblený – 1 bod.
 2. Samotná sedací plocha anatomicky řešená s důrazem na podporu hrbolů kostí sedacích – 2 body.
 3. Vyvýšení zadního okraje sedací plochy zlepšuje fixaci pánve, tvar sedadla by měl podpořit sezení s dolními končetinami lehce od sebe – 2 body.
- c. Hloubka sedadla
 1. Sedadlo má podpírat 2/3 stehna – 1 bod, pokud je možnost seřízení – 2 body.
 2. Horizontální posun nastavitelný v rozsahu do 15 cm – 1 bod, 15–20 cm – 2 body, více než 20 cm – 3 body.
- d. Sklon sedadla – doporučený sklon je 6–10° dozadu, nižší sklon vede ke sklouzávání trupu dopředu, příliš vysoký sklon podporuje sklopení pánve

dozadu a tím nutí páteř do ohnutí – fixní sklon v rozmezí 6–10° – 1 bod, sklon sedadla nastavitelný v tomto rozmezí – 2 body.

- e. Vertikální nastavení sedadla – vertikální nastavení spolu se změnou sklonu sedadla – 1 bod, vertikální nastavení beze změny sklonu sedadla – 2 body.

2. Zádová opěra

a. Tvar opěry

1. Opěrná plocha opěry má být souvislá – 1 bod.
 2. Správný anatomický tvar opěry, nejdůležitější správná opora bederní páteře a oblasti pánve a kyčle – 2 body.
 3. Střed bederní opěry má být umístěn přibližně 5 cm nad hřebenem pánevních kostí; doporučují se opěry nastavitelné – správné umístění středu bederní opěry – do 20 cm od plochy sedadla – 1 bod, 20 cm a více – 2 body, nastavitelná bederní opěra – plus 1 bod, nastavitelná bederní opěra ve více bodech – plus 2 body.
 4. Zvýšené boční okraje opěry zajišťují boční stabilitu sedu – 1 bod; nastavitelné zvýšení bočních okrajů – 2 body.
- b. Sklon opěry – seřizovatelný, umožňující nastavit úhel přibližně 10–20° od vertikály a úhel mezi trupem a stehny přibližně 110° – 1 bod.
 - c. Opěrka šíje a hlavy – čalouněná a nastavitelná v rovině horizontální i vertikální – čalouněná opěrka hlavy – 1 bod, nastavitelná opěrka hlavy v rovině vertikální – plus 1 bod, nastavitelná opěrka hlavy v rovině horizontální – plus 1 bod.

3. Volant

- a. Optimální průměr volantu činí 3,5–4 cm, nižší vede k jeho křečovitému držení – 1 bod.
- b. Možnost nastavení výšky volantu a jeho vzdálenosti od řidiče – 2 body.

4. Pedály – symetrické umístění pedálů vzhledem k mediální rovině těla – 1 bod.

5. Bezpečnostní pásy – možnost seřízení kotevního úchytu pásu – 1 bod.

6. Odpružení sedačky – sedačka odpružena pneumaticky, či jiným způsobem – 1 bod; aktivní nízko frekvenční sedačka – plus 1 bod.

7. Loketní opěra pro pravou ruku – 1 bod, pro minimalizování statického přetěžování m. trapezius a omezení tlaku na meziobratlové ploténky (Harrison et al., 2000).

Každému parametru byl přidělen odpovídající počet bodů. Při ideálně konstruovaném sedadle, tedy konstruovaném na 100 % dle ergonomických zásad, je počet bodů 36. Jednotlivá analyzovaná sedadla byla pak porovnávána k tomuto ideálu. Závěrem bylo provedeno grafické porovnání jednotlivých druhů vozidel, kde jsou výsledky analýzy jednotlivých sedadel pro přehlednost rozděleny pouze do tří hledisek:

- sedací plocha;
- zádová opěra;
- celkové hodnocení.

Uvedená metodika se nemohla použít u kategorie motocyklů, kde z důvodu nemožnosti nastavení výšky sedadla a vzdálenosti od řidítek (výjimku tvořil motocykl Honda CBF 600S), nebylo možné jednotlivé motocykly z tohoto hlediska hodnotit.

4.3 Metodika určení nejvíce zatěžovaných tělesných segmentů při řízení různých druhů motorových vozidel

Pro analýzu způsobu zatížení pohybového systému u různých druhů motorových vozidel bylo nutné porovnat postavení trupu a jednotlivých končetin u každého hodnoceného druhu vozidla samostatně. Pozice řidiče u jednotlivých druhů vozidel byla porovnávána s ideální ergonomickou pozicí a korigovaným sedem dle Gilbertové a Matouška (2002), doporučenou pozicí při řízení vozidla dle Harrisona et al. (2000). S přihlédnutím k svalovým dysbalancím popsanými Jandou (1982), Čermákem, Chválou, Botlíkovou a Dvořákovou (2000), Obrdou a Šulcovou (2002) byla získaná data introspektivně analyzována a konfrontována s teoretickými znalostmi týkající se psychologie řidiče a stresových faktorů, které uvádí Havlík (2005). Získané informace pak vedly k určení nejvíce zatěžovaných svalů, nebo svalových skupin u jednotlivých druhů vozidel což umožnilo vybrat specifické techniky vhodné pro kompenzaci zátěže pohybového systému u jednotlivých vozidel.

Pro určení jednotlivých úhlů byla použita metoda planimetrická – plošná. Pro vlastní měření byl použit goniometr Gima CE 0068. Při měření byly dodržovány hlavní zásady dle Obrdy a Šulcové (2002):

- střed úhloměru přiložen na střed vyšetřovaného kloubu;

- úhloměř přikládán v lehkém dotyku s tělem na zevní straně kloubu;
- proměřitelná odchylka v měření je 5°, maximální odchylka použitého goniometru byla 1°;
- naměřené hodnoty byly zaokrouhleny podle matematických zákonů na číslo dělitelné pěti;
- měření prováděl stejný pracovník;
- ve všech vozidlech bylo pro průkaznost měření prováděno na stejné osobě, muž, sportovní postavy, výška 175 cm.

U řidiče byly měřeny tyto úhly:

- ramenní kloub, úhel mezi humerem a trupem;
- loketní kloub, úhel mezi humerem a radiem;
- kyčelní kloub, úhel mezi trupem a femurem;
- kolenní kloub, úhel mezi femurem a tibií;
- hlezenní kloub, úhel mezi ploskou chodidla a tibií.

Naměřené údaje byly porovnány s optimálním úhlem v jednotlivých kloubech, které jsou pro měřené klouby tyto (Gilbertová a Matoušek, 2002; Harrison et al., 2000):

1. ramenní kloub – 15°
2. loketní kloub – 130°
3. kyčelní kloub – 110°
4. kolenní kloub – 110°
5. hlezenní kloub – 100°

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5. 1 Možnosti nastavení optimální pracovní polohy řidiče u jednotlivých vozidel

Možnosti optimálního ergonomického nastavení sedadel byly analyzovány u osobního a nákladního automobilů, autobusu a traktoru.

5. 1. 1 Možnosti nastavení polohy řidiče u osobních automobilů

V kategorii osobních automobilů uvádí Svaz dovozců automobilů (SDA) za nejprodávanější vozidla roku 2012 vozidla Škoda Octavia a Škoda Fabia. Za účelem přiměřeného porovnání jednotlivých vozidel byla zvolena vozidla přibližně stejné výbavy – modelové označení Ambiente.

Tabulka 2. Sedadlo řidiče u vozidla Škoda Octavia

Sedací plocha	čalounění		1
	tvar sedadla	přední okraj	1
		sedací plocha	2
		zadní okraj	2
	hloubka sedadla	velikost	1
		horizontální posun	3
	sklon sedadla		0
vertikální nastavení		2	
Zádová opěra	tvar opěry	souvislost opěry	1
		anatomický tvar	2
		bederní opěra	2
		boční okraje	1
	sklon opěry		1
	opěrka šíje a hlavy		3
Volant	průměr volantu		1
	nastavitelnost		2
Pedály	symetrické umístění		1
Bezpečnostní pás	seřiditelnost kotevních úchytů		1
Odpružení sedadla	pneumatické nebo jiné odpružení		0
	aktivní nízkofrekvenční sedačka		0
Loketní opěra	přítomnost loketních opěr		0
Součet bodů			27

Pro analýzu ergonomické nastavitelnosti sedadla řidiče bylo použito vozidlo Škoda Octavia 1,9 TDI Ambiente rok výroby 2012. U tohoto vozidla bylo zjištěno velmi kvalitní anatomické provedení tvaru sedadla. Vozidlo získalo 27 bodů což odpovídá hodnotě 75 % vzhledem k ergonomicky ideálnímu sedadlu. Nastavitelná vzdálenost a výška volantu spolu s vertikálním posunem sedadla umožňuje řidiči zaujmout ergonomicky poměrně výhodnou pozici. Horizontálně i vertikálně nastavitelná opěrka hlavy zajišťuje dobrou podporu krční páteře a také její ochranu v případě nárazu. Sedadlo je vybaveno základní seřizovatelnou bederní opěrou, jejíž nevýhodou je, že vrchol zakřivení bederní opěry je umístěn příliš nízko. U řidiče, který měří 175 cm, byl tento vrchol zakřivení umístěn přibližně v úrovni hřebenů kostí pánevních. Gilbertová a Matoušek (2002) uvádějí jako ideální umístění středu zakřivení bederní opěry 5 cm nad hřebeny pánevních kostí. Dle našeho názoru se tímto zhorší možnost přizpůsobení profilu zádové opěry anatomickému tvaru bederní páteře řidiče.

Tabulka 3. Sedadlo řidiče u vozidla Škoda Fabia

Sedací plocha	čalounění	1	
	tvar sedadla	přední okraj	1
		sedací plocha	2
		zadní okraj	2
	hloubka sedadla	velikost	1
		horizontální posun	3
	sklon sedadla		0
vertikální nastavení		2	
Zádová opěra	tvar opěry	souvislost opěry	1
		anatomický tvar	2
		bederní opěra	2
		boční okraje	1
	sklon opěry		1
opěrka šíje a hlavy		2	
Volant	průměr volantu	1	
	nastavitelnost	2	
Pedály	symetrické umístění	1	
Bezpečnostní pás	seřiditelnost kotevních úchyťů	1	
Odpružení sedadla	pneumatické nebo jiné odpružení	0	
	aktivní nízkofrekvenční sedačka	0	
Loketní opěra	přítomnost loketních opěr	0	
Součet bodů		26	

Pro druhé hodnocení bylo použito vozidlo Škoda Fabia Ambiente 1,2 htp rok výroby 2011. Celkové hodnocení tohoto vozu je 26 bodů, to je 72,22 % oproti ergonomicky ideální konstrukci sedadla řidiče. Předností tohoto modelu sedadla je jeho anatomické tvarování sedací plochy i zádové opěry. Kvalitní horizontální posun sedadla spojený se seřizovatelným volantem dává tak řidiči možnost zaujmout ergonomicky velmi dobrou polohu v průběhu řízení vozidla. Střed zakřivení bederní opěry je sice umístěn v odpovídající výši, ale absence možnosti nastavení bederní opěry tuto skutečnost poněkud znehodnocuje. U řidičů s jinou výškou než 175-185 cm nebude vrchol zakřivení bederní opěry podporovat anatomické proporce bederní páteře řidiče. To se pak může projevit zvýšeným namáháním pohybového systému v bederní oblasti těla řidiče. Další nevýhodou této sedačky je absence možnosti horizontálního seřízení opěrky hlavy. Při ergonomicky správném nastavení sedačky je řidičova hlava vzdálena od opěrky hlavy přibližně 5 cm, což vede k zhoršeným možnostem relaxace krční páteře během jízdy. Umístění pedálů není také zcela symetrické vzhledem k mediální rovině těla řidiče, nicméně vozidlo je vybaveno odpočinkovým místem pro řidičovu levou nohu, které je již umístěno ergonomicky správně.

Možnosti správného ergonomického seřízení sedadel u osobních automobilů se oproti starším vozům výrazně zlepšily (Janásek, 2011), ale přesto zde můžeme nalézt ještě několik nedostatků:

- příliš nízké umístění vrcholu zakřivení bederní opěry, popřípadě nedostatečné možnosti jejího seřízení;
- scházející horizontální seřiditelnost opěry hlavy a její nedostatečné vertikální nastavení u řidičů vyšších 195 cm, opěra hlavy je pak umístěna příliš nízko a neposkytuje krční páteři řádnou ochranu;
- malý prostor pro dolní končetiny, který by umožňoval jejich variabilní umístění během jízdy, a tím také snižoval statickou zátěž na pohybový systém řidiče a omezoval vznik bolesti v oblasti kolen zejména při delší době řízení vozidla (Chen et al., 2004);
- absence nastavitelné loketní opěry pro snížení zátěže meziobratlových plotének a minimalizaci zatížení m. trapezius (Harrison et al., 2000).

5. 1. 2 Možnosti nastavení polohy řidiče u nákladního automobilu

V kategorii nákladních automobilů Svaz dovozců automobilů uvádí za nejprodávanější nákladní vozidla značky Mercedes-Benz. Vzhledem k této skutečnosti bylo námi vybráno

nákladní vozidlo Mercedes-Benz actros MP3 roku výroby 2011. Jedná se o moderní tahač návěsu vybavený automatickou převodovkou. Vzhledem k větší době strávené za volantem a delší životnosti vozu oproti osobním automobilům, zejména co se týká počtu ujetých kilometrů, lze očekávat kvalitněji vybavenou sedačku než u osobních vozidel.

Tabulka 4. Sedadlo řidiče u vozidla Mercedes-Benz Actros MP3

Sedací plocha	čalounění		1
	tvar sedadla	přední okraj	1
		sedací plocha	2
		zadní okraj	2
	hloubka sedadla	velikost	2
		horizontální posun	3
	sklon sedadla		2
vertikální nastavení		2	
Zádová opěra	tvar opěry	souvislost opěry	1
		anatomický tvar	2
		bederní opěra	4
		boční okraje	2
	sklon opěry		1
opěrka šíje a hlavy		2	
Volant	průměr volantu		1
	nastavitelnost		2
Pedály	symetrické umístění		1
Bezpečnostní pás	seřiditelnost kotevních úchytů		0
Odpružení sedadla	pneumatické nebo jiné odpružení		1
	aktivní nízkofrekvenční sedačka		0
Loketní opěra	přítomnost loketních opěr		1
Součet bodů			33

Analyzovanou sedačku bylo možno velmi dobře ergonomicky nastavit. Vyznačovala se velmi kvalitním anatomickým provedením a splňovala všechny podmínky stanovené Gilbertovou a Matouškem (2002) pro ideální ergonomické nastavování sedací plochy, kde na rozdíl od osobních automobilů bylo možné nastavit i sklon sedadla vzhledem k horizontální rovině a to v rozmezí 6–14°. Zádová opěra byla souvislá s opěrou hlavy zabudovanou v sedačce tak, aby i osoba vysoká 200 cm byla touto opěrou chráněna. Při hodnocení získala tato sedačka 33 bodů což je 91,66 % ideálu. Velmi dobře je zde ošetřena oblast bederní opěry, kdy díky plynulému pneumatickému dvoubodovému nastavení bylo možno bederní opěru nastavit jak ve směru horizontálním, tak ve směru vertikálním.

Oproti jiným hodnoceným sedačkám zde navíc byla možnost plynulého nastavení velikosti zvýšení bočních okrajů opěry zad, které zajišťují boční stabilitu sedu. Sedačka byla pneumaticky odpružená s možností plynule regulovat tvrdost odpružení. Sedadlo bylo také vybaveno loketní opěrou na pravé straně, což sníží statické zatížení meziobratlových plotének, a také sníží přetěžování m. trapezius. V porovnání s ideálním ergonomickým nastavením sedadla zde byly zaznamenány tyto nedostatky:

- nemožnost výškového seřízení kotevního úchyty bezpečnostního pásu, to se může projevit u řidičů, kteří nemají výšku okolo 175–185 cm, a to zejména v oblasti komfortu jízdy, případně při nárazu těla do bezpečnostních pásů (dopravní nehoda), kdy může hrozit pohmoždění ramene, nebo krku;
- nemožnost horizontálního nastavení opěrky hlavy; zhoršená možnost relaxace krční páteře během jízdy s vozidlem, a s tím související větší zatížení pohybového systému v této oblasti;
- chybějící aktivní nízkofrekvenční sedačka; pokud vezmeme v úvahu, že u tohoto vozidla se nepředpokládá pohyb v terénu, není tento prvek tolik důležitý.

Výše zmíněné nedostatky byly firmou Mercedes-Benz odstraněny v modelové řadě 2012, kdy byl na trh uveden nový koncept kabiny spolu s přepracovaným pracovním prostorem řidiče. Nový pracovní prostor se nyní vyznačuje větším prostorem pro dolní končetiny, širší sedačkou a spolu s výškově stavitelným kotevním úchytem bezpečnostních pásů je v sedadle integrováno i pneumatické seřizování opěrky hlavy v horizontálním směru (obrázek 6). Tato sedačka je navíc vybavena loketní opěrou i na levé straně a její hodnocení bylo námi odhadnuto na 97,22 %. U nadstandardní výbavy je dokonce možné tuto sedačku vybavit i funkcí „masáže zad“.



Obrázek 6. Nový koncept ergonomického sedadla (Mercedes-Benz, 2012)

5. 1. 3 Možnosti nastavení polohy řidiče při řízení autobusu

V kategorii autobusů uvádí Svaz dovozců automobilů za nejprodávanější typ autobusu vozidla značky SOR. Proto bylo námi vybrán městský autobus SOR C 9.5 rok výroby 2008. Vzhledem k době, kterou řidič autobusu stráví za volantem lze očekávat lepší možnosti seřízení sedadla než u osobních automobilů, zhruba v úrovni možností seřízení sedadla u nákladních automobilů.

Tabulka 5. Sedadlo řidiče u autobusu SOR 9.5

Sedací plocha	čalounění		1
	tvar sedadla	přední okraj	1
		sedací plocha	1
		zadní okraj	1
	hloubka sedadla	velikost	1
		horizontální posun	3
	sklon sedadla		2
vertikální nastavení		2	
Zádová opěra	tvar opěry	souvislost opěry	1
		anatomický tvar	1
		bederní opěra	1
		boční okraje	1
	sklon opěry		1
opěrka šíje a hlavy		3	
Volant	průměr volantu		1
	nastavitelnost		2
Pedály	symetrické umístění		1
Bezpečnostní pás	seřiditelnost kotevních úchytů		0
Odpružení sedadla	pneumatické nebo jiné odpružení		1
	aktivní nízkofrekvenční sedačka		0
Loketní opěra	přítomnost loketních opěr		0
Součet bodů			25

Původní předpoklad o srovnatelných možnostech nastavení sedadla autobusů a nákladních automobilů se nepotvrdil. Ačkoliv autobusy SOR patří mezi nejprodávanější vozidla tohoto druhu v ČR a výrobce firma Libchavy s.r.o. se neustále snaží o inovace a zdokonalování svých modelových řad, získalo ergonomické nastavení sedadla u tohoto vozidla pouhých 25 bodů tj. 69,44 %. Vzhledem k ergonomicky ideálně nastavitelnému sedadlu, patří tak možnosti ergonomického nastavení sedadla řidiče u autobusu SOR 9.5 spíše k podprůměrným. I když je sedadlo vybaveno základními možnostmi nastavení výšky,

vzdálenosti od pedálů a sklonu zádové opěry, postrádáme zde moderní trendy ve formě anatomického tvaru sedačky (obrázek 7), nevhodně tvarované oblasti bederní opěry s vrcholem zakřivení bederní opěry příliš nízko a dále nemožnost její regulace. Absence loketních opěr zvýší zátěž m. trapezius, a také zvýší statické zatížení na meziobratlové disky. Je zde patrné, že oproti firmě Mercedes-Benz, má firma Libchavy s.r.o. handicap nejen ve velikosti a zázemí firmy, ale i v podobě krátké doby trvání firmy (byla založena v roce 1991 a s výrobou autobusů započala v roce 1995). Firma své úsilí zaměřuje především na vývoj technického zařízení než na zvyšování komfortu řidiče. Základní nedostatky u autobusu SOR C 9.5:

- nedostatečně anatomicky tvarované sedadlo řidiče – oblast sedáku, vyvýšení zadního okraje sedáku, schází podpora sezení s dolními končetinami od sebe;
- nedostatečně anatomicky řešený tvar zádové opěry, zejména bederní oblast, nemožnost seřizování;
- absence seřízení kotevního úchyty pásu;
- absence loketních opěr.



Obrázek 7. Pracovní prostor řidiče autobusu SOR C 9.5 (Libchavy s.r.o., 2013)

I když je značka SOR nejprodávanější na trhu, není možné podle vybavenosti jejich vozidel hodnotit všechny autobusy. Pro srovnání autobusy Mercedes-Benz, které jsou na třetím místě v objemu prodaných autobusů za rok 2012 (SDA, 2013) mají již od pouhého pohledu podstatně lépe anatomicky řešenou sedačku, která je vybavena i loketní opěrou

(obrázek 8). Přesto těchto typů autobusů bude v celkovém počtu menšina a autobusy se tak z hlediska ergonomického nastavení sedadla řidiče budou řadit spíše k těm hůře vybaveným.



Obrázek 8. Pracovní prostor řidiče autobusu Citaro (Mercedes-Benz, 2013)

5. 1. 4 Možnosti nastavení polohy řidiče při řízení traktoru

Nejprodávanější značkou traktorů v roce 2012 byli traktory značky John Deere. Vzhledem k tomu, že traktorů John Deere je celá řada modelů, a každý z nich se může lišit svou vybaveností a možnostmi ergonomického nastavení sedadla, byl vybrán model John Deere 8320 jako zástupce nejvyšší řady.

Tabulka 6. Sedadlo řidiče u Traktoru John Deere 8320

Sedací plocha	čalounění		1
	tvar sedadla	přední okraj	1
		sedací plocha	1
		zadní okraj	1
	hloubka sedadla	velikost	1
		horizontální posun	2
	sklon sedadla		1
vertikální nastavení		2	
Zádová opěra	tvar opěry	souvislost opěry	1
		anatomický tvar	2
		bederní opěra	3
		boční okraje	1
	sklon opěry		1
opěrka šíje a hlavy		(3)	

Volant	průměr volantu	1
	nastavitelnost	2
Pedály	symetrické umístění	1
Bezpečnostní pás	seřiditelnost kotevních úchytů	(1)
Odpružení sedadla	pneumatické nebo jiné odpružení	1
	aktivní nízkofrekvenční sedačka	1
Loketní opěra	přítomnost loketních opěr	1
Součet bodů		25 (29)

Výsledky prezentované na tomto modelu tvoří pomyslný strop toho nejlepšího ergonomického vybavení, které firma John Deer řidičům traktorů nabízí. Aby bylo možné srovnávat ergonomické nastavení sedadla u tohoto typu traktoru s ostatními druhy vozidel, je zapotřebí upravit několik specifických parametrů. Vzhledem k relativně menší rychlosti pohybu (do 40-ti km za hodinu) a nutnosti dostatečného výhledu vzad není traktor John Deer 8320 vůbec vybaven bezpečnostními pásy a opěrkou hlavy. Zato je vybaven možností otáčení sedadla okolo svojí osy nutných pro ergonomicky správné posazení při různých pracovních činnostech. Z tohoto důvodu byly body za bezpečnostní pásy a opěrku hlavy přičteny, jako by je toto vozidlo mělo. Traktor John Deer 8320 (rok výroby 2002) získal v upraveném hodnocení 29 bodů tj. 80,56 %. Ze základních ergonomických parametrů má nedostatečné parametry tyto:

- nedostatečně anatomicky tvarovaná sedací plocha;
- menší horizontální posun sedadla;
- chybějící seřízení horizontálního sklonu sedadla;
- schází vícebodové seřízení bederní opěry, které by umožnilo lepší anatomické přizpůsobení opěry zad.

Mezi ergonomicky pozitivní faktory zde patří ještě nadstandardně velký pracovní prostor řidiče, zejména oblast pro dolní končetiny (obrázek 9).

Obrázek 9. pracovní prostor řidiče traktoru John Deer 8320 (John Deer, 2013)

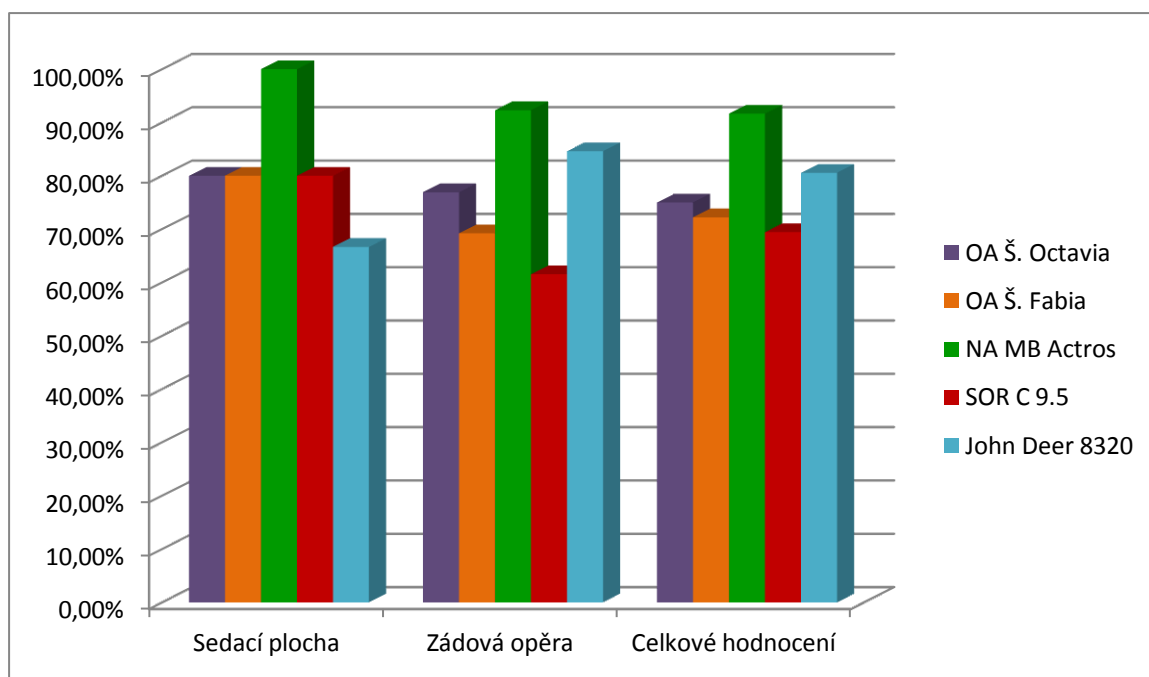


5. 1. 5 Ergonomie sedadel u různých druhů motorových vozidel

Provedená analýza možností ergonomického nastavení sedadel prokázala, že nákladní vozidla mají nejlepší možnosti ergonomického nastavení sedadel než ostatní druhy vozidel. Výrobci těchto vozidel spolu s výrobci traktorů také jako první přinášejí do praxe nové trendy v ergonomii sedadel a možností jejich nastavení. Jako příklad uvádíme zavádění loketních opěrek na obou stranách sedadla řidiče. Na důležitost tohoto ergonomického prvku poukazoval již Harrison (2000), ale teprve nové ergonomické sedadlo vozu Mercedes-Benz modelové řady 2012 jej přináší do praxe. Analýza také potvrdila neustálý trend ve zkvalitňování pracovního prostoru řidiče, a tím snižování zátěže jeho pohybového systému. Poněkud překvapivé bylo umístění autobusů na posledním místě. To poukazuje na silné ekonomické tlaky působící na výrobce nových vozidel.

Jednotlivé druhy vozidel jsou podle této analýzy dle možností ergonomického nastavení sedadla seřazeny takto (obrázek 10):

1. nákladní automobily
2. traktory
3. osobní automobily
4. autobusy



Obrázek 10. Porovnání možností ergonomického seřízení sedadla u jednotlivých druhů vozidel

5. 2 Analýza rozdílů v zátěži pohybového systému při řízení různých druhů motorových vozidel

Pro určení způsobu zatížení pohybového systému u různých druhů motorových vozidel bylo nutné porovnat konkrétní polohu řidiče jednotlivých vozidel. Tato poloha je určena úhlovou hodnotou v jednotlivých hlavních kloubech lidského těla. Tato hodnota byla porovnána k optimálnímu kloubnímu úhlu v daném kloubu. Podle Tichého (2005) by klouby pro jejich maximální uvolněnost měly být ve středním postavení, kdy jsou všechny svaly, nebo svalové skupiny, které na kloub působí, v silové rovnováze a co nejvíce relaxované. Tato střední poloha kloubu však mění vzhledem k výchozí pozici, kterou je ve vozidle sed, a proto jsou některé optimální úhly v kloubech jiné než je velikost tohoto úhlu.

Tichý (2005) uvádí pro ramenní kloub střední polohu, tedy polohu nejvíce relaxovaných svalů, 80°. Aaras (1994) určuje, že pro nejmenší zatížení svalů či svalových skupin by flexe v ramenním kloubu měla být méně než 15° a abdukce v ramenním kloubu méně než 10°. Harrison et al. (2000) zmiňuje, že mnoho řidičů sevře volant v horní polovině, a tak jsou paže a ramena ve stavu relaxovaného zavěšení. I když bude flexe v ramenním kloubu větší než 15°, nebudou svaly paže a ramenního pletence příliš přetěžovány. Přesto si myslíme, že flexe v ramenním kloubu větší než 15° může snadněji vést k mimovolnému přizvednutí ramen a loktů, a tím k zvýšené kontrakci m. trapezius, m. deltoideus a svalů rotátorové manžety,

zejména díky vlivu stresorů působících na řidiče při řízení vozidla v hustějším silničním provozu (Havlík, 2005). Z těchto důvodů byl optimální úhel v ramenním kloubu stanoven na 15°.

Loketní kloub, vzhledem k požadavkům aby volant byl vzdálen od řidiče ve vzdálenosti 2/3 natažené paže, má optimální úhel 130° (Gilbertová a Matoušek, 2002). Při úhlu mezi rádiem a humerem okolo 180° dochází k větší aktivizaci svalů paže a ramen. Při úhlu menším než 90° se zvyšuje zatížení loketního kloubu a aktivizaci svalů paže.

Úhel mezi stehenní kostí a trupem by se měl pohybovat okolo 110° (Gilbertová a Matoušek, 2002). Větší úhel vede k předsunutému držení hlavy a přetěžování oblastí krční páteře a hlavových kloubů, nižší sklon vede zvyšuje axiální zatížení páteře a přenos vibrací. Harrison et al. (2000) oproti tomu uvádí jako ideální úhel trup-stehna 100°, přičemž nepovažuje nárůst axiálního zatížení oproti úhlu 110° za významný v případě, pokud bude u sedadla použita loketní opěra. Jako optimální úhel jsme mezi trupem a stehny zvolili 110°, v případě využití loketních podpěr by se optimální úhel pohyboval mezi 110–100°.

Optimální úhel v kolenním kloubu stanovil Harrison et al. (2000) na 138°. Podle našeho názoru záleží také na výšce sedačky, která pak velikost tohoto úhlu ovlivní. Rozdílný úhel v kolenním kloubu bude také mezi pravou a levou dolní končetinou vzhledem k řízení vozidla, kdy pravá dolní končetina musí stále držet plynový pedál (neplatí u traktorů, kde je také ruční plyn). Pokud vezmeme v úvahu, že levé chodidlo by během sedu mělo spočívat na podlaze celou plochou, pak optimální úhel bude okolo 110° (Gilbertová a Matoušek, 2002). Výhodu budou mít také vozidla vybavená tempomatem, kdy při jízdě na dlouhé vzdálenosti řidič nemusí držet plynový pedál a pravá noha může měnit svou polohu.

Úhel v hlezenním kloubu by se pak vzhledem k plosce nohy položené na podlaze, měl pohybovat okolo 100°.

Je zřejmé, že řidič by neměl, pokud mu to situace dovolí, setrvávat ve stále neměnné poloze a měl by ji dynamicky měnit. Proto jsou výše uvedené hodnoty ve skutečnosti proměnné a mohou se lišit. Pro porovnání polohy řidiče v jednotlivých vozidlech jsou ale tyto úhly nezbytným východiskem.

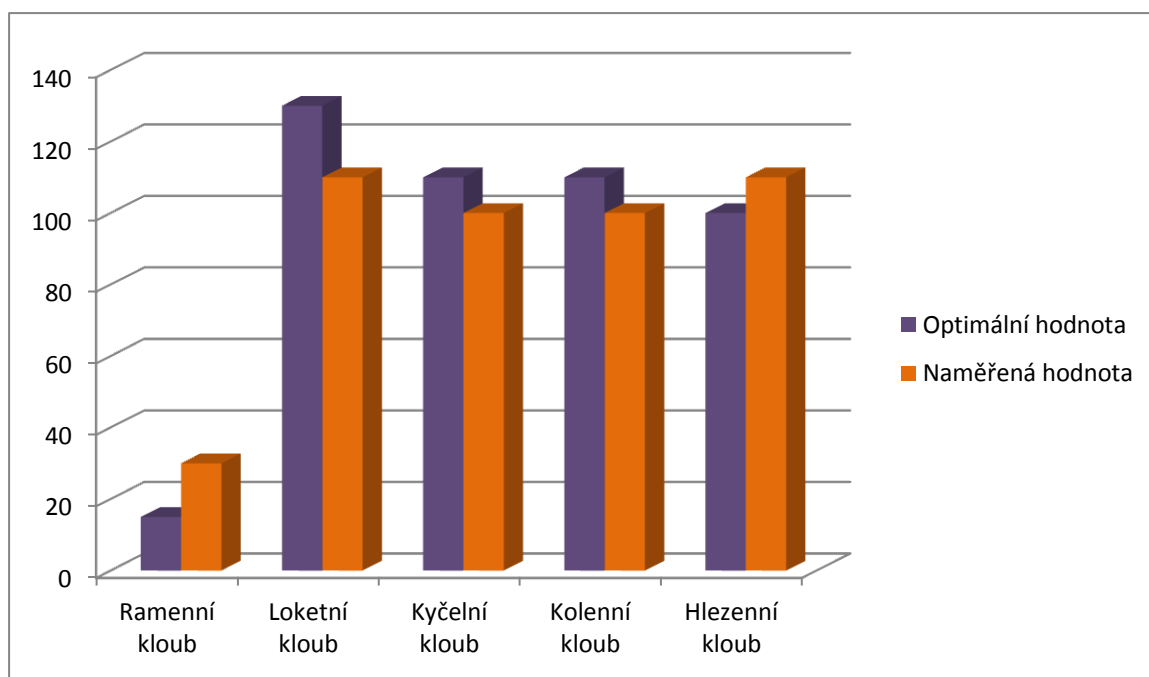
5. 2. 1 Poloha řidiče osobního automobilu

Pro určení polohy řidiče bylo použito vozidlo Škoda Fabia 1,2 htp Ambiente rok výroby 2011. Tabulka 7 ukazuje hodnotu naměřených úhlů v jednotlivých kloubech.

Tabulka 7. Naměřené hodnoty v jednotlivých kloubech u řidiče osobního automobilu

měřený kloub	úhel	optimální hodnota
ramenní	30°	15°
loketní	110°	130°
kyčelní	100°	110°
kolenní	100°	110°
hlezenní	110°	100°

Z naměřených hodnot (obrázek 11) je patrné, že pozice řidiče u osobního vozidla sice nedosahuje zcela optimálních hodnot, ale zase se o nich příliš neliší. Úhel ramenního kloubu je zde dvojnásobný oproti doporučenému optimu, ale při relaxovaném držení rukou v horní části volantu by to nemuselo být na závadu. Pokud by řidič tuto polohu paží držel bez uvolnění může docházet k přizvednutí ramen, a s tím spojeným předsunem hlavy. Pak by docházelo k přetěžování m. trapezius (horní část), hlubokého šijového svalstva, m. levator scapulae, frontální části m. deltoideus, m. sternocleidomastoideus a také k ochabování hlubokých flexorů hlavy ve větší míře než při relaxovaném držení. Vzhledem k velikosti úhlů v kolením, kyčelním a hlezenním kloubu bude docházet vzhledem k ostatním vozidlům k průměrnému zatěžování jejich vazivových částí. Obecně bude docházet k většímu zatěžování posturálních svalů v okolí páteře, zkracování hamstringů, flexorů kyčle a m. triceps surae. V této pozici také může docházet k oslabování mezilopatkových svalů, svalů břišních a hýžd'ových (Gilbertová a Matoušek, 2002).



Obrázek 11. Porovnání úhlu v měřených kloubech u osobního vozidla s jejich optimální hodnotou

5. 2. 2 Poloha řidiče nákladního automobilu

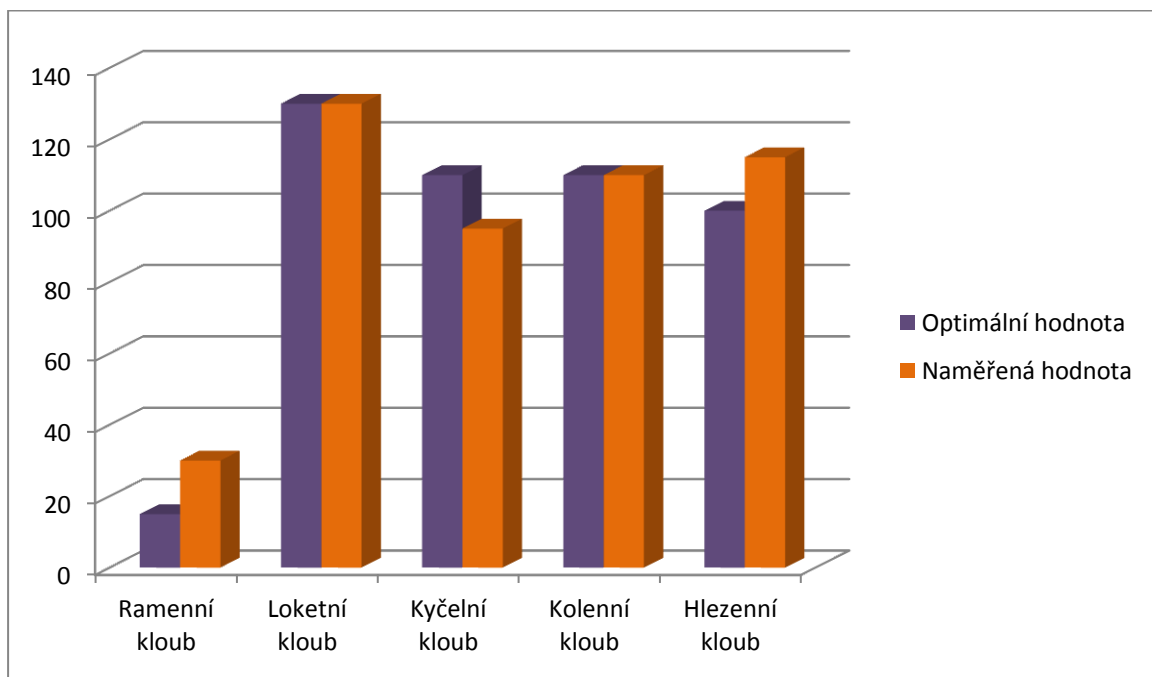
Pro měření bylo použito nákladní vozidlo Mercedes-Benz Actros rok výroby 2011. V tabulce 8 můžeme vidět hodnotu naměřených úhlů v jednotlivých kloubech.

Tabulka 8. Naměřené hodnoty v jednotlivých kloubech u řidiče nákladního automobilu

měřený kloub	úhel	optimální hodnota
ramenní	30°	15°
loketní	130°	130°
kyčelní	95°	110°
kolenní	110°	110°
hlezenní	115°	100°

Z uvedené tabulky vyplývá, že loketní a kolenní kloub jsou v optimálním postavení. Hlezenní kloub je ve větší plantární flexi. To ale nemusí být na závadu vzhledem k velkému pracovnímu prostoru, který umožňuje dostatečný pohyb levé dolní končetiny. Pokud by končetina setrvala v tomto postavení dlouhodobě, lze předpokládat zvýšenou zátěž vazů hlezenního kloubu a zkracování m. triceps surae. Úhel v kyčelním kloubu naznačuje

vzpřímenější postavení trupu a s tím spojené větší axiální zatížení meziobratlových disků. To je částečně kompenzováno kvalitním pneumatickým odpružením sedačky. Při této poloze je omezený předsun hlavy a tím je v menší míře zatěžována oblast krční páteře a hlavových kloubů. Ramenní kloub je ve stejném postavení jako u osobního vozidla, takže lze opět předpokládat přetěžování horní části m. trapezius. Vzhledem k většímu úhlu v loketním kloubu nebude řidič nucen pozvedávat ramena, a tím přetěžovat m. levator scapulae a při zvýšené abdukci a vnitřní rotaci i svaly rotátorové manžety. V případě použití nového typu sedačky (Mercedes-Benz 2012, přídatné loketní opěry) lze při stejné pozici v kyčelním kloubu očekávat výraznější omezení axiálního zatížení meziobratlových disků a také omezení zátěže m. trapezius (Harrison et al., 2000). Detailní porovnání optimální a měřené polohy uvádí obrázek 12.



Obrázek 12. Porovnání úhlu v měřených kloubech u nákladního vozidla s jejich optimální hodnotou

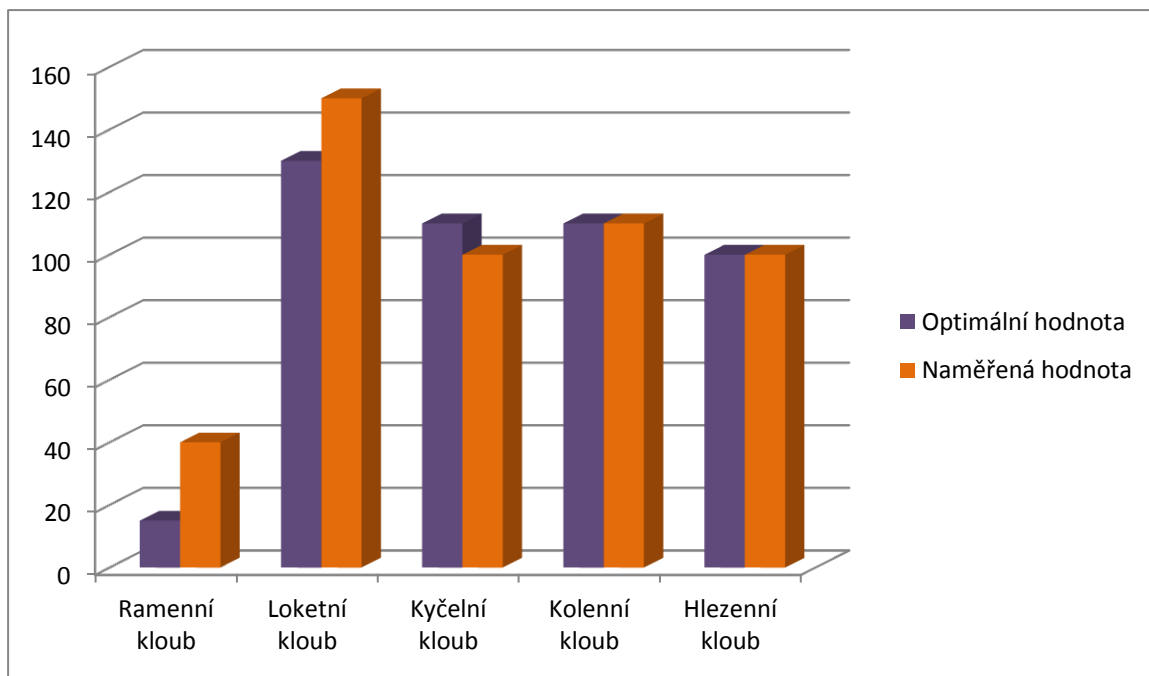
5. 2. 3 Poloha řidiče autobusu

Pro měření byl použit autobus SOR C9.5 roku výroby 2008. Tabulka 9 ukazuje naměřené úhly v jednotlivých kloubech a jejich optimální hodnotu.

Tabulka 9. Naměřené hodnoty v jednotlivých kloubech u řidiče autobusu

měřený kloub	úhel	optimální hodnota
ramenní	40°	15°
loketní	150°	130°
kyčelní	100°	110°
kolenní	110°	110°
hlezenní	100°	100°

Naměřené hodnoty ukazují optimální úhly v kolenním a hlezenním kloubu, o 10° menší úhel v kyčelním kloubu. Příliš velký úhel v ramenním a loketním kloubu povede k přetěžování oblasti krční páteře a může vést k pozvedávání ramen během jízdy, které ještě více přispěje k přetížení této oblasti. Z tohoto pohledu nejvíce zatěžované svaly jsou m. trapezius horní část, m. levator scapulae, m. deltoideus, m. supraspinatus a svaly rotátorové manžety. Příliš napnutý loket bude mít vliv na větší zatížení m. triceps brachii. Úhel v kyčelním kloubu je o 10° pod optimem, což může přispět k zvýšené axiální zátěži meziobratlových destiček. To by mohlo být kompenzováno kvalitním anatomicky řešeným sedadlem s odpovídajícími možnostmi nastavení v bederní oblasti. Bohužel právě u tohoto typu vozidla je anatomický tvar sedačky a možnost nastavení bederní oblasti zcela nedostatečně řešena, proto můžeme předpokládat zvýšené zatížení v oblasti bederní páteře. Pracovní prostor pro dolní končetiny je poměrně dostačující a umožňuje úplnou extenzi v kolenním kloubu, která je důležitá při jízdách na delší vzdálenost pro uvolnění vazivových částí kolenního a hlezenního kloubu. Obrázek 13 ukazuje srovnání mezi jednotlivými naměřenými údaji a optimální polohou kloubů.



Obrázek 13. Porovnání úhlu v měřených kloubech u autobusu s jejich optimální hodnotou

5. 2. 4 Poloha řidiče traktoru

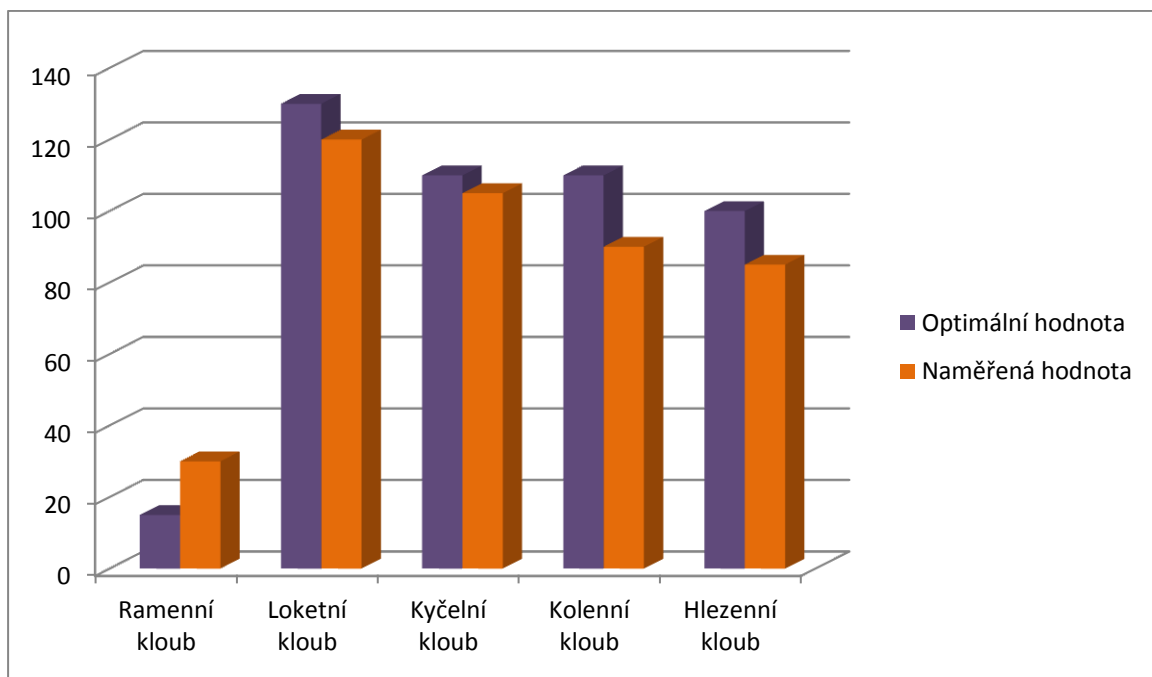
Měření bylo provedeno na traktoru John Deer 8320, který byl roku výroby 2003. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10. Naměřené hodnoty v jednotlivých kloubech u řidiče traktoru

měřený kloub	úhel	optimální hodnota
ramenní	30°	15°
loketní	120°	130°
kyčelní	105°	110°
kolenní	90°	110°
hlezenní	85°	100°

U řidiče traktoru lze předpokládat, že se bude pohybovat v náročnějším terénu, a proto bude pohybový systém zatěžován více ze strany nárazů a vibrací. Tento faktor byl u zkoumaného vozidla poměrně dobře eliminován typem sedačky, která nejen že měla pneumatické pérování, ale byla vybavena i nízkofrekvenční aktivní sedačkou, která na hydraulické bázi eliminuje drobné nárazy a pohyby vozidla. Dalším rozdílem oproti

ostatním vozidlům byla možnost nastavení ručního plynu, a tím uvolnění pravé nohy během jízdy. Protože při řazení jednotlivých rychlostí řidič nemusel používat spojkový pedál (vozidlo vybaveno specifickým druhem převodovky) dolní končetiny tím nebyly nuceny setrvávat ve vynucených polohách. Pracovní prostor pro dolní končetiny byl v případě jízdy bez spolujezdce velmi dobrý a řidič mohl měnit polohu dolních končetin ve velkém rozsahu od úplné extenze v kolenním kloubu po úplnou flexi. Z tohoto důvodu nejsou údaje o velikosti úhlu v kolenním a hlezenním kloubu příliš směrodatné, protože je řidič může v průběhu jízdy libovolně měnit. Úhel v kyčelním kloubu ve spolupráci s možností nastavení bederní opěry a s využitím loketních opěr bude snižovat zatížení bederní oblasti. Vzhledem k postavení paže v ramenním kloubu můžeme opět předpokládat zatěžování m. trapezius horní části, které ale bude díky použití loketních opěr výrazně sníženo (Gilbertová a Matoušek, 2002; Harrison et al., 2000). Porovnání jednotlivých naměřených hodnot s jejich optimální hodnotou ukazuje obrázek 14.



Obrázek 14. Porovnání úhlu v měřených kloubech u řidiče traktoru s jejich optimální hodnotou

5. 2. 5 Poloha řidiče u různých druhů motocyklů

Vzhledem k různorodosti jednotlivých typů motocyklů a rozdílné poloze řidiče při jejich řízení jsme museli vybrat pro porovnání tři základní druhy motocyklů. Na základě informací od firmy Motorsport s.r.o. zastoupené jednatelem Lubomírem Dohnalem týkajících se počtu prodaných motocyklů jednotlivých kategorií, byly vybrány motocykly Honda Vision 110 v kategorii skútr, Honda CBF 125 v kategorii standart a motocykl Honda CBR 600F v kategorii sportovních motocyklů. Motocykly typu chooper dle výše uvedeného zdroje jsou prodávány pouze v omezené míře. Naměřené hodnoty v jednotlivých kloubech jsou uvedeny v tabulce 11.

Tabulka 11. Naměřené hodnoty v jednotlivých kloubech u řidiče různých druhů motocyklů

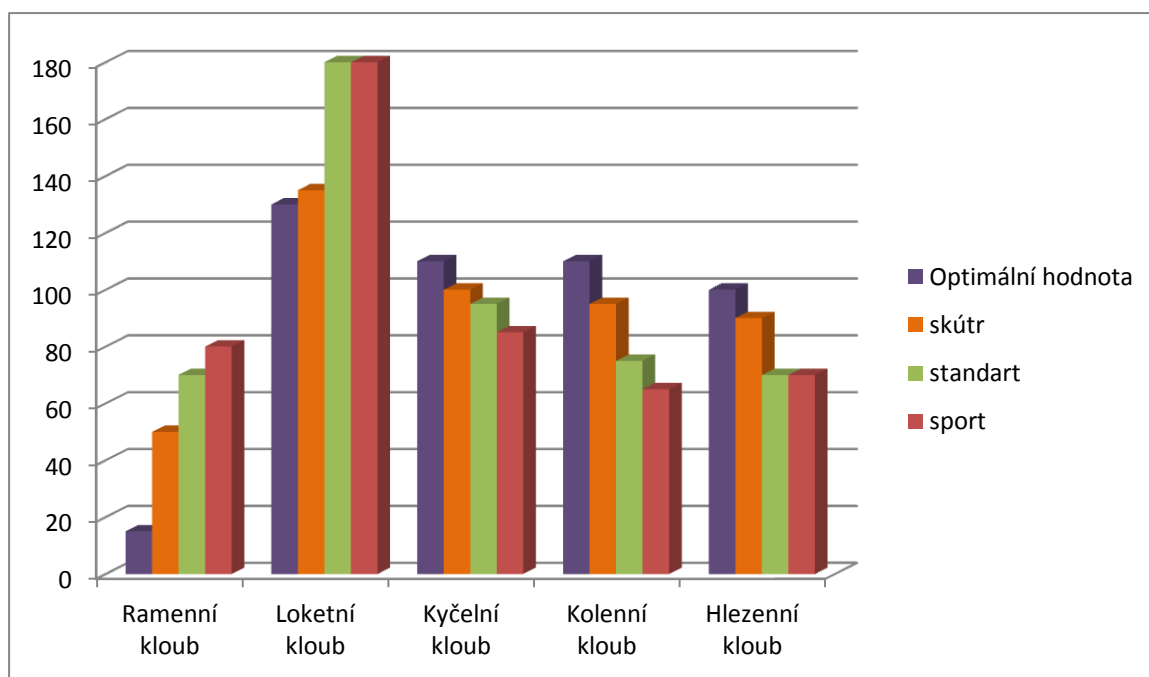
měřený kloub	úhel			optimální hodnota
	skútr	standart	sport	
ramenní	50°	70°	80°	15°
loketní	135°	180°	180°	130°
kyčelní	100°	95°	85°	110°
kolenní	95°	75°	65°	110°
hlezenní	90°	70°	70°	100°

Z uvedených hodnot je zřejmé výrazně odlišné postavení řidiče u jednotlivých kategorií motocyklů. U skútru je poloha řidiče mimo polohu v ramenním kloubu velmi podobná ostatním druhům vozidel, ale má pochopitelně svá specifika. Velký úhel v ramenním kloubu bude způsobovat přetěžování ramenního pletence (Gilbertová a Matoušek, 2002). Zvýšení této zátěže budou přispívat také vibrace řidítek a vynucená poloha zápěstí na řidítkách. Poloha v kyčelním kloubu bude způsobovat axiální zatížení meziobratlových destiček opět umocněné vibracemi stroje. U kolenního a hlezenního kloubu bude díky nemožnosti měnit jejich polohu ve zvýšené míře zatěžována vazivová část těchto kloubů v závislosti na době jízdy, teplotě atd.

U standardního motocyklu je na první pohled patrné zvýšení úhlu v ramenním a loketním kloubu. To povede k velkému zatížení ramenního pletence a spolu se záklonem hlavy i k přetěžování oblasti krční páteře a vazů v oblasti hlavových kloubů. Extenze v loketním kloubu spolu s abdukcí v ramenním kloubu mohou vést k elevaci ramen, a tím k zvýšení zátěže na uvedené části pohybového systému. Při této poloze řidiče může také docházet

k zvýšenému zatěžování m. pectoralis major et minor, a také k rozvoji horního zkříženého syndromu (Janda, 1982). Úhel v kyčelním kloubu by mohl vést k názoru že axiální zatížení meziobratlových plotének bude vyšší. Nicméně řidič nesedí rovně, ale je v předklonu, takže odklon trupu od svislé roviny se bude pohybovat okolo 20°, proto zde výrazné zvýšení neočekáváme. Zvýšená zátěž bude zejména v oblasti přechodu hrudní a bederní páteře, kde při dlouhodobém sezení s předklonem trupu dochází k přetížení vazivového systému (Gilberová a Matoušek, 2002). Úhly v kolenním a hlezenním kloubu indikují zvýšenou zátěž těchto kloubů, zkracování svalů na zadní straně stehna a m. triceps surae.

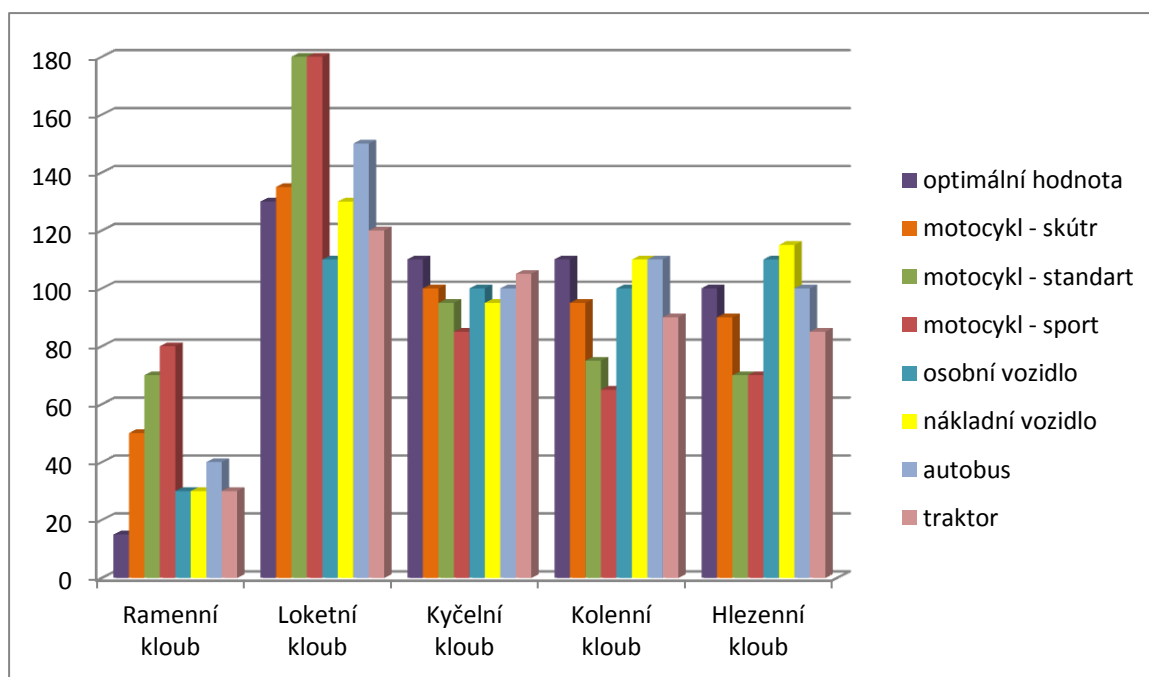
U sportovního motocyklu je poloha řidiče pro dlouhodobou jízdu s vozidlem s ohledem na zátěž pohybového systému zcela nevhodná. Velký úhel v ramenním kloubu, extenze v lokti, záklon hlavy spolu s vibracemi motocyklu vedou k výraznému přetížení horních končetin, pletence ramenního a krční páteře. Nedostatečné úhly v kyčelním kloubu, kolenním kloubu a hleznu povedou k přetěžování vazivových struktur těchto kloubů, a také k zkracování flexorů kyčle, hamstringů a m. triceps surae. Výše uvedené faktory mohou vést k rozvoji horního i dolního zkříženého syndromu (Janda, 1982; Rychlíková, 1997). Tato poloha je také nevhodná vzhledem ke kombinaci zátěže meziobratlových disků, přetížení vazivového systému v oblasti páteře, vibracím motocyklu a nárazům způsobeným jízdou po nerovnostech na silnicích, a může snadno vyústit v hernii disku, radikulární syndrom nebo jiné postižení pohybového systému. Tato poloha také výrazně omezuje správné dýchání a nutí řidiče do horního hrudního typu dýchání, které celou situaci ještě více zhoršuje. Pohybový systém řidiče motocyklu tak může pozitivně ovlivnit pouze vhodně zvolená pasivní kompenzace ve formě kvalitního bederního pásu, a také aktivní kompenzace, jak bude naznačeno dále. Na obrázku 15 je patrný rozdíl v poloze řidiče jednotlivých druhů motocyklů.



Obrázek 15. Porovnání úhlu v měřených kloubech u řidiče různých druhů motocyklů s jejich optimální hodnotou

5. 2. 6 Zatěžování pohybového systému řidiče u různých druhů vozidel

Vzhledem k tomu, že základní charakteristikou všech zkoumaných pozic řidičů během řízení vozidla byl sed, je společným jmenovatelem u všech pozic zatěžování stejných oblastí pohybového systému podobným způsobem. Jak ale ukázala jednotlivá měření dané oblasti pohybového systému nebudou zatěžovány se stejnou intenzitou. Celkovou míru zatížení bude také výrazným způsobem ovlivňovat charakter pracovního prostředí řidiče, zejména možnosti optimálního seřízení sedadla a popřípadě využití moderních elektronických kompenzačních systémů (například nízkofrekvenční aktivní sedačka u traktoru, funkce masáže zad u sedačky atd.). Porovnání naměřených úhlů v jednotlivých kloubech u různých druhů vozidel ukazuje obrázek 16.



Obrázek 16. Naměřené hodnoty u jednotlivých druhů vozidel

Za účelem praktického využití získaných poznatků jsme v tabulce 12 rozdělili hodnocené oblasti zatížení pohybového systému na čtyři funkční části. Údaje o postavení loketního a ramenního kloubu nám spolu s dalšími údaji (postavení trupu, přítomnost loketních opěr atd.) ukazuje úroveň zatížení v oblasti horních končetin (HK), ramenního pletence a krční páteře, údaje o postavení kolenního a hlezenního kloubu nám spolu s dalšími údaji (postavení trupu, úhel v kyčelním kloubu, velikost pracovního prostoru) ukazuje úroveň zatížení v oblasti dolních končetin (DK). Údaje o postavení trupu, úhlu v kyčelním kloubu nám spolu s dalšími údaji (anatomický tvar sedačky, možnosti jejího seřízení, kvalita pérování sedačky) ukazuje úroveň zatížení v oblasti bederní páteře a oblasti kyčelního kloubu. Pokud jsou u vozidla specifické faktory působící na řidiče a negativně ovlivňující jeho pohybový systém, jsou uvedeny v posledním sloupci tabulky 12. Jednotlivé oblasti byly hodnoceny následujícím způsobem:

- 1 – minimální zátěž (vzhledem k porovnávaným vozidlům);
- 2 – malá zátěž;
- 3 – střední zátěž;
- 4 – velká zátěž;
- 5 – maximální zátěž (vzhledem k porovnávaným vozidlům).

Tabulka 12. Velikost zatížení jednotlivých částí pohybového systému u různých druhů motorových vozidel

	oblast HK, ramenního pletence a krční páteře	oblast DK	oblast beder a kyčelních kloubů	specifické faktory
osobní automobil	3	3	3	malý p. prostor
nákladní automobil	1	1	1	–
autobus	3	1	2	nekvalitní sedačka
traktor	2	1	1	technická vybavenost
motocykl – skútr	4	3	4	vibrace
motocykl – standart	5	4	4	vibrace
motocykl – sportovní	5	5	5	vibrace

Nejmenší úroveň zatížení pohybového systému řidiče byla zjištěna u nákladního automobilu. Naměřené hodnoty ukazují optimální polohu v loketním a kolenním kloubu. Poloha v ramenním kloubu a kyčelním kloubu nejsou sice optimální, ale vzhledem k použití loketních opěr byly negativní dopady na pohybový systém výrazným způsobem sníženy. Pracovní prostor řidiče byl hodnocen jako dobrý a umožňoval řidiči měnit polohu levé dolní končetiny od výrazné flexe v kolenním kloubu až po úplnou extenzi. Proto i ne zcela optimální úhel v hlezenním kloubu nebyl na závadu.

Na druhém místě v hodnocení skončil traktor. Nepříznivý vliv vnějšího pracovního prostředí jako je jízda v terénu byl částečně eliminován využitím nízkofrekvenční aktivní sedačky a využitím dalších elektronických systémů. Omezení zátěže m. trapezius a oblasti beder přispívají loketní opěry. Horší hodnocení v oblasti ramenního pletence a krční páteře je způsobeno nepřítomností opěrky hlavy, a tím snížené podpory krční páteře. Velmi dobrý pracovní prostor pro dolní končetiny spolu s faktem, že řidič nemusí při jízdě setrvávat s pravou nohou ve vynucené poloze (využití ručního plynu) vyrovnalo ne zcela optimální hodnoty v kolenním a hlezenním kloubu.

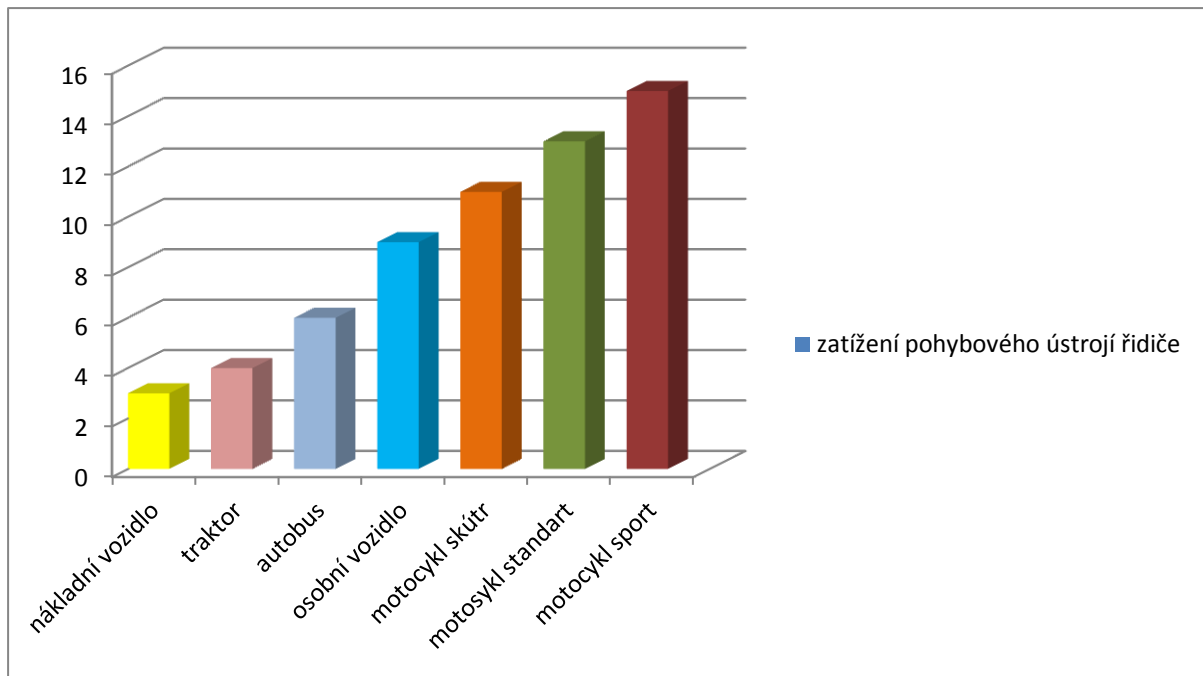
Třetí v pořadí byl hodnocen autobus. Optimální hodnota v kolenním kloubu a hlezenním kloubu spolu s dostatečným pracovním prostorem pro dolní končetiny podporují menší úroveň zatížení pohybového systému v této oblasti. V hodnocení oblasti beder a kyčelního kloubu se projevila nekvalitní sedačka. Vyznačovala se nedostatečným anatomickým

tvarováním a absencí regulovatelné bederní opěry. Oblast HK, ramenního pletence a krční páteře vykazovala větší úhly v ramenním a loketním kloubu ve srovnání s optimem a také absenci loketních opěr. Tyto faktory vedou k zvýšené zátěži na bederní oblast a na m. trapezius.

Čtvrtý v pořadí byl hodnocen osobní automobil. Oblast HK, ramenního pletence a krční páteře vykazovala střední zatížení pohybového systému vzhledem k ostatním vozidlům. Úhly v loketním a ramenním kloubu nedosahovaly optimálních hodnot a dalším nedostatkem byla chybějící loketní opěra a mírný předsun hlavy. V oblasti dolních končetin nedosahovaly naměřené úhly optimálních hodnot, a spolu s nemožností extenze v kolenním kloubu u levé dolní končetiny a malým pracovním prostorem řidiče bylo konstatováno střední zatížení pohybového systému. Oblast beder a kyčelního kloubu byla hodnocena se střední zátěží pohybového systému. Ovlivňujícími faktory byly nepřítomnost seřizování bederní opěry, chybějící odpružení sedadla a absence loketních opěr.

Největší zatížená pohybového systému vykazovaly motocykly. Výrazným faktorem zde byly vibrace vozidla a ve srovnání s ostatními vozidly nedostatečné pérování a odpružení sedadla. Vlastní poloha řidiče bez zádové opěry, velký úhel v ramenních a loketních kloubech spolu s vynucenou polohou rukou na řídicích pákách vedou k výraznému zatížení oblasti HK, ramenního pletence a krční páteře. K tomu přispívá u standardních a sportovních motocyklů předsunutá držení hlavy a také fakt, že hmotnost hlavy je navýšena o hmotnost motocyklové přilby. Vysoké zatížení pohybového systému vykazovaly i další hodnocené oblasti. Velké zatížení beder, kyčelních, kolenních a hlezenních kloubů vykazovaly především standardní a sportovní motocykly. Sportovní motocykly byly hodnoceny jako vozidla s největším zatížením pohybového systému. Aerodynamický tvar, který při jízdě na sportovním motocyklu řidič zaujímá je pro rychlou jízdu nezbytný, ale výrazným způsobem zatěžuje pohybový systém řidiče. To může značnou měrou přispět i k zhoršení koncentrace na jízdu a vzniku dopravních nehod. U motocyklů se navíc oproti ostatním vozidlům zatěžuje i zápěstí řidiče. Při cvičných jízdách téměř 80 % všech řidičů motocyklu poukazovala na zvýšené namáhání zápěstí. Výrazným faktorem, který ovlivňuje zátěž pohybového ústrojí u motocyklů je vliv počasí. I když je tento vliv částečně kompenzován vhodným oblečením, je pravdou, že při jízdě v chladnějším počasí zvláště zpočátku jara a na podzim dochází ke ztuhnutí kloubů a svalů vlivem chladu.

Pořadí jednotlivých vozidel vzhledem k velikosti zátěže ukazuje obrázek 17. Pořadí bylo určeno sečtením bodů přidělených v jednotlivých oblastech pohybového systému konkrétním vozidlům.



Obrázek 17. Pořadí vozidel dle zatížení pohybového ústrojí řidiče

Námi uvedení hodnocení nelze brát z absolutního hlediska. Platí pochopitelně pro hodnocená vozidla, nicméně zůstává otázkou dalšího výzkumu nakolik je to, či ono konkrétní vozidlo typickým zástupcem svého druhu vzhledem ke stáří vozidla, a s tím spojeným anatomickým tvarem sedadla a využitím moderních ergonomických prvků. Osobní vozidla, skútry, standardní a sportovní motocykly a autobusy představují dle našeho názoru jednoho z typických představitelů daného druhu vozidel. U dvou nejlépe hodnocených vozidel, nákladních automobilů a traktorů, je naše hodnocení použitelné zejména v kontextu porovnání s novými a kvalitně vybavenými vozidly. Pokud bychom vzali pro porovnání vozidla méně vybavené, či vozidla starší výroby, bylo by hodnocení těchto vozidel jistě horší. Přesto si myslíme, že vzhledem k trendu snižování průměrného stáří vozidel v silničním provozu a k neustálému vylepšování ergonomie přímého pracovního prostoru řidiče má naše hodnocení odpovídající použitelnost.

5.3 Kompenzace zátěže pohybového systému u řidičů motorových vozidel

Zvýšenou zátěž pohybového systému u řidičů motorových vozidel je možné snížit vhodným použitím kompenzačních metod a technik v závislosti na použitém druhu vozidla (Chris, 2005). Na kompenzaci pohybového systému lze nahlížet z několika hledisek, a pro komplexní přístup je vhodné rozdělit tuto kompenzaci pohybového systému na:

- základní kompenzaci, která zahrnuje využití jednotlivých doporučení a technik bez ohledu na druh vozidla;
- speciální kompenzaci, která zohledňuje specifickou charakteristiku zátěže pohybového systému u jednotlivých druhů vozidel;
- alternativní kompenzaci, která zahrnuje oblast využití méně známých alternativních technik pro snížení zátěže pohybového systému.

5. 3. 1 Základní kompenzace zátěže pohybového systému

Základní kompenzaci je možné rozdělit z hlediska cílené aktivity řidiče na:

- pasívní kompenzaci;
- aktivní kompenzaci;
- doplňkovou kompenzaci.

Pasívní kompenzace představuje soubor opatření, která řidič provádí zejména bezprostředně před jízdou, popřípadě v průběhu jízdy. Do pasívní kompenzace patří:

- výběr vhodného vozidla;
- nastavení optimální pozice pro řízení vozidla pomocí jednotlivých seřizovacích prvků;
- využití korekčních a kompenzačních pomůcek pro dosažení optimální polohy, nebo její modifikace v průběhu jízdy s vozidlem;
- výběr vhodného oblečení a obuvi pro řízení daného druhu vozidla a volba přiměřené teploty v kabině vozidla.

V některých případech můžeme před jízdou ovlivnit typ vozidla, které budeme řídit. V závislosti na době strávenou řízením vozidla a také na počasí, je vhodnější při delších soukromých cestách vzhledem k množství zátěže pohybového systému, využít spíše osobní automobily než motocykly. V případě vozidel z půjčovny, nebo většího firemního vozového parku u nákladních automobilů, autobusů a traktorů je doporučováno zvolit vozidlo s velmi dobře ergonomicky nastavitelnou sedačkou, které je vybaveno moderními elektronickými systémy pro usnadnění obsluhy (tempomat, nízkofrekvenční aktivní sedačka, vedení vozidla podle GPS atd.), a v případě dlouhých cest, nebo při vysokém věku řidiče je výhodnější oproti vozidlům s převodovkou manuální, použít vozidlo s automatickou převodovkou (Porter, 1999).

Před jízdou je nezbytné provést optimální nastavení sedadla pro dosažení ergonomicky nejvýhodnější polohy. Jedná se zejména o optimální vzdálenost od pedálů a volantu, výšku volantu, sklon opěradla, opěrku hlavy, bederní opěru, popřípadě loketní opěru (Gilbertová a Matoušek, 2002; Harrison et al., 2000; Schröter, 2010; Václavík, V. et al., 1986; Vogel et al., 2013).

V případě, že vozidlo nemá možnost seřízení bederní opěry a seřízení opěry hlavy v horizontální rovině do optimální polohy je doporučováno pro její zaujmutí použít externí bederní opěrku a korekci pro opěru hlavy (Gúth et al., 2000).

Poněkud specifickou kategorií výrazně vybočující ze skupiny motorových vozidel jsou bezesporu motocykly. U této skupiny vozidel je možné jen velmi omezené nastavení polohy řidiče, a navíc řidič je v předklonu s kulatými zády bez opěry zad, to vše způsobuje mnohem výraznější zatížení pohybového systému. Navíc na řidiče působí povětrnostní vlivy, zejména okolní teplota. Pro jízdy na motocyklu je proto nezbytné použití externích doplňků. Pro ochranu bederní oblasti je to využití bederního pásu (obrázek 18) za účelem zpevnění této oblasti a její ochrany zejména před nárazy, které jsou způsobeny průjezdem přes nerovnosti na vozovce. Dalšími doporučovanými druhy chráničů jsou chrániče páteře, krku, loktů a kolen. Pokud by řízení motocyklu bylo pro řidiče pracovní profesí, zaměstnavatel mu musí dle nařízení vlády 178/2001 Sb. zajistit odpovídající ochranu zdraví při práci.



Obrázek 18. Ledvinový pás Acerbis X-GEL (Motofanda, 2013)

Při řízení vozidla bychom se měli cítit pohodlně, protože i poměrně malé nepohodlí na začátku jízdy se s prodlužující se dobou řízení promění v nepohodlí větší, které vede k rychlejšímu nástupu únavy (Porter, 1999). S pohodlím při řízení souvisí zejména optimální

teplota v kabině vozu, která se může v průběhu jízdy měnit, v závislosti na vnějších podmínkách, jako je počasí, hustota provozu atd. Moderní vozidla jsou již vybavena klimatizací, která umožňuje teplotu vozidla udržovat v přijatelných mezích a to i při slunečném počasí uprostřed léta. V zimním období není dle našeho názoru příliš vhodné řídit v bundě, která omezuje pohyby řidiče. Obuv řidiče by měla být dobře padnoucí s měkkou nepřilísnou podrážkou. Jako nevhodná obuv jsou hodnoceny boty na vysokých podpatcích, obuv bez opory paty a boty neumožňující pohyb v kotníku. Výjimkou z uvedených doporučení jsou opět řidiči motocyklů, kde oděv a obuv plní nejen roli termoregulační, ale zároveň roli ochrannou, takže řidič řídí v motocyklové bundě v podstatě celou motocyklovou sezónu a kvalitní obuv pro řidiče motocyklů je nezbytnou samozřejmostí.

Za aktivní kompenzaci zátěže pohybového systému bychom považovali takový soubor opatření, která řidič aktivně a vědomě provádí během jízdy s vozidlem, a která mají za účel snížit zatížení jednotlivých částí pohybového systému. Patří sem zejména:

- častá změna polohy při řízení v okamžiku, kdy vozidlo zastaví, za účelem snížení statické zátěže (Daviesová, 2008); jedná se o drobné pohyby jako:
 - otáčení a úklony hlavy;
 - rotace a předklon hlavy;
 - přizvednutí a kroužení rameny;
 - předklon se vzpažením;
 - „zavrtění“ trupu, úklony trupu, pootočení trupu vlevo i vpravo;
 - u řidičů motocyklů bychom doporučovali při krátkodobém zastavení (například čekání na zelenou) provést změnu polohy ze sedu do stoje na obou dolních končetinách a protáhnout trup drobnými úklony vlevo a vpravo;
- častá obměna pozice v průběhu řízení vozidla; Chris (2005) uvádí, že změna pozice by měla být v ideálním případě každých 10–15 minut;
 - jedná se o změnu polohy, kdy váha spočívá nejprve na jedné, pak na druhé hýždě, Chris (2005) doporučuje provést tuto změnu na každou stranu ve třech opakováních a teprve poté se vrátit do základní pozice;
- jednotlivé pohyby při činnostech souvisejících s ovládním vozidla, a také s nastupováním a vystupováním z vozidla, provádět dle ergonomicky správných pohybových stereotypů (Gúth et al., 2000; Larsen, Larsenová, & Hartelt, 2010);

- nezatěžovat pohybový systém například zvedáním břemen bezprostředně po vystoupení z vozidla, doporučuje se 2–3 minutová prodleva vyplněná drobným protažením těla (Chris, 2005);
- neřídít vozidlo delší dobu bez přestávky a do přestávek zařadit procházku okolo vozidla a vhodné protažení a uvolnění namáhaných skupin;
- vědomé uvolňování svalů ramenního pletence a paží, jehož napětí řidič nevědomky zvyšuje při zvýšené míře stresu (Havlík, 2005);
- dodržování, popřípadě vhodné modifikování naplánovaných regeneračních a hygienických přestávek a přestávek na občerstvení spolu s dodržováním pitného režimu

Chris (2005) uvádí, že již nepřetržitá jízda s vozidlem delší než 20 minut zvyšuje riziko vzniku bolesti v zádech 2–4x. Gúth et al. (2000) doporučuje provést přestávku každých 45 minut jízdy, Daviesová (2008) oproti tomu tento údaj prodlužuje na 1 hodinu. Pokud se přestávka bude týkat starších typů vozidel, které neumožňují provést vhodné nastavení sedadla pak bychom v tomto ohledu souhlasili spíše s Daviesovou (2008). V případě jízdy s moderními vozidly, které mají možnosti ergonomického nastavení sedadla a velikost pracovního prostoru řidiče na vysoké úrovni, je možné nepřetržitou jízdu prodloužit až na 2 hodiny, při dodržování ostatních prvků aktivní kompenzace zátěže pohybového systému.

U řidičů nákladních automobilů a autobusů jsou přestávky při řízení vozidla ukotveny v několika právních předpisech. Nařízení ES 561/2006 ukládá řidičům vozidel těžších než 3,5 tuny a řidičům vozidel určených pro přepravu více než devíti osob včetně řidiče při vnitrostátní přepravě a při přepravě v rámci členských států EU mít po 4,5 hodinách řízení přestávku minimálně 45 minut. Přestávkou se rozumí doba, během níž nesmí řidič řídit ani vykonávat žádnou jinou práci, která je určena výhradně k jeho zotavení. Tuto přestávku si může řidič podle tohoto předpisu rozdělit pouze na dvě části, za předpokladu, že první přestávka bude minimálně 15 minut a druhá přestávka minimálně 30 minut. Stejně požadavky klade na řidiče mezinárodní dohoda o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě ve znění sdělení Ministerstva zahraničních věcí číslo 82/2010, kterým se mění a doplňuje sdělení Ministerstva zahraničních věcí č. 62/2010 Sb. m. s. o vyhlášení přijetí změn a dodatků Evropské dohody o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě AETR. Po ukončení denní doby řízení nemusí být provedena bezpečnostní přestávka, pokud následuje denní doba

odpočinku. Denní doba řízení může být prodloužena o jednu hodinu na 10 hodin a to nejvíce dvakrát za týden, ze předpokladu, že součet dvou po sobě jdoucích týdenních pracovních dob nepřesáhne 90 hodin. Vzhledem k zátěži pohybového systému řidiče bychom doporučovali rozdělit dobu řízení alespoň tak, jak ukazuje obrázek 19 a 20. Doba jízdy se sice při standardní době řízení prodlouží o 30 minut, ale myslíme si, že pozitivní ovlivnění pohybového systému řidiče povede k jeho menšímu zatěžování, a tedy k kratší době případné pracovní neschopnosti řidiče zaviněné bolestí zad. Dalším pozitivním dopadem by také měla být schopnost řidiče vykovávat tuto profesi delší dobu, a tak pro svého zaměstnavatele pozitivně zhodnotit získané zkušenosti v silničním provozu, což bude mít také vliv na menší nehodovost a tím pádem menší vzniklou hmotnou škodu.



Obrázek 19. Doporučené rozložení doby řízení a bezpečnostních přestávek dle nařízení ES 561/2006 a mezinárodní dohody AETR



Obrázek 20. Doporučené rozložení doby řízení a bezpečnostních přestávek dle nařízení ES 561/2006 a mezinárodní dohody AETR v případě prodloužení denní doby řízení na 10 hodin

Doplňková kompenzace představuje soubor opatření, jimiž řidič může ovlivnit svůj pohybový systém a vlastní připravenost k jízdě. Patří sem následující opatření:

- aktivní životní styl s dostatečnou úrovní pohybové aktivity, doplněný o kompenzační cvičení zaměřené na specifické svaly nebo oblasti nejvíce zatěžované u jednotlivých druhů vozidel;
- dostatečný odpočinek, a s tím spojená optimální poloha těla při spánku;
- dostatečná úroveň znalostí týkajících se manipulace s břemeny vzhledem k zatěžování pohybového systému;

- kvalitní příprava na jízdu s vozidlem zejména na delší vzdálenosti, zejména naplánování bezpečnostních přestávek a vyváženého příjmu potravy, včetně pitného režimu;
- využití masáží a dalších balneologických procedur pro regeneraci pohybového systému;
- další aktivity vedoucí ke snížení psychické zátěže a stresu, které souvisejí s řízením vozidla, jako jsou například různé druhy meditací, jóga, přiměřený společenský život;
- pamatovat na pravidelnou dovolenou, také jako prevenci proti syndromu vyhoření.

Podle doporučení Evropské komise z roku 2008, které zohledňuje doporučení světové zdravotnické organizace (WHO), je minimální objem fyzické aktivity střední intenzity pro zdravé dospělé ve věku 18 až 65 let 30 minut po 5 dnů týdně nebo alespoň 20 minut fyzické aktivity vysoké intenzity po 3 dny týdně.

5. 3. 2 Speciální kompenzace zátěže pohybového systému

Speciální kompenzací rozumíme soubor kompenzačních cvičení zařazených do bezpečnostních přestávek a popřípadě také před nebo po vlastní jízdu. Použití jednotlivých uvolňovacích, protahovacích a posilovacích cviků se bude více či méně lišit u jednotlivých typů vozidel, podle toho, kterou oblast pohybového systému zatěžuje konkrétní vozidlo nejvíce. Rozhodujícím faktorem pro velikost cvičební jednotky je doba strávená ve vozidle. Čím je kratší doba řízení a menší zatížení pohybového systému, tím kratší dobu budeme potřebovat pro jeho odstranění. Při uvolňování a protahování jednotlivých částí těla bychom měli dodržovat několik obecných zásad:

- nejprve bychom měli provést uvolnění kloubů a páteře, poté zařadit protahovací cviky;
- pohyby provádíme pomalu a plynule, pokud možno do krajních poloh v několika opakováních;
- vyvarujeme se prudkým změnám rytmu a trhavým pohybům;
- posilovací cviky zařazujeme před jízdou, nebo po jízdě, vždy však s určitým časovým odstupem;
- dýcháme pomalu a zhluboka, bez zádrže dechu;
- při protahování svalů provádíme krátkou výdrž v krajní dosažené pozici;
- cvik provádíme jen do hranice bolestivosti.

Kompenzační cvičení u řidičů nákladního automobilu

U řidiče nákladního automobilu předpokládáme, že bude trávit za volantem kolem 9–10 hodin denně, 5 dnů v týdnu. To odpovídá běžné řidičské praxi, a je to také největší základní doba, kterou řidiči mohou dle nařízení ES 561/2006 a mezinárodní dohody AETR řídit vozidlo. Tabulka 12 nevykazuje nějakou zvláštní oblast, která by byla nadměrně zatěžována vzhledem k ostatním. Řidič během řízení může mít 4 přestávky, přičemž jedna z nich bude přestávkou na oběd (obrázek 19). Zbylé 3 bezpečnostní přestávky se dají využít pro kompenzační cvičení jak ukazuje tabulka 13. Po ukončení jízdy je ještě vhodné provést 2–3 minutové protažení, aby se páteř opět adaptovala na vzpřímenou pozici (Chris, 2005).

Tabulka 13. Obsahová náplň u jednotlivých bezpečnostních přestávek řidiče nákladního vozidla

	celková doba řízení	délka přestávky	využití přestávky	obsah kompenzačních cviků	délka kompenzačního cvičení
1. přestávka	3 h	15 minut	hygiena, občerstvení, kompenzační cvičení	80% uvolnění 20% protažení	5 minut
2. přestávka	4,5 h	30 minut	oběd, chůze		2–3 minuty chůze
3. přestávka	6 h	15 minut	hygiena, občerstvení, kompenzační cvičení	50% uvolnění 50% protažení	7 minut
4. přestávka	7,5 h	15 minut	kompenzační cvičení	20% uvolnění 80% protažení	10 minut
ukončení jízdy	9 h		kompenzační cvičení	protažení spojené s uvolněním	2–3 minuty

Při provádění kompenzačních cvičení je důležité aby řidič vystoupil z vozidla a byl ve vzpřímené pozici. Tato poloha sice je vzhledem k provádění uvolňovacích a protahovacích cviků považována za obtížnou a nejjednodušší pozice by byla horizontální, ale v tomto případě, za účelem kompenzace dlouhodobého sedu, je nezbytné, aby řidič měl vzpřímenou polohu, tedy stoj nebo leh (Adamírová et al., 2001).

Kompenzační cvičení v 1 přestávce:

- úvodní část cviků je možno provádět při chůzi okolo vozidla;
- uvolnění 4 minuty:
 - s nádechem vzpažit, s výdechem mírný předklon (pouze v hrudní páteři);
 - kruhy v ramenním kloubu, loketním kloubu, v zápěstí;
 - kruhy v bocích, osmička v bocích;
 - kruhy v kotníku, koleni, v kyčli (při flektovaném kolenu);
- protažení 1 minuta:
 - protažení m. latissimus dorsi, m. quadratus lumborum – úklony do stran s jednostranným vzpažením;
 - protažení m. deltoideus, m. pectoralis major a svalů paže – ruce spojit za zády, zapažení.

Kompenzační cvičení v 3. přestávce:

- opět je vhodné spojit část uvolňovacích cviků s chůzí okolo vozidla;
- uvolnění přibližně 3,5 minuty:
 - uvolnění hlavy a krku – úklony hlavou do strany, předklon a mírný záklon, rotace, kruhy hlavou;
 - uvolnění horních končetin – kroužky v ramenech, loktech;
 - uvolnění beder a kyčlí – kruhy v bocích, osmičky v bocích;
- protažení přibližně 3,5 minuty:
 - ruce spojit před tělem, předpažit hřbety rukou k tělu, mírný pohyb v hrudní páteři vpřed a vzad;
 - protažení m. trapezius – úklon hlavy (ucho k rameni), protažení m. levator scapulae – úklon, rotace a předklon hlavy, je možné si dopomoci pažemi do krajních poloh;
 - protažení flexorů kyčle;
 - protažení hamstringů.

Kompenzační cvičení v 4. přestávce:

- uvolnění přibližně 2 minuty – výběr z předchozích cviků dle pocitů řidiče;
- protažení přibližně 8 minut, protažení je zaměřeno na:
 - flexory kyčle;
 - hamstringy;
 - paravertebrální svaly;

- m. trapezius, m. levator scapulae;
- m triceps surae;
- m. deltoideus, m. pectoralis;
- flexory prstů, flexory zápěstí.

Po jízdě je vhodné se chvíli projít, a provést několik uvolňovacích cviků, jako například protahování páteře ve vzpažení (trhání jablek) a pod.

Cviky na jednotlivé svalové partie uvádí mnoho publikací a řidič si podle svých tělesných dispozic může zvolit takové cviky, které jsou pro něj z daného výběru nejvhodnější (Adamírová et al., 2001; Bursová, 2005; Čermák, Chválková, Botlíková, & Dvořáková, 2000; Kombercová & Svobodová, 2007). Další z možností je nechat si sestavit individuální komplex cviků u odborníků na tuto oblast podle konstitučního typu řidiče, či inklinaci k němu, ať už se jedná o konstituční typ hypertonicko-hypomobilní, nebo hypermobilně-hypotonický.

Kompenzační cvičení u řidičů traktoru

U řidičů traktoru lze předpokládat, že ve vozidle budou trávit celou pracovní dobu. Zejména v době zemědělských sezónních prací může doba strávená ve vozidle překročit běžných 8 hodin. Řidiči traktoru nejsou nařizeny bezpečnostní přestávky jiným právním předpisem a proto můžeme vycházet pouze ze zákoníku práce který nařizuje zaměstnavatelům aby umožnily zaměstnancům po 6 hodinách jízdy přestávku 30 minut. Tato přestávka je ale vyhrazena na oběd, a není tedy využitelná pro provedení kompenzačních cviků. Myslíme si, že by bylo vhodné zařadit bezpečnostní přestávky vyplněné kompenzačním cvičením nejméně vždy po 2 hodinách nepřetržitého řízení traktoru. Ve srovnání s řidičem nákladního vozidla na řidiče traktoru působí méně stresových faktorů zapříčiněných ostatními účastníky silničního provozu zejména pokud provádí práci mimo pozemní komunikaci. Tento fakt spolu s tím, že při práci na poli musí řidič traktoru z vozidla často vystupovat za účelem manipulace s pracovním nářadím, povede k menšímu zatěžování pohybového systému řidiče, zejména jeho statické části. Rozložení kompenzačních přestávek u řidiče traktoru včetně jejich náplně ukazuje tabulka 14.

Tabulka 14. Rozložení kompenzačních přestávek a jejich náplň u řidiče traktoru

	celková doba řízení	délka přestávky	využití přestávky	obsah kompenzačních cviků	délka kompenzačního cvičení
1. přestávka	2 h	10 minut	hygiena, kompenzační cvičení	80% uvolnění 20% protažení	5 minut
2. přestávka	4 h	15 minut	hygiena, občerstvení, kompenzační cvičení	50% uvolnění 50% protažení	7 minut
3. přestávka	6 h	30 minut	oběd, chůze hygiena,		2–3 minuty chůze
ukončení jízdy	8 h		kompenzační cvičení	protažení spojené s uvolněním	2–3 minuty

Kompenzační cviky budou prováděny ve stoji, nebo při chůzi. Řidič si podle aktuálního stavu svého pohybového systému může změnit oblast, kterou bude procvičovat a také může prodloužit dobu cvičení.

Kompenzační cvičení v 1 přestávce:

- úvodní část cviků je možno provádět při chůzi okolo vozidla;
- uvolnění 4 minuty:
 - s nádechem vzpažit, s výdechem mírný předklon (pouze v hrudní páteři);
 - kruhy v ramenním kloubu, loketním kloubu, v zápěstí;
 - kruhy v bocích, osmička v bocích;
 - kruhy v kotníku, koleni, v kyčli (při flektovaném kolenu);
- protažení 1 minuta:
 - protažení m. latissimus dorsi, m. quadratus lumborum – úklony do stran s jednostranným vzpažením;
 - protažení m. deltoideus, m. pectoralis major a svalů paže – ruce spojit za zády, zapažení;
 - protažení paravertebrálních valů a svalů na zadní straně dolní končetiny – s výdechem z širokého stoje rozkročného, kulatý předklon.

Kompenzační cvičení v 2. přestávce:

- opět je vhodné spojit část uvolňovacích cviků s chůzí okolo vozidla;
- uvolnění přibližně 3,5 minuty:
 - uvolnění hlavy a krku – úklony hlavou do strany, předklon a mírný záklon, rotace, kroužení hlavou;
 - uvolnění horních končetin – kruhy v ramenech, loktech;
 - uvolnění beder a kyčlí – kruhy v bocích, osmičky v bocích;
 - uvolnění páteře – při fixované pánvi rotace trupu vpravo a vlevo;
- protažení přibližně 3,5 minuty:
 - ruce spojit před tělem, předpažit hřbety rukou k tělu, mírný pohyb v hrudní páteři vpřed a vzad;
 - protažení m. trapezius – úklon hlavy (ucho k rameni), protažení m. levator scapulae – úklon, rotace a předklon hlavy, je možné si dopomoci pažemi do krajních poloh;
 - protažení flexorů kyčle;
 - protažení hamstringů.

Po ukončení jízdy je vhodné provést protažení páteře, které může být spojeno s závěrečnou obchůzkou okolo vozidla.

Kompenzační cvičení u řidičů autobusu

U řidičů autobusu bude záležet na tom, jakou formu autobusové dopravy daný řidič provozuje. Pokud se bude jednat o meziměstskou dálkovou přepravu, jsou řidičovy možnosti volby bezpečnostních přestávek značně omezeny naplánovaným jízdním řádem a samotnou skutečností, že přepravuje osoby. Na řidiče se pak bude vztahovat mezinárodní dohoda AETR a také nařízení ES 561/2006. Rozvržení bezpečnostních přestávek je zcela v rukou tvůrců jízdních řádů jednotlivých společností, přesto bychom doporučovali rozvrhnout bezpečnostní přestávky řidiče tak, jak ukazuje obrázek 19 a 20 a náplň jednotlivých přestávek by byl shodný s tabulkou 13. Zvláštní skupinou by byli řidiči městské hromadné dopravy, na které se nevztahuje mezinárodní dohoda AETR, a kteří se budou řídit nařízením vlády 589/2006 Sb.. Podle tohoto ustanovení musí mít řidič po 4 hodinách jízdy bezpečnostní přestávku v délce trvání nejméně 30 minut. Tato přestávka může být rozdělena do několika přestávek v trvání nejméně 10 minut. Rozložení bezpečnostních přestávek a jejich náplň

ukazuje obrázek 21. Myslíme si, že pro efektivnost kompenzačních cvičení by bylo vhodné zařadit bezpečnostní přestávku už po 2 hodinách jízdy. Přestávka po 4 hodinách, která je zároveň spojena s obědem by nebyla pro kompenzační cvičení vhodná. Na obrázku 21 je znázorněno rozvržení pracovní doby a bezpečnostních přestávek v případě 10–ti hodinové směny.



Obrázek 21. Doporučené rozložení doby řízení a bezpečnostních přestávek řidičů městské hromadné dopravy

Obsah jednotlivých bezpečnostních přestávek ukazuje tabulka 15.

Tabulka 15. Obsahová náplň u jednotlivých bezpečnostních přestávek řidiče autobusu městské dopravy

	celková doba řízení	délka přestávky	využití přestávky	obsah kompenzačních cviků	délka kompenzačních o cvičení
1. přestávka	2 h	15 minut	hygiena, občerstvení, kompenzační cvičení	80% uvolnění 20% protažení	5 minut
2. přestávka	4 h	30 minut	oběd, chůze		2–3 minuty chůze
3. přestávka	6 h	15 minut	hygiena, občerstvení, kompenzační cvičení	50% uvolnění 50% protažení	7 minut
4. přestávka	8 h	15 minut	kompenzační cvičení, relaxace	20% uvolnění 80% protažení	10 minut
ukončení jízdy	10 h		kompenzační cvičení	protažení spojené s uvolněním	2–3 minuty

U kompenzačního cvičení je opět důležitá vzpřímená pozice. Pokud to řidiči autobusu situace umožňuje, může zejména v případě špatného počasí provádět kompenzační cvičení

přímo ve vozidle, kde může pro kompenzační cvičení s výhodou využít vlastních sedadel, nebo podlahu vozidla. Dalším doporučeným cvikem pro uvolnění bederní oblasti, která je zde více zatěžována, by bylo prověšení trupu, kdy horními končetinami řidič uchopí horní držadla pro cestující a trup nechá volně viset nejméně po dobu 10–15 sekund. Tento cvik bychom doporučili zařadit v 3 a 4 bezpečnostní přestávce.

Kompenzační cvičení v 1 přestávce:

- úvodní část cviků je možno provádět při chůzi okolo vozidla nebo ve vozidle;
- uvolnění 4 minuty:
 - s nádechem vzpažit, s výdechem mírný předklon (pouze v hrudní páteři);
 - provádění kruhů v ramenním kloubu, loketním kloubu, v zápěstí;
 - kruhy v bocích, osmička v bocích;
 - kruhy v kotníku, kolenu, v kyčli (při flektovaném kolenu);
- protažení 1 minuta:
 - protažení m. latissimus dorsi, m. quadratus lumborum – úklony do stran s jednostranným vzpažením;
 - protažení m. deltoideus, m. pectoralis major a svalů paže – ruce spojit za zády, zapažení;
 - využití sedadel k provedení kompenzačních cviků – předklon se vzpaženými pažemi, ruce opřeny o sedadlo přibližně v úrovni pasu, dolní končetiny napnuté, záda rovně.

Kompenzační cvičení v 3. přestávce:

- opět je vhodné spojit část uvolňovacích cviků s chůzí okolo vozidla;
- uvolnění přibližně 3,5 minuty:
 - uvolnění hlavy a krku – úklony hlavou do strany, předklon a mírný záklon, rotace, kroužení hlavou;
 - uvolnění horních končetin – kroužky v ramenech, loktech;
 - uvolnění beder a kyčlí – kruhy v bocích, osmičky v bocích;
- protažení přibližně 3,5 minuty:
 - ruce spojit před tělem, předpažit hřbety rukou k tělu, mírný pohyb v hrudní páteři vpřed a vzad;

- protažení m. trapezius – úklon hlavy (ucho k rameni), protažení m. levator scapulae – úklon, rotace a předklon hlavy, je možné si dopomoci pažemi do krajních poloh;
- protažení m. triceps a biceps brachii
- protažení flexorů kyčle;
- protažení hamstringů;
- využití sedadel nebo podlahy vozidla – leh na zádech, vzpažit, střídavé protahování levé ruky a pravé nohy současně, pak změnit strany.

Kompenzační cvičení v 4. přestávce:

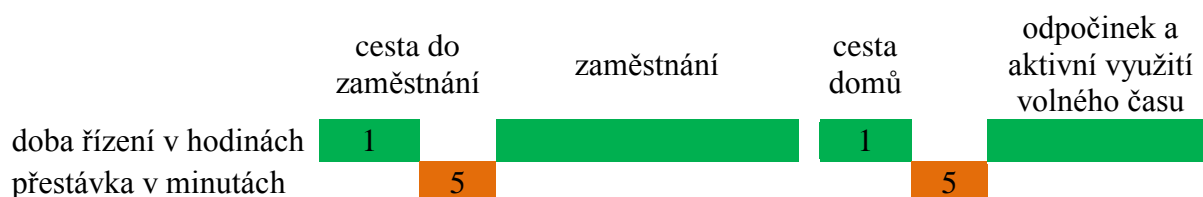
- uvolnění přibližně 2 minuty – výběr z předchozích cviků dle pocitů řidiče;
- protažení přibližně 8 minut, protažení je zaměřeno na:
 - flexory kyčle;
 - hamstringy, m. triceps surae;
 - paravertebrálních svalů, m. quadratus lumborum;
 - m. trapezius, m. levator scapulae, svaly šíje, mm. scaleni;
 - m. deltoideus, m. pectoralis, biceps brachii, triceps brachii;
 - flexory prstů, flexory zápěstí.

Po ukončení jízdy bychom doporučili opět prověšení trupu, nebo protažení páteře v lehu na zádech. Leh na zádech by mohl také být spojený s krátkou relaxací zaměřenou na mentální hygienu. Z obecného hlediska by kompenzační cviky u řidičů autobusů měly být zaměřeny převážně na oblast horních končetin, ramenního pletence a oblasti krční páteře na straně jedné a oblasti beder a kyčelních kloubů na straně druhé.

Kompenzační cvičení u řidičů osobního automobilu

Využití kompenzačního cvičení u řidičů osobních automobilů bude záležet na době, kterou řidič za volantem stráví. Daviesová (2008) uvádí šestkrát vyšší pravděpodobnost vyřazení z pracovního procesu díky bolestem zad při řízení vozidla delším než 4 hodiny denně oproti situaci, kdy řidič řídí jen 2 hodiny a méně. Z uvedeného vyplývá, že při jízdách na kratší vzdálenost, například při jízdě do zaměstnání pokud cesta tam a zpět netrvá déle než 2 hodiny, budeme klást důraz spíše na základní kompenzaci pohybového systému a vedení aktivního životního stylu s dostatkem pohybu a speciální kompenzací využijeme v krátké přestávce po jízdě s vozidlem. Do speciální kompenzace pohybového systému bychom zařadili uvolňovací a protahovací cviky zaměřené rovnoměrně na oblasti dolních končetin,

beder, horních končetin, ramenního pletence a krční páteře. Při jízdě trvající asi 1 hodinu do zaměstnání a 1 hodinu ze zaměstnání by doporučené rozložení jízdy a cvičení ukazoval obrázek 22.



Obrázek 22. Doporučené rozložení doby řízení a bezpečnostních přestávek při cestě do zaměstnání

Jiná situace nastane, když řidič stráví ve vozidle dobu okolo 2 hodin a delší. Souhlasíme zde s Daviesovou (2008), že řidič by měl po asi 1 hodině krátce zastavit, projít se okolo vozidla a provést několik uvolňovacích a protahovacích cviků. Délka této přestávky se bude lišit dle celkové doby řízení a také dle pořadí přestávek. To je důležité zejména pro řidiče, kteří nejsou zvyklí na delší dobu strávenou ve vozidle. V případě řidičů profesionálů je možné dle našeho názoru nepřetržitou dobu řízení prodloužit až na 2 hodiny, jak ukazuje obrázek 23. Toto rozložení bezpečnostních přestávek by také vyhovovalo z hlediska nařízení vlády 168/2002 Sb., které nařizuje zaměstnavatelů zajistit, aby řidič nepřekročil maximální nepřetržitou dobu řízení v délce 4,5 hodiny, a aby po této době řízení následovala bezpečnostní přestávka v délce trvání minimálně 30 minut. Tato přestávka může být rozdělena na 2 části o délce trvání minimálně 15 minut.

celková doba jízdy 4 hodiny



celková doba jízdy 10 hodin



Obrázek 23. Doporučené rozložení doby řízení a bezpečnostních přestávek při cestě na střední a delší vzdálenost s ohledem na nařízení vlády 168/2002 Sb.

V přestávkách by řidič neměl zůstat ve vozidle, ale měl by zaujmout vzpřímenou pozici spojenou s chůzí. Bezpečnostní přestávky je také možné prodloužit dle aktuálního pocitu řidiče. Vzhledem k zátěži pohybového systému je vhodnější prodloužení přestávek, než jet s přemáháním a vidinou cíle. Řidič by v takovém případě nejen zbytečně pohybový systém přetěžoval, ale zvyšovala by se i míra rizika vzniku dopravní nehody. Po jízdě je důležité, zejména v případech, kdy jízda s osobním automobilem je každodenní záležitostí, zařadit adekvátní kompenzační aktivity. Kamikoff (2010) doporučuje pro uvolnění pohybového systému a mentální relaxaci využít některé pozice z hatha jógy, jako je například Šavásana (pozice „mrtvolý“). Náplň jednotlivých přestávek by v případě jízdy s osobním automobilem na dlouhou vzdálenost mohla vypadat například tak, jak je uvedeno v tabulce 16.

Tabulka 16. Obsahová náplň u jednotlivých bezpečnostních přestávek řidiče osobního automobilu při jízdě trvající 10 hodin

	celková doba řízení	délka přestávky	využití přestávky	obsah kompenzačních cviků	délka kompenzačních cvičení
1. přestávka	2 h	10 minut	hygiena, občerstvení, kompenzační cvičení	80% uvolnění 20% protažení	6 minut
2. přestávka	4,5 h	30 minut	oběd, chůze		2–3 minuty chůze
3. přestávka	6,5 h	15 minut	hygiena, občerstvení, kompenzační cvičení	50% uvolnění 50% protažení	8 minut
4. přestávka	9 h	20 minut	kompenzační cvičení, relaxace	20% uvolnění 80% protažení	12 minut
ukončení jízdy	10 h		odstavení vozidla, krátké uvolnění	protahování spojené s uvolněním	2–3 minuty

Kompenzační cvičení v jednotlivých přestávkách by byla obdobná, jak je uvedeno u řidičů nákladního automobilu. Vzhledem k zvýšené zátěži pohybového systému oproti řidičům nákladních automobilů je však vhodné, jednotlivé protahovací cviky provádět s větším počtem opakování a zvýšenou pozornost věnovat uvolňování dolních končetin. Bolesti kolen

jsou totiž uváděny na druhém místě hned za bolestmi zad, jak ve své studii řidičů vozidel taxi prokázal Chen et al. (2004). Je proto vhodné po protažení dolních končetin přidat ještě několik dřepů s rovnými zády a aktivovat hýžd'ové svaly například krátkou chůzí pozpátku se zaměřením na zapojování m. gluteus maximus. Dalším rozdílem oproti řízení nákladního automobilu je často větší sklon zádové opěry, a tím zvýšený předsun hlavy, který ve zvýšené míře namáhá šíjové svalstvo a také m. sternocleidomastoideus spolu s mm. scaleni. Těmto oblastem je proto zapotřebí věnovat zvýšenou pozornost při provádění jednotlivých kompenzačních cviků.

Kompenzační cvičení u řidičů motocyklů

Řízení motocyklu, bez ohledu na to jestli je to skútr, standardní nebo sportovní motocykl, představuje u řidiče zvýšenou zátěž pohybového systému, která bude výraznou měrou ovlivňována délkou jízdy na motocyklu. Podle tabulky 12, je pohybový systém nejvíce zatěžovaný u řidičů sportovních a standardních motocyklů. V případě skútrů nejsou tyto motocykly zpravidla využívány pro cestování na dlouhé vzdálenosti a samotná doba řízení většinou nepřesáhne 45 minut nepřetržité jízdy. Z tohoto důvodu zde bude jako kompenzace zatížení pohybového systému postačovat krátké protažení po jízdě a uvolnění hlavních kloubů těla. To, spolu s aktivním životním stylem (dostatečné množství pohybové aktivity), bude v tomto případě představovat dostatečnou kompenzaci této zátěže. U sportovních a standardních motocyklů, které jsou využívány na delší vzdálenosti, bychom doporučovali ve shodě s Gútem et al. (2000), aby nepřetržitá doba řízení motocyklu nepřesahovala 45 minut, a pokud celková doba řízení tuto dobu přesáhne, aby byla jízda rozdělena na několik částí a jednotlivé přestávky v jízdě, byly pak vyplněny vhodným kompenzačním cvičením a odpočinkem. Příklad rozdělení delší a kratší jízdy ukazuje obrázek 24. V případě, kdy by motocykl byl používán denně, a jízda na něm by trvala vždy déle než 2 hodiny, bylo by nutné věnovat náležitou pozornost protahovacím a posilovacím cvikům zaměřeným na prevenci vzniku horního a dolního zkříženého syndromu (Janda, 1982). Kromě toho by řidič měl mít dostatek pestré pohybové aktivity, která by vhodně doplňovala kompenzační cvičení a rovnoměrně zatěžovala pohybový systém jako celek.

celková doba jízdy 2 hodiny



celková doba jízdy 4 hodin



Obrázek 24. Doporučené rozložení doby řízení a bezpečnostních přestávek při cestě na kratší a delší vzdálenost u řidičů sportovních a standardních motocyklů

Obsah jednotlivých přestávek u čtyřhodinové jízdy s motocyklem ukazuje tabulka 17. Jednotlivé uvolňovací a protahovací cviky by měly být zaměřeny zejména na oblast dolních končetin a kyčelních kloubů, vzhledem k jejich extrémnímu namáhání a také na oblast krční páteře, která je ve zvýšené míře zatěžována předsunem hlavy spolu s mírným záklonem umocňovaným vahou motocyklové přilby a vibracemi motocyklu. Nemalou měrou jsou také zatěžovány horní končetiny a ramenní pletence. Kvůli odlišnému ovládání motocyklu, kde na rozdíl od dvoustopých vozidel je nutné při jízdě motocykl naklánět a pracovat se změnou těžiště, jsou zatěžovány ve zvýšené míře i adduktory kyčelního kloubu. Z tohoto důvodu by cviky na protažení adduktorů kyčelního kloubu měly být zařazeny do 2. a 4. přestávky.

Tabulka 17. Obsahová náplň u jednotlivých bezpečnostních přestávek řidiče motocyklu při jízdě dlouhé 4 hodiny

	celková doba řízení	délka přestávky	využití přestávky	obsah kompenzačních cviků	délka kompenzačního cvičení
1. přestávka	45 minut	15 minut	hygiena, občerstvení, kompenzační cvičení	80% uvolnění 20% protažení	8 minut
2. přestávka	1,5 h	15 minut	hygiena, občerstvení, kompenzační cvičení	50% uvolnění 50% protažení	10 minut
3. přestávka	2 h 15 minut	30 minut	oběd, chůze		2–3 minuty chůze

4. přestávka	3 h 15 minut	20 minut	kompensační cvičení, relaxace	20% uvolnění 80% protažení	12 minut
ukončení jízdy	4 h		odstavení vozidla, krátké uvolnění	protažení a uvolnění	3–5 minut

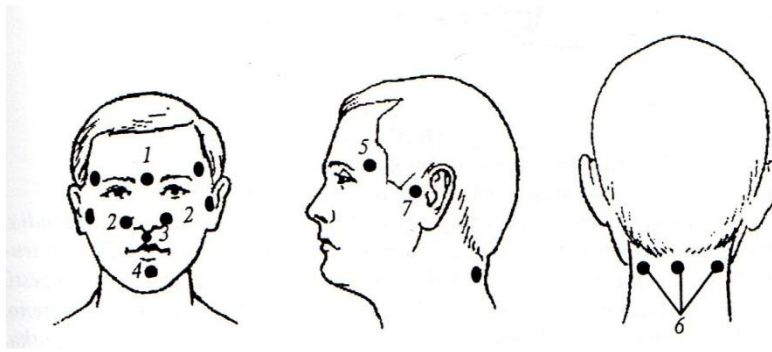
5. 3. 3 Alternativní techniky pro snížení zátěže pohybového systému

Řidič při jízdě s vozidlem může využít i méně známých technik vedoucích k snížení zátěže pohybového systému buď jako celku, nebo k uvolnění jeho částí. Dle Norbekova (2002) je možné efektivně uvolňovat svaly šíje a obličeje pomocí masáže ušních boltců. Celá tato masáž netrvá déle než 2 minuty a tak ji řidič může použít i během jízdy například při čekání v koloně.

Norbekov (2004), Tolčinskaja et al (2004), Tichanovský a Fotina (2006) doporučují využít pro uvolnění šíjových svalů a celkovou aktivaci organismu taktéž masáž biologicky aktivních bodů obličeje. Pro její efektivnost a účinnost je podle nás vhodným doplňkem kompenzačních cviků. Masírovat je možno buďto prsty (ukazováček, prostředníček a prsteníček), nebo pouze palcem. Prsty se nesmí do těla zabodávat, ale přiloží se na daný bod a 8–12krát se krouží v jednom směru, stejný počet opakování v druhém směru. Tolčinskaja et al. sice uvádí, že se každý bod masíruje po dobu 0,5 až 2 minuty, ale přikláníme se k počtu opakování uváděném Tichanovským a Fotinou. Směr tlaku je přísně vertikální a síla tlaku musí být taková, aby vyvolala pocit, který je někde mezi bolestivým a příjemným vjemem. Pozornost se soustřeďuje na místo, kde prsty masírují a na pocit, který masáž vyvolává. Pro zapojení obou mozkových polokoulí se doporučuje masáž každého bodu provádět oběma rukama současně. Obrázek 25 ukazuje rozmístění jednotlivých biologicky aktivních bodů.

Popis jednotlivých bodů:

1. bod na čele mezi obočím („třetí oko“);
2. párový bod na okraji nosního otvoru;
3. bod na mediální linii uprostřed horní čelisti mezi nosem a horním rtem;
4. bod na mediální linii mezi dolním rtem a horní linií brady;
5. párový bod ve spánkových jamkách;
6. středový bod je v prohlubni na mediální linii pod tzv. hrbolkem moudrosti (vnější occipitální hrbol – inion), oba boční body jsou umístěny na okraji báze lebni, které jsou ohraničeny linií nuchae na mediální straně a m. splenius capitis a cervicis na laterální straně, tyto body se masírují palci;
7. bod mezi zevním zvukovodem a koncem dolní čelisti.



Obrázek 25. Biologicky aktivní body hlavy (Tichanovský a Fotina, 2006, 109)

Při jízdě jsou také nadměrně namáhány oči. K uvolnění lze použít masáž oční bulvy, palming nebo solarizaci očí (Tichanovský & Fotina, 2006; Tolčinskaja et al., 2004). Vlastní masáž očí trvá okolo 2–5ti minut a přibližně stejnou dobu trvá i palming a solarizace. Masáž očí a okolí dle těchto autorů obsahuje zejména tyto prvky:

- nejprve proveďte zahřátí dlaní, například rychlým třením o sebe;
- poklepávejte lehce konečky prstů oblast okolo očí, očnic, kořene nosu a spánků;
- poté několikrát vydechněte otevřenými ústy a odhoďte napětí dolních čelistních kloubů a s potěšením zazívejte;
- pokračujte v poklepávání bříšky prstů a rozšiřte je na oblast čela, žvýkacích svalů, zadní části hlavy a krku a vnímejte, jak i zde napětí ustupuje;
- masáž ukončete jemným pohladením obličeje dlaněmi ve směru od mediální roviny směrem k uším.

Dalším důležitým alternativním prvkem je určitá forma psychohygieny. Při řízení se setkáváme s mnoha situacemi, které v nás mohou vyvolat negativní emoce, jako například vztek a agresivita. Tyto emoce pak ovlivňují nejen naše chování ve vozidle, ale také často vedou k nevědomému kontrahování svalstva. Pro tyto účely doporučuje Norbekov (2005) trénink emocí pro dosažení větší úrovně emoční (duševní) rovnováhy. Havlík (2005) doporučuje pro emocionální zklidnění autogenní trénink, jednoduché jogínské cviky nebo prosté osprchování střídavě studenou a teplou vodou. Všechny tyto techniky se dají využít pro kompenzování předpokládané zátěže pohybového systému před jízdou, jako prevence.

5. 3. 4 Výzkumné otázky

Jaké jsou zásadní rozdíly v zátěži pohybového aparátu u řidičů osobních automobilů, nákladních automobilů, autobusů, traktorů a motocyklů? Jak vyplývá z předcházejících kapitol, pohybový systém řidiče motorových vozidel je u jednotlivých vozidel zatěžován s různou intenzitou v různých oblastech. Zásadní vliv má na to vlastní poloha řidiče, která je dána jednak druhem vozidla, a také možnostmi ergonomického nastavení sedadla řidiče.

Jaké prvky prevence zátěže pohybového aparátu jsou u jednotlivých vozidel nejvhodnější? Kapitola 5. 3 rozděluje kompenzaci zátěže pohybového systému u řidičů na základní, speciální a alternativní. Základní kompenzace zahrnuje využití jednotlivých doporučení a technik bez ohledu na druh motorového vozidla, podobně jako kompenzace alternativní, která navíc zohledňuje využití méně známých alternativních technik pro snížení zátěže pohybového systému řidiče. Speciální kompenzace zohledňuje specifickou charakteristiku zátěže pohybového systému řidiče u jednotlivých druhů motorových vozidel a stanoví doporučení pro náplň bezpečnostních přestávek a jejich počet.

6 ZÁVĚRY

Hlavním cílem práce bylo navrhnout metodické postupy pro použití adekvátních uvolňovacích, protahovacích a posilovacích cviků a dalších alternativních technik a doporučení, které mají preventivní i terapeutický význam, vedou ke snižování zátěže pohybového systému řidiče motorového vozidla ve smyslu jeho optimalizace či stabilizace při řízení různých druhů motorových vozidel. Aby bylo možno stanoveného cíle dosáhnout, muselo být provedeno porovnání možností ergonomického nastavení sedadla mezi jednotlivými druhy vozidel a porovnána poloha ve které řidič jednotlivá vozidla ovládá.

Vzhledem k množství typů a druhů motorových vozidel jsme vybrali nejvíce zastoupené skupiny motorových vozidel, mezi které patří osobní a nákladní automobily, traktory, autobusy a motocykly. Metodou záměrného výběru jsme z těchto skupin vozidel vybrali nejvíce prodávanou značku vozidla za rok 2012. Mezi osobními automobily jsme ergonomii sedadla a možnosti jeho nastavení hodnotili u vozidel Škoda Octavia a Fábía, u nákladních automobilů byla hodnocena značka Mercedes-Benz, u autobusů značka SOR, u traktorů pak značka John Deer a motocykly zastupovala značka Honda. Podle námi provedené analýzy mají z hodnocených vozidel nejlepší ergonomické nastavení sedadel nákladní automobily. V dalším pořadí se umístily traktory, osobní automobily a na posledním místě pak autobusy. Pro odlišné postavení řidiče motocyklu v této analýze motocykly hodnoceny nebyly.

Dalším krokem při porovnání jednotlivých druhů vozidel bylo určení zátěže v jednotlivých oblastech pohybového systému u každého hodnoceného druhu vozidla. Pro tyto účely byly stanoveny optimální úhly v hlavních kloubech těla řidiče při řízení vozidla, a provedeno porovnání s pozicí řidiče u jednotlivých druhů vozidel.

Syntéza provedených analýz ukázala, že nejméně je zatěžovaný pohybový systém řidiče u nákladních automobilů. Druhý v pořadí byl hodnocený pohybový systém řidiče traktoru, s větším zatížením v oblasti ramenního pletence, horních končetin a krční páteře. Na třetím místě byl hodnocen pohybový systém u řidiče autobusu, kde oproti nákladnímu automobilu byla zjištěna větší míra zátěže jednak v oblasti ramenního pletence, horních končetin a krční páteře, ale také v oblasti beder a kyčelních kloubů. Na čtvrtém místě se střední zátěží ve všech sledovaných oblastech byl hodnocen pohybový systém řidiče osobního automobilu. Všechny analyzované druhy motocyklů vykazovaly vysokou zátěž pohybového systému. Největší zatížení pohybového systému řidiče bylo zjištěno u sportovního typu motocyklu.

S ohledem na různé zatížení pohybového systému řidiče u jednotlivých druhů vozidel byla provedena syntéza jednotlivých prvků kompenzace pohybového systému. Tato kompenzace byla rozdělena na základní, speciální a alternativní a byly určeny techniky kompenzace, které

jsou u všech vozidel společné, a které se naopak liší, a jsou svým způsobem specifické pro daný druh vozidla. Alternativní kompenzace doplňují základní a specifickou kompenzaci o netradiční techniky využitelné řidičem pro snížení zatížení okohybných a mimických svalů a oblasti krční páteře jako je masáž uší, masáž obličeje, masáž biologicky aktivních bodů a další.

Jako jeden z faktorů, který v zásadní míře rozhoduje o velikosti zatížení pohybového systému řidičů je délka nepřetržitého řízení vozidla. Proto byly v souladu s platnou právní legislativou České republiky a EU, s přihlédnutím k získaným poznatkům a vlastní praxi, stanoveny optimální doba řízení a bezpečnostních přestávek u jednotlivých druhů vozidla. Obsah bezpečnostních přestávek a navrhovaná délka kompenzačních cvičení byla zvolena podle úrovně a oblasti zatížení pohybového systému řidiče u jednotlivých vozidel. Vzhledem k různé délce vlastní jízdy s vozidlem u osobních automobilů a motocyklů bylo vypracováno několik různých modelů možného rozložení jízdy a bezpečnostních přestávek.

Aby byla kompenzace zátěže pohybového systému řidiče co nejefektivnější je podle našeho názoru nezbytné vhodným způsobem kombinovat prvky základní, speciální a alternativní kompenzace s ohledem na konkrétní druh vozidla, možnosti ergonomického nastavení jeho sedadla, a s tím spojenou specifickou zátěží pohybového systému.

7 SOUHRN

Hlavním cílem práce bylo navrhnout metodické postupy pro použití adekvátních uvolňovacích, protahovacích a posilovacích cviků a dalších alternativních technik a doporučení, které mají preventivní i terapeutický význam, vedou ke snižování zátěže pohybového systému řidiče motorového vozidla ve smyslu jeho optimalizace či stabilizace při řízení různých druhů motorových vozidel.

Aby bylo možné rozlišit jakým způsobem je pohybový systém řidiče zatěžovaný u různých druhů motorových vozidel, byla u jednotlivých vozidel provedena analýza možností optimálního ergonomického nastavení sedadel. Tato analýza byla provedena u vozidel značky Škoda, Mercedes-Benz, SOR a John Deer. Provedená analýza ukázala, že nejlepší možnosti pro ergonomické nastavení sedadla má nákladní automobil, následovaný traktorem a osobním automobilem. Nejhorší možnosti ergonomického nastavení sedadla byly zjištěny u autobusu. Analýza potvrdila, že možnosti ergonomického seřizování sedadel jsou u jednotlivých vozidel na různé úrovni. Zejména u nákladního automobilu byl zřetelný pozitivní trend využívání ergonomických poznatků a nových technologií při konstrukci sedadla řidiče.

Další provedenou analýzou nutnou pro stanovení různorodosti zatěžování pohybového systému řidiče bylo zjištění kloubních úhlů v hlavních kloubech těla u řidiče jednotlivých vozidel a jejich porovnání s optimem.

Výsledky těchto dvou provedených analýz ukázaly, že nejmenší úroveň zatížení pohybového systému je u řidičů nákladních automobilů a nejvíce je zatěžovaný pohybový systém řidiče u sportovních motocyklů.

Vzhledem k zjištěným poznatkům a s ohledem na aktuální legislativu České republiky a EU, bylo navrženo doporučené rozložení bezpečnostních přestávek a jejich délka v průběhu řízení jednotlivých vozidel a také jejich náplň. Do kompenzačního cvičení v rámci jednotlivých bezpečnostních přestávek bylo navrženo vhodné rozložení uvolňovacích a protahovacích cviků, a také stanoveny svaly, popřípadě svalové skupiny, nebo oblasti těla, na které je vhodné tyto cviky zaměřit. Pro dosažení optimální kompenzace pohybového systému je důležité navrhované techniky doplnit o aktivní životní styl, popřípadě i další alternativní techniky, jako jsou například masáž biologicky aktivních bodů obličeje, masáž ušních boltců a další. V případě komplexního přístupu je možné docílit synergického efektu, a tím výraznou měrou ovlivnit pohybový systém řidiče a kvalitu jeho života.

To jak by se navrhované zásady osvědčily v praxi a jaké rozdíly by bylo možné pozorovat mezi řidiči, kteří je dodržují a ostatními, by bylo předmětem dalšího výzkumu.

8 SUMMARY

The main focus of this work was to project methodological procedures for using of appropriate relaxing, protractible and toning exercises and other alternative techniques and recommendations, which have preventive and therapeutic function, decrease overloading of motor vehicle drivers' movement system in case its optimization or stabilization during driving of different types of motor vehicles.

For distinguishing of overloading the driver's movement system at different types of motor vehicles, there was made the analysis of possibilities at optimal ergonomic adjustment of different vehicles' seats. This analysis was made at different vehicles makes as Škoda, Mercedes-Benz, SOR and John Deer. It pointed that trucks had the best possibilities for optimal ergonomic adjustment of the seat. There was a tractor on the next position following a car. The worst possibilities for optimal ergonomic adjustment of the seat were found at the bus. The analysis confirmed different level of possibilities for optimal ergonomic adjustment of different vehicles' seats. Especially at the trucks there were obvious positive trend in using new ergonomic information as well as new technologies during the driver' seat construction found.

The other necessary analysis was focused on differences at overloading of driver's movement system during driving of different kinds of motor vehicles. A joint angle was measured at the primary joints of driver's body during driving of different kinds of motor vehicles and it was also compared with optimum angles.

As these analyses showed, the lowest overloaded of driver's movement system was found out at the truck drivers and the highest level of overloading of driver's movement system was found out at the sport's motorbike drivers.

There were made recommendations about safety stops, their length and content during driving different kinds of vehicles. These recommendations took actual legislation as well as established information into consideration. During safety stops there were given recommendations for making compensatory exercises like relaxing as well as protractible exercises. There were also specified appropriate muscles, muscles groups or part of body, which the exercises should be focused on. For achieving optimal neutralization of movement system overloading it is important the given recommendations to connect to the active living style as well as other alternative techniques like massage of biologic active points of face, massage of auricle etc. In case of comprehensive approach, it is possible to achieve synergic effect and thus improve the quality of driver's movement system as well as the quality of its life.

The way, how the recommendation could be useful in practice and which differences could be observed between drivers using them and not it could be the subject of another research.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

- Aaras, A. (1994). The impact of ergonomic intervention on individual health and corporate prosperity in a telecommunications environment. *Ergonomics*, 37, 1679–1696.
- Adamírová, J., Hálková, J., Havlíčková, L., Chválová, O., Kloudová M., Kopřivová, J., Matoušková, M., Osvaldová, V., Pivonková, V., Srdečná, H., Srdečný, V., & Vlková, Z. (2001). *Zdravotní tělesná výchova*. Praha: Česká asociace Sport pro všechny.
- Arenfisky, J. (1999). The hard truth about bones. *Current Health*, 23,6–11.
- Bajgar, J., Kotál, R., Marný, T., & Šulcová, V. (1996). *Člověk za volantem – učebnice autoškoly 2. díl*. Praha: Bertelsmann Media s.r.o.
- Birch, S. (2000). Why car seats can be such a pain in the back. *The Times*, pg. 49. Retrieved 14.1.2013 from ProQuest database on the World Wide Web: <http://search.proquest.com/docview/318285203?accountid=16730>
- Blood, R. P., Rynell, P. W. & Johnson, P. W. (2011). Vehicle design influences whole body vibration exposures: Effect of the location of the front axle relative to the cab. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 8, 364–374.
- Bovenzi, M. (2009). Metrics of whole-body vibration and exposure-response relationship for back pain in professional drivers: a prospective cohort study. *Int Arch Occup. Environ. Health*, 82, 893–917.
- Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Čihák, R. (2001). *Anatomie I*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Čermák, J., Chválová, O., Botlíková, V., & Dvořáková, H. (2000). *Záda už mě nebolí* (4th ed.). Praha: Jan Vašut.
- Daviesová, K. (2008). *Zdravá záda*. Praha: Slovart.
- Dostálová, I., Aláčová, P. G. (2006). *Vyšetřování svalového aparátu*. Olomouc: Hanex.
- Dylevský, I. (1998). *Základy anatomie a fyziologie člověka*. Olomouc: Epava.
- Dylevský, I. (2003). *Základy anatomie pro maséry*. Praha: Triton.
- Dylevský, I. (2007). *Obecná kineziologie*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- EUR-Lex. (2013). *Nářízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č.561/2006*. Retrieved 2.3.2013 from World Wide Web: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:102:0001:0013:-CS:PDF>

- Evropská Komise. (2013). *Eu physical activity guidelines 2008*. Retrieved 11.3.2013 from World Wide Web: http://ec.europa.eu/sport/library/documents/c1/eu-physical-activity-guidelines-2008_cs.pdf
- Falou, et al. (2002). Evaluation of driver discomfort during long-duration car driving. *Applied Ergonomics*, 34, 249–255.
- Ferguson, L. W. & Gerwin R. (2005). *Clinical mastery in the treatment of myofascial pain*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Finandová, D. (2008). *Spoušťové body a jejich odstraňování*. Olomouc: Poznání.
- Finandová, D., & Finando, S. (2004). *Fundované doteky*. Olomouc: Poznání.
- Fukushima, R. (1999). Balance training seen as fitness key. *Edmonton Journal*, F4. Retrieved 20.1.2013 from ProQuest database on the World Wide Web: <http://search.proquest.com/docview/252623078?accountid=16730>
- Gilbertová, S., & Matoušek, O. (2002). *Ergonomie optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada Publishing a.s.
- Gúth, A., Srdošová, D., Čelko, J. & Zálešáková, J. (2000). *Výchovná rehabilitace, aneb jak vyučovat školu páteře*. Praha: Egem.
- Haladová, E. & Nechvátalová, L. (2003). *Výšetrovací metody hybného systému*. Brno: NCO NZO.
- Hancock, P. A. & Verwey W. B. (1997). Fatigue, workload and adaptive driver systems. *Accid. Anal. and Prev.*, 29, 4, 495–506.
- Harrison, D. D., Harrison, S. O., Croft, A. C., Harrison, & D. E., Troyanovich, S. J. (2000). Sitting Biomechanics, Part II: Optimal Car Driver`s Seat and Optimal Driver`s Spinal Model. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 23, 1, 37–47.
- Havlík, K. (2005). *Psychologie pro řidiče*. Praha: Portál, s.r.o.
- Herman, M. (2008). *Najděte si svého marťana*. Olomouc, Hanex.
- Hnízdil, J., Šavlík, J., & Beránková, B. (2005). *Bolesti zad mýty & realita*. Praha: Triton.
- Hu, T., Xie, X., Han, X. & Ma, X. (2012). How do passengers influence drivers propensities for angry driving? Different effects of supervisor versus friends. *Accident Analysis and Prevention*, 49, 429–438.
- Huguenin, L. K. (2004). Myofascial trigger points: the current evidence. *Physical Therapy in Sport*, 5, 2–12.
- Chaitow, L. (2003) *Palpation and Assesment Skills*. London: Churchill Livingstone.

- Chaudhary, V. (1998). Too much exercise can seriously damage your bones, doctors warn. London: *The Guardian*, 18 Nov., 005. Retrieved 19.1.2013 from ProQuest database on the World Wide Web: <http://search.proquest.com/docview/245309112?accountid=16730>
- Chen, J., Dennerlein, J. T., Shin, T., Chen, Ch., Cheng, Y., Chang, W. P., Ryan, L. M., & Christiani, D. C. (2004). Knee Pain and Driving Duration: A Secondary Analysis of the Taxi Drivers` Health Study. *Am. J. Public Health*, 94, 4, 575–581.
- Chris, Z. (2005). Driving can be a pain in the back: Truck drivers have high incidence of back injuries. *Nanaimo Daily News*, C3. Retrieved 19.1.2013 from ProQuest database on the World Wide Web: <http://search.proquest.com/docview/361750805?accountid=16730>
- Janásek, A. (2011). *Kompenzace zátěže pohybového aparátu řidičů motorových vozidel*. Bakalářská práce. Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Janda, V. (1982). *Základy funkčních (neparetických) hybných poruch*. Brno: ÚDVSZP.
- Janda, V. (1996). *Funkční svalový test*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- John Deer. (2013). *Řada 8R – modelový rok 2011*. Retrieved 2.3.2013 from World Wide Web: <http://johndeeredistributor.cz/Zemedelska-technika/Produkty/Traktory/Rada-8R-modelovy-rok-2011>
- Kaminoff, L. (2010). *Anatomie jógy*. Brno: Computer Press, a.s.
- Křivda, V., Richtář, M. & Olivková, I. (2007). *Silniční doprava*. Ostrava: VŠB–TUO.
- Komercová, J. & Svobodová, M. (2007). *Autorehabilitační sestava*. Olomouc: Dobra & FONTÁNA.
- Lal, S. K. L. & Craig, A. (2001). A critical review of the psychophysiology of driver fatigue. *Biological psychology*, 55, 173–194.
- Larsen, Ch., Larsen, C., & Hartelt, O. (2010). *Držení těla analýza a způsoby zlepšení*. Olomouc: Poznání.
- Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba*. Praha: Sdělovací technika, spol. s r.o.
- Libchavy s.r.o.. (2013). *Meziměstský autobus SOR C 9,5*. Retrieved 2.3.2013 from World Wide Web: <http://www.sor.cz/site/mezimestsky-autobus-sor-c-95>
- Makhsous, M., Hendrix, R., Crowther, Z., Nam, E. & Lin, F. (2005). Reducing whole-body vibration and musculoskeletal injury with a new car seat design. *Ergonomics*, 48, 9, 1183–1199.
- McCartt, A. T., Rohrbaugh, J. W., Hammer, M. C. & Fuller, S. Z. (2000). Factors associated with falling asleep at the wheel among long-distance truck driver. *Accident Analysis and Prevention*, 32, 493–504.

- Mercedes-Benz. (2013). *Nové Citaro*. Retrieved 2.3.2013 from World Wide Web: http://www.mercedesbenz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/bus/home/new_buses/models/regular_service_busses/Citaro_c2/facts/comfort_overv.htm
- Mercedes-Benz. (2013). *Nový Actros*. Retrieved 2.3.2013 from World Wide Web: http://www.mercedesbenz.cz/content/czechia/mpc/mpc_czechia_website/czng/home_mpc/trucks/home/long_distance/new_actros/comfort/working_comfort.fb0006.html
- MOTOFANDA. (2013). *Ledvinový pás Acerbis X-GEL*. Retrieved 11.3.2013 from World Wide Web: <http://www.motofanda.cz/chranice-ledvin/29-acerbis-x-gel-ledvinov-ps.html>
- Muscle Imbalance Syndromes. (2013). *Lower Crossed Syndrome*. Retrieved 25.1.2013 from World Wide Web: <http://www.muscleimbalancesyndromes.com/janda-syndromes/lower-crossed-syndrome/>
- Muscle Imbalance Syndromes. (2013). *Upper Crossed Syndrome*. Retrieved 25.1.2013 from World Wide Web: <http://www.muscleimbalancesyndromes.com/janda-syndromes/upper-crossed-syndrome/>
- Norbekov, M. S. (2002). *Jak se zbavit brýlí zkušenosti hlupáka aneb klíč k prozření*. Praha: Lott, s.r.o.
- Norbekov, M. S. (2004). *Lekce Dr. Norbekova cesta k mládí a zdraví*. Praha: Lott, s.r.o.
- Norbekov, M. S. (2005). *Trénink těla a ducha*. Praha: Lott, s.r.o.
- Obrda, D., & Šulcová, Y. (2002). *Vyšetřovací metody*. Praha: Mills.
- Okunribido, O. O., Magnusson, M. & Pope, M. H. (2008). The role of whole body vibration, posture and manual materials handling as risk factors for low back pain in occupational drivers. *Ergonomics*, 51, 3, 308–329.
- Paoletti, S. (2009). *Fascie, anatomie, dysfunkce, léčení*. Olomouc: Poznání.
- Policie ČR. (2010). *Statistika nehodovosti*. Retrieved 16.1.2013 from World Wide Web: <http://www.policie.cz/clanek/statistika-nehodovosti-900835.aspx>
- Porter, J., M. (1999) Driving and musculoskeletal health. *The Safety & Health Practitioner*, 17, 7.
- Richter, P., Hebgen, E. (2011). *Spouštěcí body a funkční svalové řetězce v osteopatii a manuální terapii*. Praha: Pragma.
- Rolf, I. P. (1997). *Rolfing*. Praha. Pragma.
- Rychlíková, E. (1997). *Manuální medicína. Průvodce diagnostikou a léčbou vertebrogenních poruch*. Praha: Maxdorf.

- Sbírka zákonů České republiky (2000). 361. *Zákon o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, p. o.
- Sbírka zákonů České republiky (2001). 56. *Zákon o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, p. o.
- Sbírka zákonů České republiky (2001). 475. *Zákon o pracovní době a době odpočinku zaměstnanců s nerovnoměrně rozvrženou pracovní dobou v dopravě*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, p. o.
- Sbírka zákonů České republiky (2001). 178. *Nářízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, p. o.
- Sbírka zákonů České republiky (2002). 168. *Nářízení vlády, kterým se stanoví způsob organizace práce a pracovních postupů, které je zaměstnavatel povinen zajistit při provozování dopravy dopravními prostředky*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, p. o.
- Sbírka zákonů České republiky (2006). 262. *Zákoník práce*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, p. o.
- Sbírka zákonů České republiky (2006). 589. *Nářízení vlády, kterým se stanoví odchylná úprava pracovní doby a doby odpočinku zaměstnanců v dopravě*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, p. o.
- Sbírka zákonů České republiky (2010). 82. *Sdělení Ministerstva zahraničních věcí, kterým se mění a doplňuje sdělení Ministerstva zahraničních věcí č. 62/2010 Sb. m. s. o vyhlášení přijetí změn a dodatků Evropské dohody o práci osádek vozidel v mezinárodní silniční dopravě (AETR)*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, p. o.
- Sdružení automobilového průmyslu. (2013). *Stručný komentář k registracím základních kategorií vozidel*. Retrieved 15.1.2013 from World Wide Web: <http://www.autosap.cz/sfiles/a1-9.htm#koment>
- Schröter, Z. (2006). *Autoškola- moderní učebnice*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Schröter, Z. (2010). *Autoškola pohodlně*. Plzeň: Schröter.
- Storck, U. (2010). *Technika masáže v rehabilitaci*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Thiffault, P. & Bergeon, J. (2002). Monotony of road environment and driver fatigue: a simulator study. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 381–391.
- Tichanovský, B. & Fotina, L. (2006). *Pomoz si sám*. Zlín: Vydavatelství Veronika Málková.
- Tichý, M. (2000). *Funkční diagnostika pohybového aparátu*. Praha: Triton.
- Tichý, M. (2005). *Dysfunkce kloubu*. Praha: Miroslav Tichý.
- Ting, P., Hwang, J. Doong, J. & Jeng, M. (2008). Driver fatigue and highway driving: a simulator study. *Physiology & Behavior*, 94, 448–453.

- Tolčinskaja, L. I. Et al. (2004). *Šance zdravý život bez léků*. Praha: Lott, s.r.o.
- Travellová, J. G., Simons, D. G., & Simonsová, L. S. (1999). *Myofascial Pain and Dysfunction*. Baltimore: Williams and Wilkins.
- Trojan, S. et al. (2003). *Lékařská fyziologie* (4th ed.). Praha: Grada Publishing, a.s.
- Trojan, S., Druga, R., Pfeiffer, J. & Votava, J. (2001). *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. Praha: Grada Publishing, a.s.
- Václavík, V. et al. (1986). *Řízení motorových vozidel*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Vogel et all. (2013). *Autoškola 2013*. Praha: Business Media CZ, s.r.o.
- Vogel et all, (2010). *Pracovní režim a pracovní doba řidiče*. Praha: Business Media CZ, s.r.o.
- Williamson, A. M., Feyer, A. M. & Friswell, R. (1996). The impact of work practices on fatigue in long distance truck drivers. *Accid. Anal. and Prev.*, 28, 6, 709–719.