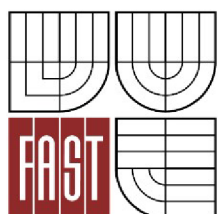




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF ROAD STRUCTURES

OBJEKTIVIZACE PARAMETRŮ VÝPOČTU VZDÁLENOSTI PRO PŘEDJÍŽDĚNÍ

OBJECTIFICATION OF CALCULATION OF PASSING SIGHT DISTANCE PARAMETERS

DISERTAČNÍ PRÁCE
DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ING. VERONIKA VALENTOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MICHAL RADIMSKÝ, Ph.D.

BRNO 2015

Abstrakt

Předjížděcí manévr je velmi komplexní děj, který závisí na mnoha parametrech, nejdůležitější s nich jsou výkon vozidla, podélný sklon, rychlost na počátku manévru, reakční doba řidiče, ale také směrové vedení trasy a rychlost vozidel v protisměru. Při navrhování pozemních komunikací se vychází z tzv. vzdálenosti pro předjíždění. Vzdálenost pro předjíždění je v ČSN 73 6101 stanovována na základě zjednodušeného fyzikálního modelu. Uvažovány jsou konstantní rozdíly rychlostí a není uvažováno s podélným sklonem komunikace. Tento výpočet je využíván již několik desítek let a je vyžadováno prověření tohoto postupu. To bylo účelem této práce.

Byl sestaven detailní fyzikální model několika typů osobních vozidel, bylo uvažováno s výkonovými křivkami, nutností řazení. Rozestupy na počátku a konci manévru byly voleny s ohledem na reakční dobu řidičů a porovnány se závěry pozorování v zahraničních studiích.

Pro fyzikální model byly zjišťovány vstupní hodnoty některých parametrů vlastním měřením a porovnávány s údaji uváděnými v literatuře. Analýza byla prováděna za pomoci videozáznamů z kamery umístěné na přední i zadní vozidla. Dále byla provedena analýza zahraničních předpisů a standardů pro navrhování směrově nerozdělených dvoupruhových silnic a také zahraničních výzkumů prováděných pomocí řízených experimentů na specializovaných drahách i pomocí observační metody.

Pro vybrané vozidlo byly provedeny simulace testující vliv jednotlivých parametrů. Nejvýznamnější byl vliv podélného sklonu komunikace a valivého odporu.

Pro dosažení výsledků použitelných pro možnou aktualizaci předpisů pro navrhování komunikací byly provedeny další simulace pro 43 variant modelů osobních vozů s různými motory a převodovkami. Vozidla byla rozdělena do kategorií podle objemu a výkonu motoru (do 1400 ccm, nad 1400 ccm; do 66 kW, nad 66 kW).

Výsledné hodnoty byly sestaveny do tabulkové podoby, aby mohly sloužit k diskusi úpravy ČSN 73 6101 Projektování pozemních komunikací.

Abstract

Overtaking maneuver is very complex event influenced by many parameters. The most important parameters are vehicle performance, longitudinal slope, the speed at the beginning of the maneuver, the reaction time of the driver. Overtaking distance at CSN 73 6101 is determined on the basis of a simplified physical model. It considers constant speed of vehicles (overtaking and overtaken) and it does not consider a longitudinal gradient of road. This calculation is used for several decades and it is required to verify this procedure. That was the purpose of this work.

Detailed physical model was performed for several types of passenger vehicles, performance curves and gear changes were included too. Distances between vehicles at the beginning and in the end of the maneuver were chosen with regard to reaction times of drivers. Distances were compared with conclusions of observation studies.

Input values of some parameters were determined by own measurement and compared with data reported in the literature. The analysis was performed using the video camera positioned at the front and rear of the vehicle.

For selected vehicle were conducted simulations testing the influence of particular parameters. The parameters with the biggest influence were longitudinal slope of the road and rolling friction.

To achieve results useful for a possible regulations update for the design of roads another simulation models for 43 variants of passenger cars with different engines and transmissions were done. The vehicles were divided into categories based on engine capacity and engine power (up to 1400 ccm, over 1400 ccm; 66 kW to over 66 kW).

Results were compiled in tabular form that could be used to discuss modifications to CSN 73 6101 Design of roads.

Klíčová slova

Předjížděcí manévr, podélný sklon, rozhled pro předjíždění, vzdálenost pro předjíždění, zrychlení, reakční doba řidiče, fyzikální model vozidla

Keywords

Overtaking maneuver, longitudinal slope, overtaking sight distance, acceleration, driver reaction time, vehicle physical model

Bibliografická citace VŠKP

Ing. Veronika Valentová *Bezpečnost provozu na pozemních komunikacích ve vztahu k jejich proměnným a neproměnným parametrům*. Brno, 2015. 106 s., 148 s. příl. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav pozemních komunikací. Vedoucí práce Ing. Michal Radimský, Ph.D.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem doktorskou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 18. 12. 2015

.....
Ing. Veronika Valentová

Poděkování

Děkuji mému školiteli Ing. Michalu Radimskému, Ph.D. za vedení při řešení této práce. Velice si cením pomoci školitele specialisty, Ing. Jindřicha Friče, Ph.D., která byla pro vytvoření modelu vozidla nepostradatelná. Děkuji také mé rodině za podporu, shovívavost a mému muži také za trpělivost při diskuzích o modelu a jeho programování. Dále děkuji Ing. Ondřeji Gogolínovi za pomoc při záznamu dat pomocí měřicího vozidla.

Obsah

KAPITOLA 1	ÚVOD	7
KAPITOLA 2	ÚČEL A CÍLE PRÁCE	8
KAPITOLA 3	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	10
3.1.	SOUČASNÝ STAV V ČR.....	10
3.2.	ZAHRANIČNÍ STANDARDY.....	13
2.2.1.	<i>Velká Británie</i>	14
2.2.2.	<i>Švédsko</i>	15
2.2.3.	<i>Francie</i>	16
2.2.4.	<i>Austrálie a Nový Zéland</i>	16
2.3.	REAKČNÍ DOBA ŘIDIČE.....	18
3.4.	ROZLIŠOVACÍ SCHOPNOST OKA ŘIDIČE.....	20
3.5.	STUDIE PŘEDJÍZDĚCÍHO MANÉVRU.....	22
KAPITOLA 4	KRITICKÉ ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU	28
KAPITOLA 5	METODY A MĚŘENÍ	30
5.1.	POHYBOVÁ ROVNICE.....	30
5.1.1.	<i>Jízdní odpory</i>	31
5.1.2.	<i>Hnací síla</i>	38
5.1.3.	<i>Výkon vozidla</i>	39
5.1.4.	<i>Výsledná pohybová rovnice</i>	40
5.2.	VÝBĚR REFERENČNÍCH VOZIDEL.....	41
5.2.1.	<i>Statické rozložení vozového parku</i>	41
5.2.2.	<i>Dynamické složení vozového parku v ČR</i>	44
5.2.3.	<i>Referenční vozidla</i>	45
5.3.	PŘEDJÍZDĚCÍ MANÉVR.....	46
5.3.1.	<i>Typy předjízděcích manévrů</i>	46
5.3.2.	<i>Vstupní předpoklady manévru</i>	46
5.3.3.	<i>Fáze předjízděcího manévru</i>	48
5.3.4.	<i>Fáze 0</i>	49
5.3.5.	<i>Fáze 1</i>	49
5.3.6.	<i>Fáze 2</i>	51
5.3.7.	<i>Fáze 3</i>	52
5.3.8.	<i>Fáze 4</i>	53
5.4.	VÝZKUM ČASU PŘÍČNÉHO PŘEMÍSTĚNÍ A ZPOŽDĚNÍ NA POČÁTKU MANÉVRU.....	54
5.4.1.	<i>Čas příčného přemístění</i>	55
5.4.2.	<i>Zpoždění na počátku manévru</i>	58
5.4.3.	<i>Shrnutí</i>	59
5.5.	DOBA ŘAZENÍ.....	59
5.6.	SIMULACE MANÉVRU.....	60
5.6.1.	<i>Vstupní parametry simulace</i>	62
5.6.2.	<i>Simulační software PM Sim</i>	62
KAPITOLA 6	VÝSLEDKY	66
6.1.	VLIV PARAMETRŮ VÝPOČTU NA VZDÁLENOST PRO PŘEDJÍZDĚNÍ.....	67
6.1.1.	<i>Reakční doba řidiče předjízděcího vozidla (2)</i>	67
6.1.2.	<i>Reakční doba řidiče předjízděného vozidla (1)</i>	67
6.1.3.	<i>Doba řazení</i>	68
6.1.4.	<i>Zpomalení při kritickém brždění – předjízdějí vozidlo (2)</i>	69
6.1.5.	<i>Zpomalení při kritickém brždění – předjízděné vozidlo (1)</i>	70
6.1.6.	<i>Součinitel valivého odporu</i>	71

6.1.7.	<i>Délka předjížděného vozidla</i>	72
6.1.8.	<i>Podélný sklon komunikace</i>	73
6.1.9.	<i>Výkon motoru</i>	74
6.2.	VZDÁLENOST PRO PŘEDJÍŽDĚNÍ V ZÁVISLOSTI NA PODÉLNÉM SKLONU	75
6.3.	MINIMÁLNÍ POLOMĚR SMĚROVÉHO OBLOKU BEZ NUTNOSTI OVĚŘIT ROZHLED PRO PŘEDJÍŽDĚNÍ.....	81
	KAPITOLA 7 DISKUZE VÝSLEDKŮ	90
7.1.	POROVNÁNÍ S ČSN 73 6101	94
	KAPITOLA 8 ZÁVĚR	96
8.1.	SPLNĚNÍ CÍLŮ DISERTAČNÍ PRÁCE	96
8.2.	AKTUÁLNOST TÉMATU	97
8.3.	PŘÍNOS PRÁCE PRO PRAXI A ROZVOJ VĚDY	97
8.3.1.	<i>Závěry z pohledu metodologie</i>	97
8.3.2.	<i>Závěry z pohledu výsledků</i>	98
	REFERENCE	99
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	105
	SEZNAM PŘÍLOH	107
	PŘÍLOHA 1 REFERENČNÍ VOZIDLA	108
8.4.	ŠKODA FELICIA	108
8.5.	ŠKODA FABIA	110
8.5.1.	<i>Škoda Fabia I</i>	111
8.5.2.	<i>Škoda Fabia II</i>	114
8.6.	ŠKODA OCTAVIA.....	118
8.6.1.	<i>Škoda Octavia I</i>	118
8.6.2.	<i>Škoda Octavia II</i>	122
	PŘÍLOHA 2 PŘEVODOVÉ POMĚRY	126
2.1.	ŠKODA FELICIA	126
2.2.	ŠKODA FABIA I	126
2.3.	ŠKODA FABIA II.....	128
2.4.	ŠKODA OCTAVIA I	129
2.5.	ŠKODA OCTAVIA II.....	131
	PŘÍLOHA 3 PODROBNÉ VÝSLEDKY	134
3.1.	RYCHLOST 60 KM/H.....	134
3.1.1.	<i>Protijedoucí 60 km/h</i>	134
3.1.2.	<i>Protijedoucí 70 km/h</i>	135
3.1.3.	<i>Protijedoucí 80 km/h</i>	137
3.1.4.	<i>Protijedoucí 90 km/h</i>	138
3.2.	RYCHLOST 70 KM/H.....	140
3.2.1.	<i>Protijedoucí 70 km/h</i>	140
3.2.2.	<i>Protijedoucí 80 km/h</i>	141
3.2.3.	<i>Protijedoucí 90 km/h</i>	143
3.3.	RYCHLOST 80 KM/H.....	144
3.3.1.	<i>Protijedoucí 80 km/h</i>	144
3.3.2.	<i>Protijedoucí 90 km/h</i>	146
3.4.	RYCHLOST 90 KM/H.....	147
3.4.1.	<i>Protijedoucí 90 km/h</i>	147

Kapitola 1 Úvod

Provoz na pozemních komunikacích je specifický účastí celé řady účastníků s velmi odlišnými požadavky. Od pěších přes bruslaře, cyklisty, motocyklisty až po řidiče motorových vozidel.

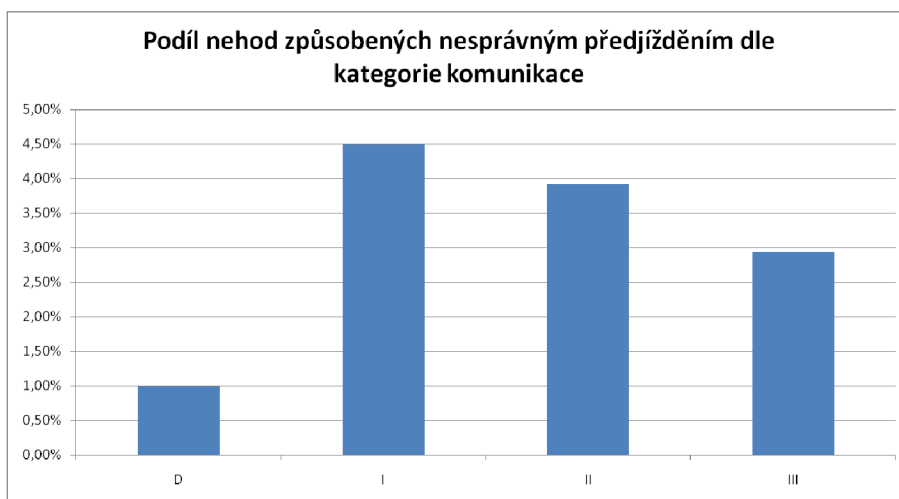
Následující text se věnuje pouze motorovým vozidlům, u nichž se setkáváme s různorodými charakteristikami. Významné rozdíly jsou např. v rozměrech vozidel (různé typy karoserií osobních vozidel, dodávek, nákladních vozidel i autobusů), výkonu hnací jednotky, převodovce či brzdovém systému. U osobních vozidel se lze setkat s výkonem v řádech několika desítek kilowatt (viz vozidlo Škoda Fabia s motorem o výkonu 40 kW) až po vozidla vyšší třídy překračující hodnotu 100 kW.

Norma ČSN 73 6101 Navrhování silnic a dálnic používá zjednodušený výpočet vzdálenosti pro předjíždění, který byl publikován již v 70. letech minulého století. Ve výpočtu je uvažováno s rovnoměrným pohybem vozidel se stanovením rozdílu rychlosti pro jednotlivé návrhové rychlosti. Je však tento výpočet dostatečně přesný a dokáže reflektovat současnou flotilu vozidel? To je otázka, na kterou se snaží tato práce odpovědět. A proč odpověď hledat? Nesprávné předjíždění, tak jak jej eviduje Policie ČR má každoročně na svědomí okolo 30 lidských životů. Z pohledu ekonomických ztrát tyto nehody přesahují hodnotu 500 mil. Kč. (Valach a kol., 2013). Zvyšování bezpečnosti silničního provozu je obsahem Národní strategie bezpečnosti provozu 2011 – 2020 (Ministerstvo dopravy ČR, 2011). V tomto dokumentu jsou popsány způsoby vedoucí ke zvýšení bezpečnosti silničního provozu, jedním z nich je i bezpečný design. Je prokázáno, že uspořádání a technický stav komunikace přispívají téměř k třetině silničních nehod.

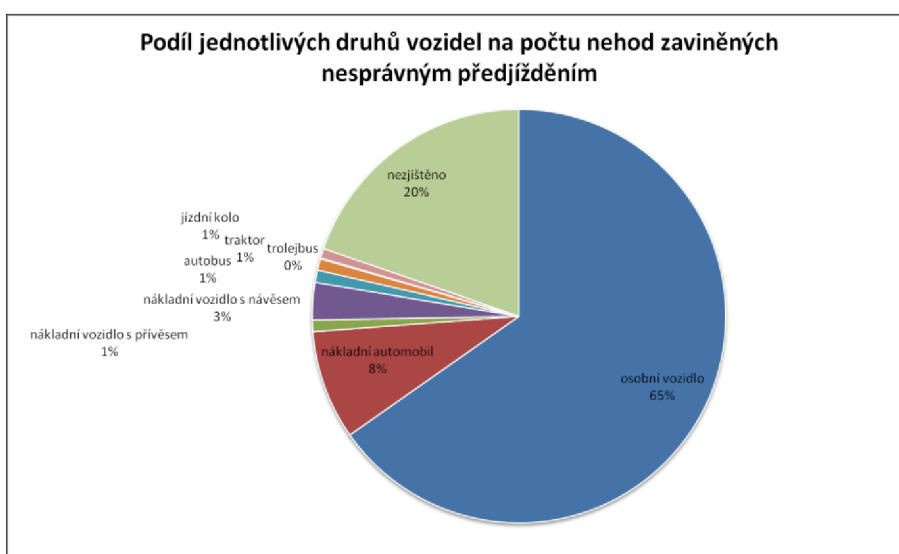
V této práci je předjížděcí manévr rozebrán komplexně, zaměřen na nejkritičtější druh předjížděcího manévru a počítán na základě fyzikální podstaty. Úloha je výpočetně složitá s velkým množstvím vstupujících parametrů. Bylo nutné provést několik druhů vlastních měření a naprogramovat simulační software.

Kapitola 2 Účel a cíle práce

V posledních letech prošly české předpisy pro navrhování pozemních komunikací celou řadou změn. Účelem těchto změn je zejména zvýšení bezpečnosti pozemních komunikací, jejich přizpůsobení současnému provozu a zvýšení ekonomičnosti výstavby. Tato práce rovněž přispívá k tomuto trendu. Nesprávné předjíždění je problémem zejména silnic I. a II. tříd, jak je zřejmé z grafu v obrázku 1, kde se počet nehod způsobených nesprávným předjížděním pohybuje okolo 4 % všech dopravních nehod. Hlavními viníky těchto nehod jsou řidiči osobních vozidel, jak je patrné z grafu na obrázku 2. Při zjištění, že při více než polovině z těchto nehod dochází k následkům na zdraví, se jeví ověření a případná aktualizace délek rozhledu pro předjíždění v normě ČSN 73 6101 jako opodstatněná.



Obrázek 1 Podíl nehod způsobených nesprávným předjížděním dle kategorie komunikace (Sobotka, 2015)



Obrázek 2 Podíl jednotlivých druhů vozidel na počtu nehod zaviněných nesprávným předjížděním (Sobotka, 2015)

Výpočet vzdáleností pro předjíždění uváděný v ČSN 73 6101 byl publikován již v na počátku 70. let minulého století, viz kapitola 2.1. (Bednařík, 1972). Je zřejmé, že v této době byla provozována odlišná flotila vozidel, než je tomu v současné době. Výpočet je rovněž poplatný době svého vzniku a vychází ze zjednodušených předpokladů. Současná výpočetní technika umožňuje provedení detailního výpočtu s uvažováním jízdních odporů, výkonových křivek, změnou rychlostního stupně a dalších parametrů. Některé další vstupní parametry je možné zjistit pomocí observačních metod chování řidičů v reálném provozu.

Nová zjištění mohou přinést rozdílné hodnoty vzdáleností pro předjíždění a v případě jejich zkrácení vést i ke snížení nákladů na výstavbu. V případě jejich prodloužení pak k upozornění na nutnost úpravy předpisů a k následnému snížení ztrát z dopravní nehodovosti. Toto by přinášelo finanční úsporu nepřímo.

V současné době rovněž probíhají odborné debaty, zda uvažování při návrhu komunikace s předjížděním je opodstatněné a zda od něho nelze upustit. Tato práce může do této debaty výrazně přispět.

Hlavním cílem práce je objektivizovat výpočet vzdálenosti pro předjíždění. K jeho dosažení byla využita analýza zdrojů veličin vstupujících do výpočtu vzdálenosti pro předjíždění, vlastní observační výzkumy a vlastní simulační software, který provádí samotný výpočet.

Dalším cílem práce jsou doporučení pro praktickou aplikaci při návrhu pozemních komunikací a pro šetření soudních znalců. Jeho součástí je také analýza postupu uvedeného v ČSN 73 6101 a jeho porovnání s objektivizovaným výpočtem.

Ke splnění těchto cílů bylo nutno řešit řadu cílů dílčích:

- Zjistit hodnoty času příčného přemístění,
- zjistit jak dlouho řidiči trvá, než zahájí manévr od okamžiku, kdy nastaly podmínky pro předjetí,
- stanovit referenční vozidla,
- pro jednotlivá referenční vozidla zjistit vyráběné motory a jejich charakteristiky nutné pro výpočet vzdálenosti nutné pro předjetí,
- vytvořit výpočtové sestavy - jednotlivé typy vozidel s různými motory, jednoznačné označení sestav,
- pro jednotlivé výpočtové sestavy zjistit schopnost zrychlovat při různých sklonech a různé počáteční rychlosti,
- pro jednotlivé výpočtové sestavy vypočítat vzdálenost nutnou pro předjetí v závislosti na sklonu, seskupit výsledky do tabulky,
- z jednotlivých výsledků stanovit celkové výsledky, které budou zaokrouhleny na hodnoty vhodné pro praktické využití.

Kapitola 3 Analýza současného stavu

3.1. Současný stav v ČR

V oblasti navrhování pozemních komunikací je předjížděcí manévr řešen v ČSN 73 6101 Navrhování pozemních komunikací a to pomocí rozhledu pro předjíždění (ČSN 73 6101, 2004; ČSN 73 6101 Z1, 2009). Požadavky na rozhledové poměry jsou popsány v bodě 8.5 této normy:

- Zajišťuje se pouze na dvoupruhových obousměrných komunikacích.
- V místech, kde mohou vozidla odbočovat vlevo, musí být zajištěna polovina délky pro předjíždění v protisměru.
- Rozhled pro předjíždění má být zajištěn na maximální délce komunikace.
- Pokud by zajištění rozhledu pro předjíždění bylo obtížné, doporučuje se přistoupit k porovnání variant jiných řešení, jak umožnit předjíždění
 - zvětšením zemních a podobných prací.
 - rozšířením komunikace o jízdní pruhy v obou směrech.
 - rozšířením komunikace o jízdní pruh ve směru s nevyhovujícím rozhledem.
 - rozšířením komunikace o jízdní pruh při dosažené výhledové intenzitě 80 % a vyšší pro třídu stoupání 1. Takový pruh by byl využíván střídavě oběma směry.
 - Zamezením předjíždění pomocí svislého a vodorovného značení.

Hodnoty rozhledu pro předjíždění dle ČSN 73 6101 jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1 Délky rozhledu pro předjíždění D_p [tabulka 11 ČSN 73 6101]

Návrhová/směrodatná rychlost v km/h	90	80	70	60	50	40
Délka rozhledu v m	550	500	450	400	300	200

Pro výpočet hodnot uvedených v tabulce 1 je v ČSN 73 6101 uveden vzorec v její příloze B následovně:

$$D_p = \frac{1,112 \cdot v_{n(s)}^2 + 32 \cdot v_{n(s)}}{\Delta v} \quad (1)$$

Kde:

$v_{n(s)}$ je návrhová/směrodatná rychlost v km/h;

Δv je uvažovaný rozdíl rychlosti vozidla předjíždějícího návrhovou/směrodatnou rychlostí a rychlosti předjížděného vozidla, viz tabulka 2.

Tabulka 2 Rozdíl mezi rychlostí předjíždějícího a předjížděného vozidla [tabulka B.2. ČSN 73 6101]

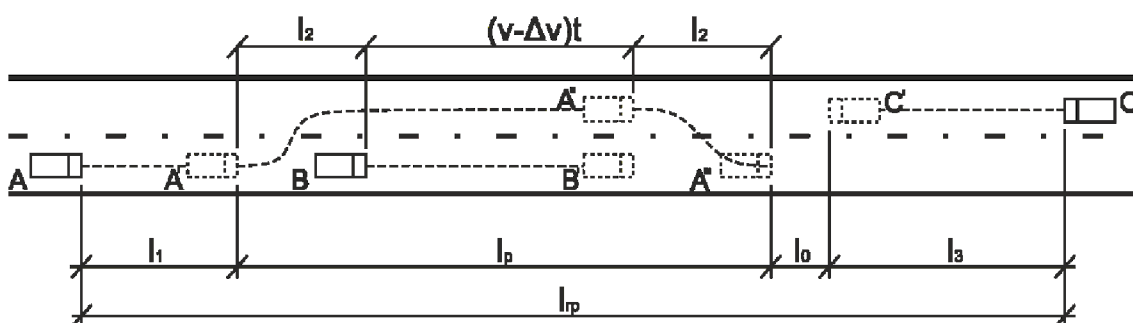
$v_{n(s)}$ (km/h)	100	90	80	70	60	50	40
Δv (km/h)	24	22	20	18		15	

K výsledné délce je připočten bezpečnostní odstup od vozidla v protisměru, který se rovná zaokrouhlení vypočtené vzdálenosti na nejbližší vyšší hodnotu 50 m.

Vztah uvedený v ČSN 73 6101 je možné odvodit za pomoci starší literatury (Chochol, 1989).

Předjížděcí manévry lze za pomoci schématu na obrázku 3 rozdělit do několika fází a rozčlenit na jednotlivé vzdálenosti

- rozhodovací dráha – l_1 ,
- dráha vlastního předjetí – l_{rp} ,
- rozestup vozidel na počátku a na konci manévru – l_2 ,
- bezpečnostní odstup mezi předjíždějícím vozidlem a protijedoucím vozidlem – l_0 ,
- dráha ujetá vozidlem v protisměru – l_3 .



Obrázek 3 Schéma předjížděcího manévru k odvození výpočtu uváděného v ČSN 73 6101

Při zahájení manévru je mezi vozy rozestup l_2 vyjádřený v rovnici 2 (Chochol, 1989).

$$l_2 = t_{rA} \cdot v_{n(s)} + d_B + b \quad (2)$$

Kde:

t_{rA} reakční doba řidiče vozu A [s],

$v_{n(s)}$ rychlost vozu A na počátku manévru (návrhová/směrodatná rychlost) [m/s],

d_B délka vozu B [m],

b bezpečnostní rozestup vozidla A od B [m].

Potom rychlejší vozidlo ujede dráhu l_p , viz rovnice 3 (Chochol, 1989).

$$l_p = 2 \cdot l_2 + (v_{n(s)} - \Delta v_{(ch)}) \cdot t \quad (3)$$

Kde:

t doba trvání manévru [s],

$\Delta v_{(ch)}$ rozdíl rychlostí mezi předjíždějícím a předjížděným [m/s].

Výpočet uvažuje s rovnoměrným pohybem všech vozidel. Předjíždějící vozidlo se pohybuje rychlostí v_n a předjížděné rychlostí $v_{n(s)} - \Delta v_{(ch)}$. Pak kromě vztahu uvedeného v rovnici 3, platí i vztah uvedený v rovnici 4 (Chochol, 1989).

$$l_p = v_{n(s)} \cdot t \quad (4)$$

Z tohoto lze odvodit vztah pro výpočet t , viz rovnice 5 a 6 (Chochol, 1989).

$$2 \cdot l_2 + (v_{n(s)} - \Delta v_{(ch)}) \cdot t = v_{n(s)} \cdot t \quad (5)$$

$$t = \frac{2 \cdot l_2}{\Delta v_{(ch)}} \quad (6)$$

Potom lze l_p vyjádřit ve závislosti na čase t , jak ukazuje rovnice 7 (Chochol, 1989).

$$l_p = v_{n(s)} \cdot \frac{2 \cdot l_2}{\Delta v_{(ch)}} \quad (7)$$

Prof. Chochol (Chochol, 1989) uvádí pro výpočet vzdálenosti l_2 minimální teoretický délkový rozstup vozidel $l_2 = v_n + 8$, kdy uvažuje reakční dobu řidiče předjíždějícího vozu 1 s.

Pokud bude rychlost protijedoucího vozu shodná s rychlostí předjíždějícího, pak $l_3 = l_p$.

Potom obě dvě vozidla ujedou dráhu l_{rp} , viz rovnice 8 (Chochol, 1989).

$$l_{rp} = 2 \cdot l_p = 2 \cdot \frac{2 \cdot (v_{n(s)} + 8) \cdot v_{n(s)}}{\Delta v_{(ch)}} = \frac{4 \cdot v_{n(s)}^2 + 32v_{n(s)}}{\Delta v_{(ch)}} \quad (8)$$

Při uvážení délek l_1 a l_0 bude celková délka rozhledu pro předjíždění stanovena dle rovnice 9.

$$l_{rp} = l_1 + 2 \cdot l_p + l_0 = l_1 + \frac{4 \cdot v_{n(s)}^2 + 32v_{n(s)}}{\Delta v_{(ch)}} + l_0 \quad (9)$$

ČSN 73 6101 neuvažuje s délkou l_1 . Délku l_0 nazývá b_{v2} a je rovna zaokrouhlení výsledku výpočtu na nejbližší vyšší hodnotu 50 m.

Vzorec uvedený v ČSN 73 6101 pro výpočet vzdálenosti D'_p je roven vzorci v rovnici 9. Liší se pouze převodem jednotek, do vzorce se dosazuje v km/h. Jak ukazuje rovnice 10.

$$l_{rp} = D'_p = \frac{4 \cdot \frac{v_{n(s)}^2}{3,6^2} + 32 \cdot \frac{v_{n(s)}}{3,6}}{\frac{\Delta v_{(ch)}}{3,6}} \cong \frac{1,112 \cdot v_{n(s)}^2 + 32 \cdot v_{n(s)}}{\Delta v} \quad (10)$$

Problematikou předjíždění se zabývá několik dalších publikací (Bradáč, 1999; Bednařík, 1972). Profesor Bradáč v knize Soudní inženýrství (Bradáč, 1999) rozděluje předjížděcí manévry na několik typů:

- Vozidlo předjížděné jede konstantní rychlostí, vozidlo předjíždějící rovněž,
- Vozidlo předjížděné jede konstantní rychlostí, vozidlo předjíždějící zrychluje:

- Bez omezení,
- S omezením,
- Vozidlo předjížděné snižuje rychlost, vozidlo předjíždějící jede konstantní rychlostí
- Vozidlo předjížděné snižuje rychlost, vozidlo předjíždějící zrychluje:
 - Bez omezení,
 - S omezením.

Výpočet manévru vychází z fyzikální podstaty manévru, nicméně hodnoty zrychlení jsou uvažovány konstantní, není uvažováno s žádnými jízdními odpory ani vlastnostmi vozidel.

V žádné z uvedené literatury se autorce nepodařilo najít podstatu a vztah, podle kterého by byly určeny rozdíly rychlostí uváděné v normě ČSN 73 6101. Lze se pouze domnívat, že hodnoty vycházejí z určitého optimálního poměru rychlostí předjížděného a předjíždějícího vozidla. Pokud předjíždějící vozidlo jede příliš rychle, potřebuje pravděpodobně delší dráhu na vybočení z jízdního pruhu a na zařazení zpět.

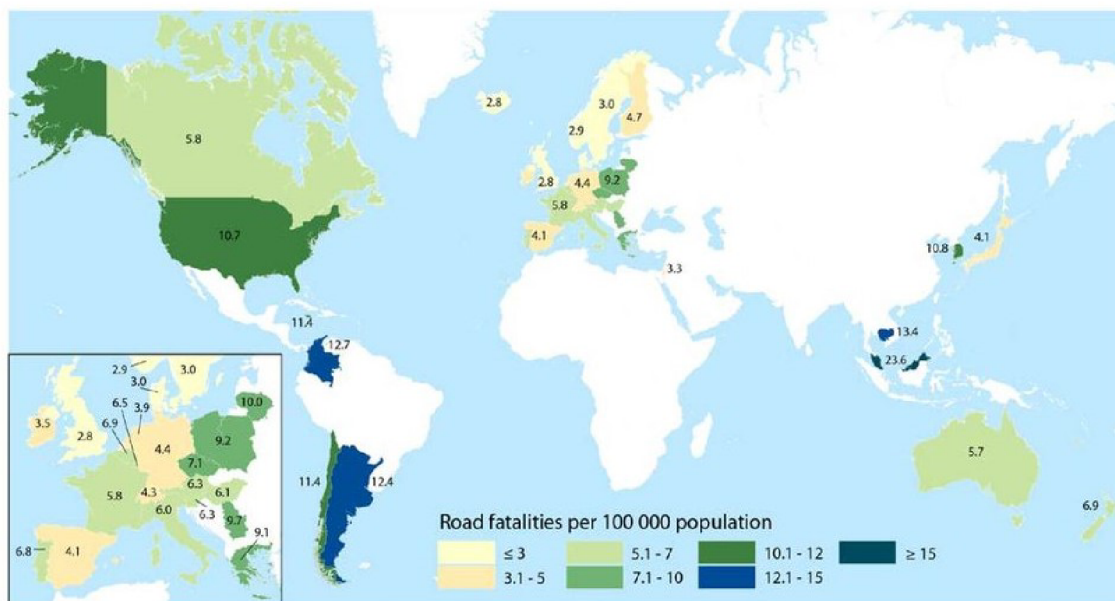
Požadavek na umožnění předjíždění je definován také v § 18 vyhlášky 104/1997 Sb., kterou se provádí zákon o provozu na pozemních komunikacích v odstavci 4 (Česká republika, 1997). Její znění je následující:

(4) Na silnicích s jedním obousměrným jízdním pásem je třeba, aby se úseky s větší než minimální délkou rozhledu pro předjíždění podílely co největší mírou na celkové délce komunikace a rozmístily po ní co nejrovnoměrněji.

3.2. Zahraniční standardy

V zahraničních předpisech lze nalézt řadu různých postupů pro stanovení vzdálenosti pro zastavení, tabulková vyjádření pro různé kategorie vozidel a návrhové či směrodatné rychlosti i výpočty pomocí matematických vztahů. Všechny tyto způsoby jsou odvozeny empiricky z pozorování a kombinovány s fyzikální podstatou předjížděcího manévru.

Mezi analyzovanými státy jsou země, v nichž je implementace prvků zvyšování bezpečnosti na pozemních komunikacích zahrnuta do přípravy staveb již řadu let, zejména Austrálie a Nový Zéland, Velká Británie a Švédsko. Nehodovost na silnicích v těchto zemích patří k nejnižším na světě, jak ukazuje obrázek 4 (OECD, 2014).



Obrázek 4 Úmrtí při silničních nehodách v přepočtu na 100 000 obyvatel za rok 2012 v členských a sledovaných zemích IRTAD (OECD, 2014)

2.2.1. Velká Británie

Design Manual for Roads and Bridges, Volume 6 Road Geometry (The Highway Agency, 2002)

Na základě kategorie komunikace je stanoven minimální procentuální podíl trasy, na kterém musí být umožněno předjíždění tzv. *Overtaking Value*. Hodnota se stanovuje pro každý směr zvlášť.

Tabulka 3 Procentuální podíl délky komunikace, na němž musí být zajištěn rozhled pro předjíždění

<i>Kategorie silnice</i>	<i>Overtaking Value</i>
Kategorie 1	15 %
Kategorie 2 a 3	30 %
Kategorie 4	40 %

Sekce pro předjíždění by měly na nově navrhovaných silnicích být rozmístěny tak, aby délka sekce, kde není možné předjíždět, nepřekročila 3 km. Z hlediska bezpečnosti dopravy je doporučeno umisťovat sekce s dovoleným předjížděním tak často, jak je to možné.

Pro stanovení rozhledu pro předjíždění je výška oka řidiče i výška překážky stanovena na 1,05 m. Minimální poloměry směrových oblouků pro předjíždění jsou stanoveny pro jednotlivé návrhové rychlosti.

Tabulka 4 Minimální poloměry směrových oblouků a vzdálenosti pro předjíždění

Návrhová rychlost [km/h]	100	85	70	60	50
Minimální poloměr [m]	8160	5760	4080	2880	2040
Vzdálenost pro předjíždění [m]	580	490	410	345	290

2.2.2. Švédsko

VU 94 ROAD DESIGN (Vägverket, 2010)

V tomto předpise je uveden požadavek na průměrnou dobu, za kterou má být umožněno předjetí nákladního (pomalého) vozidla. Tato doba je stanovena hodnotou 5 minut. Čili předjetí musí být umožněno maximálně po 5 minutách jízdy.

Vzdálenost pro předjíždění je rozdělena do tří kategorií. Je hodnocena jako dobrá, pokud dosahuje pro rychlost 90 km/h 900 m. To odpovídá situaci, kdy 85% řidičů se rozhodne předjet osobní i nákladní vozidlo při jízdě v řadě. Druhým stupněm je kategorie méně dobrá (700 m), kdy se předjíždět rozhodne asi polovina řidičů. Třetí stupeň je kvalita nízká (500 m), kdy se polovina řidičů rozhodne předjet vozidlo jedoucí nižší rychlostí než zbývající řada vozidel. Pro rychlosti 70 km/h jsou hodnoty v extravilánu 700/500/<350 m, v intravilánu potom 450/350/<350 m.

Na základě těchto vzdáleností je sestavena tabulka minimálních poloměrů směrových oblouků. Rozlišeny jsou levotočivé a pravotočivé oblouky.

Tabulka 5 Minimální poloměry levotočivých směrových oblouků

<i>Rozhled pro předjíždění [m]</i>	<i>Volný prostor k vnějšímu okraji vozovky</i>		
	4,5 m	5 m	6 m
350	1500	1400	1300
450	2500	2300	2200
500	3100	2900	2700
700	6100	5700	5300
900	10100	9300	8700

Tabulka 6 Minimální poloměry pravotočivých směrových oblouků

<i>Rozhled pro předjíždění [m]</i>	<i>Typ předjížděného vozidla</i>			
	13 m – 16 m	9 m – osobní voz.	9 m – bus	9 m – 16 m
500	5000	4500	7000	9000
700	-	8000	13000	17000
900	-	11000	18500	26000

2.2.3. Francie

Understanding the principle geometric design parameters for roads (Sétra, 2006)

Tento dokument navazuje na Highway Code a French Road Act, což jsou dokumenty stanovující minimální parametry extravilánových silnic ve Francii. Hodnoty v uváděných dokumentech jsou dostačující pro silnice regionálního významu. Dokument Understanding the principle geometric design parameters for roads shrnuje poznatky těchto dokumentů a vysvětluje způsob, jakým jsou uváděné hodnoty odvozeny.

Z hlediska vzdálenosti pro předjíždění uvádí, že rozhled na vzdálenost 500 m je obvykle pro předjíždění dostatečný. Výška oka řidiče i výška předchozího vozidla je uvažována 1,00 m nad vozovkou ve středu protisměrného jízdního pruhu, nebo uprostřed vozovky v případě uspořádání 2+1.

Předjíždění není umožněno na kratších vzdálenostech, ale ani vzdálenost 500 m není vždy dostačující. Běžný předjížděcí manévr trvá 11 – 12 s, potřebná rozhledová vzdálenost je uvedena v rovnici 11.

$$D = 6 \cdot v_p \quad (11)$$

Kde:

D nutná rozhledová vzdálenost [m]

v_p rychlost vozidla v protisměru [km/h]

U vozidel se silnějším výkonem může být trvání manévru zkráceno na 7 až 8 vteřin, potom stačí vzdálenost v hodnotě čtyř násobků rychlosti.

Dále jsou v dokumentu řešeny pouze výpočty rozhledových vzdáleností v horizontálním i vertikálním řešení (směrové a výškové vedení trasy).

2.2.4. Austrálie a Nový Zéland

State Highway Geometric Design Manual, Section 5: Vertical Alignment (Transit New Zealand, 2002)

Dokument stanovuje požadavky na návrh výškového vedení trasy.

Poskytnutí rozhledu pro předjíždění na základě vrcholového zakružovacího oblouku tak, aby byl poskytnut dostatečný rozhled, je dle tohoto dokumentu často neefektivní a efektivnější je zřízení stoupacího pruhu pro pomalá vozidla. Navíc často mohou vzniknout potíže s odvodněním oblouku velkého poloměru.

Na základě tohoto je doporučováno navrhovat tzv. střední rozhledovou vzdálenost. Je to vzdálenost, jež je stanovena jako dvojnásobek vzdálenosti pro zastavení.

Pro návrh minimálních poloměrů pro předjíždění je výška oka řidiče umístěna 1,05 m nad vozovkou a výška pozorovaného objektu ve výšce 1,15 m. Minimální poloměry pro předjíždění jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7 Minimální poloměry pro předjíždění

Návrhová rychlost [km/h]	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Mín. poloměr [m]	700	1400	2600	4100	6000	8900	13200	20100	28400
Střední rozhl. vzdálenost [m]	80	110	150	190	250	280	340	420	500

Předpis se rovněž zmiňuje o zajištění možnosti předjetí pomalejších vozidel, zejména pak nákladních vozidel ve stoupání a zajištění možnosti předjetí v závislosti na intenzitě vozidel. Pokud není bezpečné předjetí možné, vzrůstá frustrace řidiče rychlejšího vozidla a to vede k akceptování vyššího rizika během předjíždění a tím k vyššímu riziku dopravní nehody. Na silnicích s nízkými intenzitami je doporučeno, aby nebyla překročena doba 10 minut cestovního času, což je přibližně 10 – 15 km, kdy není umožněno předjetí. S rostoucí intenzitou dopravy by mělo být předjíždění umožněno po maximálně 3 – 5 km. Zřízení předjížděcích pruhů je doporučováno na komunikacích, kde je úroveň kvality dopravy na stupni C (Dle ČSN 73 6101 činí intenzity vozidel 730 – 1540 voz/h v závislosti na třídě stoupání křivolakosti komunikace (ČSN 73 6101, 2004)) či horším. Na základě tohoto parametru a v závislosti na podílu těžkých nákladních vozidel byl sestaven model efektivity a benefitů plynoucích ze zřízení pruhů pro předjíždění. Jeho výstupy jsou zobrazeny v tabulce 8.

Tabulka 8 Postup pro efektivní návrh předjížděcích pruhů

<i>Možnost pro předjíždění na 5 km</i>		<i>RPDI</i>		
<i>(a)</i>				
Popis	Procento délky umožňující předjíždění (b)	Procento pomalých vozidel		
		5	10	20
Výborná	70 – 100	5670	5000	4330
Dobrá	30 – 70	4330	3670	3330
Průměrná	10 – 30	3130	2800	2470
Příležitostná	5 – 10	2270	2000	1730
Omezená	0 – 5	1530	1330	1130
Nemožná (c)	0	930	800	670

(a) v závislosti délky hodnoceného úseku, může se pohybovat od 3 do 10 km
(b) včetně dodávek a vozidel s přívěsným vozíkem, karavanem apod.
(c) předjíždění není možné v úseku 3 km v obou směrech

Rural Road Design: A Guide to the Geometric Design of Rural Roads (Austroads Incorporated, 2003)

V dokumentu lze najít podobná pravidla pro zřízení předjížděcích pruhů na základě zajištění možnosti předjíždění každých 5 km, resp. 3 – 5 min. Pro samotné předjíždění je v dokumentu popsán stručně model, na jehož základě se nutné vzdálenosti pro předjíždění stanovují. Předjížděcí manévr je rozdělen na dvě základní části. První část je odvozena ze vzdálenosti, na kterou musí řidič vidět, aby se rozhodl předjíždět. Tímto se stanovuje délka, jež je potenciální zónou pro předjíždění. Druhou část tvoří kritická rozhledová vzdálenost, jež následuje po první části, a poskytuje dostatečný prostor, aby předjetí bylo uskutečněno. Pro předjíždění je uvažováno s rychlostí V85, tedy rychlostí 85 % kvantilu vozidel. Předjížděné vozidlo jede průměrnou rychlostí v daném úseku, tedy rychlostí nižší než je V85. Pro vozidlo jedoucí v protisměru je v tomto modelu uvažována rychlost V85. Výška oka řidiče i protijedoucího vozidla (pozorovaného objektu) je uvažována 1,05 m nad vozovkou.

V tabulce 9 jsou uvedeny vybrané vzdálenosti pro předjetí.

Tabulka 9 Vybrané vzdálenosti pro předjíždění

<i>Provozní rychlost úseku [km/h]</i>	<i>Rychlost předjížděného vozidla [km/h]</i>		<i>Celková vzdálenost pro předjetí [m]</i>	
	<i>Návěsová souprava</i>	<i>Jízdní souprava</i>	<i>Návěsová souprava</i>	<i>Jízdní souprava</i>
70	60	60	570	600
80	69	69	710	740
90	77	77	850	950
100	86	84	1020	1130
110	94	84	1230	1200

2.3. Reakční doba řidiče

Reakční doba řidiče je jedním z faktorů ovlivňujících vzdálenost pro zastavení i vzdálenost pro předjíždění. Jedná se o dobu od chvíle, kdy je objekt viditelný po okamžik, kdy řidič začne reagovat (u vzdálenosti pro zastavení brzdit). Obvykle ji dělíme do čtyř fází:

1. Vjem – řidič vidí překážku, varovný signál.
2. Identifikace – řidič rozpozná daný stimul.
3. Rozhodování – řidič se rozhoduje o adekvátní akci na eliminaci rizika.
4. Reakce – řidič provede akci k eliminaci rizika.

Obecně lze konstatovat, že reakční doba závisí na celkovém stavu řidiče, jeho fyzické kondici, věku, únavě apod., dále také na např. denní době, počasí. Lze se setkat také s různými reakčními dobami řidičů pro různé typy komunikací, zde se projevuje závislost složitosti situace, kterou řidič musí vyhodnotit a omezení percepční kapacity

jedince. V městském prostředí musí řidič reagovat na vyšší množství stimulů než mimo obec, případně na dálnici, kde je stimulů nejméně (směrově rozdělená komunikace bez provozu nemotorových druhů dopravy). Důvodem, proč je v řadě předpisů uvažována stejná reakční doba, je zejména to, že na komunikacích s vyššími rychlostními limity je méně stimulů, které musí řidič vyhodnotit, a proto je i přes vysokou jízdní rychlost schopen reagovat stejně rychle, jako v městském prostředí (Garber a Hoel 2015, Evans a Hoel, 2004).

V oblasti staveb pozemních komunikací se lze setkat s reakční dobou na neočekávanou a očekávanou událost. Rozdílem mezi těmito dobami se zabývali Johansson a Rumar (Johansson a Rumar, 1971) a výsledky jejich výzkumu se staly i podklady pro reakční doby použité v roce 2011 v předpisech pro návrh pozemních komunikací v USA AASHTO Policy on Geometric Design. Z tohoto výzkumu vyplynulo, že reakční doba 2,5 s na neočekávanou událost odpovídá 85% kvantilu řidičů. Reakce na očekávanou událost byla testována pomocí signálu a testovaná osoba čekala na jeho změnu. Taková reakční doba se pohybovala okolo 1,0 s. Další studie uvádějí, že reakční doba 2,5 s vyhovuje přibližně 95 % kvantilu řidičů, viz tabulka 10.

Tabulka 10 Reakční doba řidičů - brzdná (Gazis, 1960; Wortman, 1983; Chang, 1985; Sivak, 1982)

	85 % řidičů	95 % řidičů
Gazis et al.	1,48	1,75
Wortman et al.	1,80	2,35
Chang et al.	1,90	2,50
Sivak et al.	1,78	2,40

Tabulka 11 ukazuje reakční doby uvažované v předpisech pro výstavbu komunikací v různých zemích světa.

Tabulka 11 Reakční doba řidiče pro výpočet vzdálenosti pro zastavení v různých předpisech

<i>Název publikace</i>	<i>Vydavatel</i>	<i>Stát</i>	<i>Reakční doba</i>	<i>Poznámka</i>
			[s]	
A Policy on Geometric Design of Highways and Streets	AASHTO	USA	2,5	Hodnota je přebrána v jednotlivých zemích USA (ověřeno pro Texas, New York, Iowa)
Road Design Guide	Austroroads	AUS	2,5	Zastavěné území, jednotvárné silnice, vysokorychlostní silnice s dlouhými vzdálenostmi mezi

Road Design Guide	Austroroads	AUS	2	městy Rychlostní místní komunikace s nízkým počtem křižovatek, tunely s dovolenou rychlostí nad 90 km/h
Road Design Guide	Austroroads	AUS	1,5	V místech, kde řidič událost očekává, např. řízená křižovatka, zastavěné území s vysokými intenzitami, tunely s dovolenou rychlostí do 90 km/h
The Highway Code		UK	3	
Strassenbaunorm SN 640 090b (VSS, 2001)		Švýcarsko	2	
Understanding the principle geometric design parameters for roads	Sétra	Francie	2	
Richtlinien für die Anlage von Strassen, Teil: Linienführung	FGSV	Německo	2	
		Mexiko	2,5	
ČSN 73 6101		ČR	1,5	
ČSN 73 6102		ČR	2,5	
ČSN 73 6102 + ČSN 73 6102 Z1		ČR	2,5 (1,5)	Řidič na vedlejší komunikaci při rozhledu v křižovatce
ČSN 73 6110		ČR	1,0	

3.4. Rozlišovací schopnost oka řidiče

Činnost řidiče ovlivňují jeho subjektivní vlastnosti a schopnosti, které se dají získat a ovlivnit výchovou, dále pak psychofyzilogické vlastnosti, které mají více méně objektivní charakter a jsou limitovány psychofyzilogickou kapacitou řidiče. Při monotónních podmínkách dochází ke snížení psychofyzilogického napětí řidiče (snížení pozornosti) a může dojít k chybě. Naopak při obtížných podmínkách dochází k růstu emocionálního napětí řidiče a ten může opět chybovat. Proto cílem navrhování pozemních komunikací musí být vytváření optimálního emocionálního napětí řidičů, tedy takové prostředí, které bude v souladu s psychofyzilogickými vlastnostmi člověka.

K nejdůležitějším vněmovým orgánům řidiče, které mu umožňují hodnotit komunikaci a okolní provoz, patří zrak. Lidské oko zaznamená skutečnost, která je za pomoci nervových drah vedena do mozku, kde je zpracována, a člověk na danou skutečnost reaguje či nikoli. Citlivost zraku je dána rozsahem vnímání od minima do maxima hodnoty podnětu. V psychologii je toto označováno za dolní a horní práh vnímání (Říčan, 2009). Rozlišovací schopnost je dána rozdílem dolního a horního prahu vnímání. Rozdílový podnětový práh se řídí Weberovým zákonem: čím vyšší intenzitu má počáteční podnět, tím větší změna musí nastat, aby si člověk uvědomil změnu.

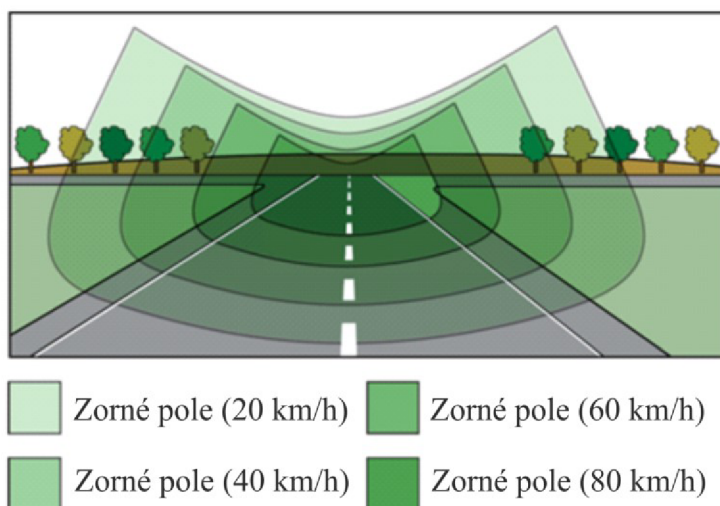
Weberův zákon neplatí pro extrémní, ale pouze pro střední hodnoty. Každá informace vstupující do sensorického systému je nejprve zpracována orientačně (diskrétní část systému) a teprve posléze podrobněji (plynulá část sensorického systému).

Nehybné oko nejzřetelněji vnímá objekty v zorném úhlu 3°. Zřetelně vnímá ještě i v zorném úhlu 5° až 6° a uspokojivé v úhlu do 20° (Chochol, 1989). Cohen popisuje zorné pole podrobněji (Cohen, 1984). Podle něj je zorné pole řidiče ovlivněno řidičovými zkušenostmi a také podstatou okolí komunikace. Rozdílné hodnoty uvádí pro zastavěné a nezastavěné území, jak ukazuje tabulka 12. Optimální zorné úhly jsou podle něj ve vertikálním směru od 20° nahoru do 60° dolů a v horizontálním směru v rozmezí 15 – 20°.

Tabulka 12 Zorné pole řidiče (Cohen, 1984)

Zkušenost řidiče	Typ území	Rozšíření zorného pole		
		Vertikálně	Horizontálně (100 m)	Horizontálně (200 m)
zkušený	zastavěné	≤ 5°	9 m	18 m
	nezastavěné	9°- 10°	18,5 m	37 m
nezkušený	zastavěné	≤ 5°	9 m	18 m
	nezastavěné	6°- 7°	13 m	26 m

Řidič kromě zorného úhlu zřetelného vidění sleduje situaci i v oblasti svého periferního vidění. Tato schopnost s rychlostí jízdy klesá, jak ukazuje obrázek 5. (Lobanov, 1980; Leutzbach a Papavasiliou, 1988).



Obrázek 5 Rychlost a periferní vidění (PIARC, 2003; Leutzbach a Papavasiliou, 1988)

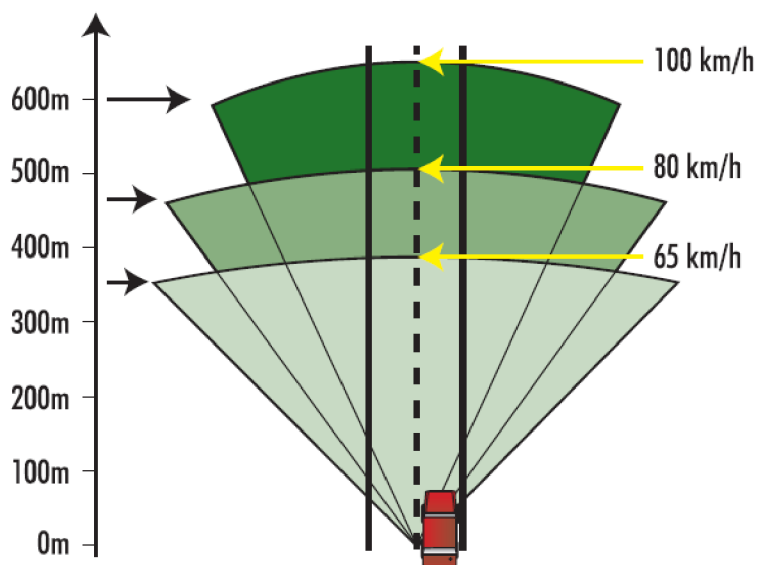
Vnímání řidiče v zorném poli je nerovnoměrné. Nejvíce si všimá objektů, které mají vliv na bezpečnost silničního provozu, jako jsou okolní vozidla, dopravní značky, chodci, cyklisté apod. Při volném dopravním proudu věnuje větší pozornost situaci v dálce než v blízkosti automobilu. V dopravním proudu, kde je ztíženo předjíždění věnuje velkou pozornost protijedoucím vozidlům, prvkům komunikace a vozidlům v jeho směru jízdy (Chochol, 1989).

Vzdálenostmi, do kterých řidič koncentruje svou pozornost, se zabýval Lobanov (Lobanov, 1980). Hodnoty, které získal během svého výzkumu, jsou uvedeny v tabulce 13.

Tabulka 13 Vzdálenost soustředění pozornosti řidiče při jízdě (Lobanov, 1980)

Informace získaná řidičem v čase fixace pohledu	Vzdálenost soustředění řidiče [m] při uvedených rychlostech [km/h]		
	40	60	80
Hodnocení povrchu vozovky			
- největší hodnocená vzdálenost	80	120	160
- střední hodnocená vzdálenost	25	43	57
Vnímání protijedoucích vozidel	200 – 300	200 – 500	300 – 500
Celkové hodnocení trasy	200 – 1000	500 – 1000	1000 - 1500

Cohen, 1984, uvádí, že pokud se řidič pohybuje v zastavěném území a je požadováno, aby se pohyboval nízkou rychlostí, neměl by mu být umožněn rozhled na objekty příliš vzdálené. PIARC na základě Cohenových dat sestavil graf. Tento graf (obrázek 6) zobrazuje psychologický aspekt volby rychlosti v závislosti na umožněném rozhledu.



Obrázek 6 Rychlost a bod zaostření (PIARC, 2003; Cohen 1986)

3.5. Studie předjížděcího manévru

Nejstarší výzkumy zabývající se předjížděním pocházejí již z přelomu 40. let 20. století. Holmes (Holmes, 1939) popsal metodu sběru dat a provedl sledování neuvěřitelných 21 000 manévru ve 32 lokalitách. Měření prováděl za pomoci detektorů z pneumatických hadic umístěných každých 15 m na rovném úseku silnice. Stejný přístup využili i Norman (Norman, 1940) a Prisk (Prisk, 1940). Prisk rozdělil manévry do čtyř typů:

- S opožděným startem – vůz zahájí zrychlování při předjíždění se zpožděním oproti prvnímu okamžiku, kdy se naskytla možnost pro předjetí, zpoždění může být i záporné, často se používá termín zrychlovací manévr (accelerative overtaking).
- S opožděným startem a uspíšeným návratem – jako předchozí s malou rezervou při míjení s protijedoucím vozem při návratu.
- Volný – předjíždějící vůz zahájí manévr ihned po dojetí pomalejšího vozu, čili nemusí zpomalit na jeho rychlost (free overtaking, flying overtaking).
- Volný s uspíšeným návratem – jako předchozí s malou rezervou při míjení s protijedoucím vozem při návratu.

Jeho data sestávaly z 2389 sledování manévru na suché vozovce za denního světla, 1637 z nich bylo zrychlovacích. Přibližně 40 % všech manévru bylo provedeno s malou rezervou na konci manévru. Také sbíral data na mokré vozovce a za sucha a tmy. Bohužel velikost těchto vzorků byla malá. Hlavní závěry lze shrnout takto:

- Při volném manévru byla rychlost předjíždějícího v průměru o 16 km/h vyšší než předjížděného vozu.
- Potřebná doba i vzdálenost pro předjetí roste s rychlostí předjížděného vozu.
- Rozestup vozidel na počátku manévruje menší než na konci.
- Většina vozidel nezrychluje na maximum možné během manévru.

Střední hodnotu vzdálenosti mezi vozidly na počátku a konci manévru definoval jako hodnotu přirozeného logaritmu funkce délky a rychlosti předjížděného vozidla. Použitím jeho vztahu je možné získat hodnotu rozestupu vozidel na začátku manévru od 11 do 16 m pro rychlosti 60 až 85 km/h. Hodnota tohoto rozestupu byla zjišťována rovněž v australském výzkumu v 80. letech dvacátého století (Troutbeck, 1981). Zjištěné hodnoty byly vyšší než hodnoty odvozené od výzkumu Priska, viz tabulka 12.

Použití videotechniky, měření času a radaru se objevuje ve výzkumu předjíždění již v roce 1938, kdy svou práci publikovali Matson a Forbes (Matson, 1938; Forbes, 1939). Dospěli k podobným závěrům jako Prisk, nicméně také publikovali závěr, že kratší rozhled vede k předjíždění s menší rezervou. Došli rovněž k závěru, že 80 % kvantil vzdálenosti pro předjetí poskytuje dostatečnou šanci pro dokončení „prakticky všech pozorovaných manévru pod tlakem“. Tlakem myslí nedostatečný rozhled či protijedoucí vozidlo.

V šedesátých letech publikoval obdobnou studii Ahman (Ahman, 1968). Střední hodnota trvání předjížděcího manévru podle něj činí pro rychlost 80 km/h 8,7 s. Podle Matsona a Forbese (Matson, 1938; Forbes, 1939) tento čas činil 11,1s. Tato hodnota je odhadnuta z histogramu, autoři střední hodnotu nepublikovali.

Kontrolovaný experiment ke zjištění nutné mezery k jejímu akceptování a zahájení předjíždění a ke zjištění chování během předjíždění provedl v 60. letech Crawford (Crawford, 1963). Při rychlosti 80km/h došel k závěru, že k manévru bylo

zapotřebí přibližně 200 m. Tento závěr je výrazně nižší než u předchozích studií (Matson, 1938; Ahman, 1968) a také pozdějších observačních studií (Troutbeck, 1981). K podobným závěrům ovšem došli i Grabe a Stolz (Grabe, 1968). Tito autoři pozorovali rozestup vozidel na počátku manévru mezi 7,5 a 8,6 m pro rychlosti 50 až 90 km/h. Střední hodnota délek zjištěných v jednotlivých studiích je uvedena v tabulce 14.

Tabulka 14 Vzdálenosti zjištěné pro zrychlovací manévr

Předjížděné vozidlo		Vzdálenost pro předjetí			Reference
Rychlost [km/h]	Délka [m]	Střední hodnota [m]	Směr. odchylka [m]	Počet vzorků	
30-80	Osobní vůz	184	-	2489	Prisk
~80	Osobní vůz	286 ¹	75 ¹	115	Matson & Forbes
62	Osobní vůz	151 ²	-	-	Crawford
77	Osobní vůz	209 ²	-	-	Crawford
60-65	Osobní vůz	149	32	162	Grabe & Stolz
65-70	Osobní vůz	161	34	179	Grabe & Stolz
70-75	Osobní vůz	169	35	130	Grabe & Stolz
75-80	Osobní vůz	180	38	109	Grabe & Stolz
80-85	Osobní vůz	191	40	84	Grabe & Stolz
60	5	196	45	-	Troutbeck
65	5	218	50	-	Troutbeck
70	5	242	55	-	Troutbeck
75	5	269	61	-	Troutbeck
80	5	299	68	-	Troutbeck

Poznámka:

(1) Odhad – vypočteno na základě histogramu v referenci

(2) Odhad – zvětšením obrázku uvedeného v referenci

V roce 1968 publikoval Ahman (Ahman, 1968) observační studii, kdy sledoval 1536 manévru při rychlosti 60 km/h a 466 při rychlosti 80 km/h. Pozorování bylo provedeno pomocí videokamer a zrcadel umožňujících přesně stanovit rozhraní fází. Přibližně 66% manévru bylo volných a 16 % bylo dokončeno, když bylo v protisměru vozidlo. Pouze 2 manévry byly zrušeny a Ahman následně usoudil, že bod návratu se nachází v rané fázi manévru. Jeho pozorování se liší od Troutbecka, který pozoroval při rychlosti 80 km/h 25 % volných manévru. Je zřejmé, že podíly výrazně závisí na intenzitě provozu a na uspořádání komunikace.

Ahman později provedl observační studii za pomoci 9 m a 20 m dlouhých nákladních vozidel (Ahman, 1972). Došel k závěru, že na předjetí těchto vozidel je potřeba o 25 – 50 m delší vzdálenost než na předjetí osobního vozu. Toto souhlasí se závěry australské studie, viz tabulka 15.

Tabulka 15 Zjištěný čas trvání manévru

Předjížděné vozidlo		Čas manévru [s]						Reference
Rychlost [km/h]	Délka [m]	Zrychlovací manévr			Volný manévr			
		Střední hodnota [m]	Směr. odchylka [m]	Počet vzorků	Střední hodnota [m]	Směr. odchylka [m]	Počet vzorků	
65-79	Os.vůz	9,9	-	202	11,8	-	155	Prisk
80-95	Os.vůz	10,3	-	9	9,5	-	9	Prisk
~80	Os.vůz	11,1 ¹	5,7 ¹	83	11,8 ¹	3,5 ¹	35	Matson &Forbes
~60	Os.vůz	8,2	2,8	464	6,9	2,6	895	Ahman(1968)
~80	Os.vůz	8,7	2,3	161	6,8	1,2	263	Ahman(1968)
60	5	8,3	2,9	-	8,0	2,0	-	Troutbeck
65	5	8,8	2,2	-	8,5	2,1	-	Troutbeck
70	5	9,4	2,3	-	9,0	2,3	-	Troutbeck
75	5	10,0	2,5	-	9,6	2,4	-	Troutbeck
80	5	10,6	2,6	-	10,1	2,6	-	Troutbeck
60-70	9	8,9	2,7	392	7,7	2,7	143	Ahman(1972)
60-70	20	10,3	3,9	387	8,4	2,2	103	Ahman(1972)
60	9	8,8	2,0	-	8,5	2,1	-	Troutbeck
70	9	9,9	2,3	-	9,6	2,4	-	Troutbeck
60	20	10,1	2,0	-		10,1	2,5	Troutbeck
70	20	11,5	2,3	-	11,4	2,9	-	Troutbeck

Poznámka
(1) Odhad – vypočteno na základě histogramu v referenci

Ahman ve svých studiích neuvádí konkrétní délky rozestupů vozidel na počátku a konci manévru, nicméně z jeho textu lze odvodit dva poznatky.

1. Rozestup na začátku manévru i na jeho konci je kratší, pokud je v protisměru vozidlo
2. Rozestupy u volných manévru jsou větší než při zrychlovacích manévrech

Troutbeck se podrobněji věnoval i zkoumání rozestupů vozidel, viz tabulka 16.

Tabulka 16 Rozestupy vozidel (Troutbeck, 1981)

Typ manévru		Parametr	Rozestup na počátku manévru	Rozestup na konci manévru
Jedno zrychlovací	násobný	Velikost vzorku	1873	1873
		85% kvantil	22,3 m	47,0 m
Jedno volný	násobný	Velikost vzorku	568	568
		85% kvantil	56,2 m	45,2 m

Jedno násobný zrychlovací, dodávky	Velikost vzorku	219	219
	85% kvantil	18,9 m	43,1 m

Další samostatnou skupinou výzkumů jsou simulace chování při předjíždění. Z počátku šlo o kontrolované experimenty (Crawford, 1963). Dále se jednalo o simulované situace, kdy byly přesně stanoveny podmínky, jak se pohybuje předjížděné vozidlo, např. Jones et al. (Jones, 1966) použil dvě vozidla v reálném provozu, první jelo stanovenou rychlostí 60 mph a v druhém jel testovaný řidič, který dostal pokyn, kdy může začít hledat situaci k předjíždění a jeho chování bylo monitorováno přímo ve voze.

Za pomoci simulátoru vozidla prováděla výzkum předjíždění Haneen Farah z Izraele (Farah, 2007; Farah, 2010). Zabývala se charakteristikami řidiče a mezerou mezi vozidly v protisměru, kterou je ochoten akceptovat a využít ji k předjetí pomalejšího vozidla. Z jejích závěrů je zřejmé, že je rozdíl mezi ženami a muži a také závislost na věku. Lidé mladší 35 let využívají kratší mezery než starší osoby. Stejně závěry lze také dělat na základě stylu řízení, který u pokusných osob hodnotila na základě dotazníku sestaveného Taubman Ben-Ariho et al. (Taubman, 2004). Styl dělí do čtyř kategorií:

1. Bezohledná a nedbalá jízda, závody aut, jízda pod vlivem alkoholu,
2. nervózní jízda, odráží napjaté a nejisté pocity,
3. agresivní jízda, odráží nepřátelství, vztek,
4. trpělivá a klidná jízda, řidič je ochoten dodržovat předpisy.

Délka kritické mezery se prodlužuje pro nervózní a trpělivé řidiče. Více než polovina řidičů využila časovou mezeru mezi vozidly v protisměru 20 s. Rychlost předjížděného vozu byla 60 km/h, protijedoucích 70 km/h a průměrná rychlost předjíždějícího 77,7 km/h. Autorka uvádí, že studii by bylo potřeba rozšířit na větší počet zkoumaných osob a zvýšit jejich různorodost (studie se účastnili zaměstnanci university).

Další autorkou, která se rovněž zabývala ochotou řidičů využít mezeru mezi protijedoucími vozidly a předjet pomalejší vozidlo a zkoumala délku této mezery je Eleni Vlahogianni (Vlahogianni, 2013). Využila modelování v simulátoru na základě míry přijatelného rizika (hazard-based duration modeling), rychlost předjížděného vozidla i vozidel v protisměru byla proměnná se střední hodnotou 60 km/h a standardní odchylkou 6 km/h.

Výsledky rozdělila pro muže a pro ženy. Z měření provedených na simulátoru vyplývají data uvedená v tabulce 17.

Tabulka 17 Hodnoty proměnných zjištěných při modelové situaci v simulátoru (Vlahogianni, 2013)

<i>Proměnná</i>	<i>Ženy</i>		<i>Muži</i>	
	Střední hodnota	St. odchylka	Střední hodnota	St. odchylka
Rychlost předjížděného [km/h]	60,08	7,76	61,19	6,25
Rychlost protijedoucího [km/h]	62,02	6,98	62,52	6,37
Dosažená rychl. předjíždějícího [km/h]	73,04	13,44	79,08	16,81
Mezera mezi předjížděným a předjíždějícím [m]	15,91	23,22	15,96	15,48
Trvání manévru [s]	5,67	3,19	5,21	2,48

Ze studie vyplývá, že rozestup vozidel na počátku manévru byl nižší než obecně doporučovaný rozestup 2 s (při rychlosti 60 km/h činí 33,3 m). Nicméně je nutné brát ohled na to, že se jedná o chování na simulátoru, nikoli v reálném prostředí. Model může obsahovat určité zkreslení (Underwood, 2011).

Kapitola 4 Kritické zhodnocení stávajícího stavu

V této kapitole jsou shrnuty závěry vyplývající z prostudované literatury. Nejprve je část věnovaná českým materiálům, poté je část zabývající se zahraničními standardy, reakční dobou řidiče a vlastním předjížděním.

České předpisy při předjíždění uvažují s rozdílem v rychlosti vozidel a jejich rovnoměrným pohybem, což je značné zjednodušení. Například v (Farah, 2007) autoři prováděli studii na simulátoru osobního vozu, kde uvažovali ideální klimatické podmínkami a nulový podélný sklon. Rychlost předjížděného vozu byla 60 km/h, střední hodnota rychlosti předjíždějícího vozu v celé sekci činila 77,7 km/h a medián rychlosti byl 75,4 km/h. Tyto rychlosti jsou blízké hodnotám uvažovaným v ČSN, ovšem je nutné uvážit zjednodušené podmínky experimentu.

Rychlost vozidel je na počátku manévru odlišná pouze v případech, kdy předjíždějící vozidlo může manévr zahájit ihned po dojetí pomalejšího vozidla (volný manévr). Pokud ovšem musí zpomalit na rychlost pomalejšího vozidla a čekat na příležitost pro předjetí, je situace výrazně odlišná a nutná vzdálenost pro předjetí bude delší. V takovém případě by muselo předjíždějící vozidlo výrazně zrychlit, aby hodnotě odpovídal rozdíl průměrných rychlostí. Je uvažováno s rovnoměrným pohybem vozidel. Předjíždění je však většinou dynamický manévr, při němž vozidla mění svou rychlost. Není tak brán zřetel na výkon vozidel ani jízdni odpory.

Z odvození vzorce použitého v ČSN 73 6101 je patrné, že reakční doba řidičů je volena 1,0 s, což je hodnota velmi nízká, jak ukazuje kapitola 3.3. Jedná se o reakční dobu na neočekávanou událost.

Rozestup mezi protijedoucími vozidly na konci manévru může být při výpočtu dle ČSN 73 6101 téměř zanedbán (při hodnotě blízké zaokrouhlení na 50 m).

Zjištění provedená v rámci analýzy zahraničních předpisů ukazují, že postup výpočtu je podobný, často odvozený od doby, kterou předjížděcí manévr trvá. Žádná z metod neuvažuje s podélným sklonem komunikace. Významným prvkem, který v České republice není v normě ČSN 73 6101 konkretizován, je možnost předjetí pomalého vozidla většinou každých 3-5 min. Tento požadavek je poměrně nový a zdůvodněn je narůstající frustrací řidiče jedoucího za pomalým vozidlem.

Objevují se také požadavky na ekonomický návrh trasy, kdy nemají být navrhovány zbytečně velké poloměry vypuklých zakružovacích oblouků, ale raději má být proveden návrh stoupacích pruhů pro pomalá vozidla.

Stanovení reakční doby řidiče byla věnována již řada studií a v současné době je obecně uznávána hranice 2,5 s jako optimální pro návrh komunikací. ČSN 736101 uvažuje se reakční dobou 1,5 s, což je blízké hodnotě stanovené výzkumy jako reakční doba na očekávanou událost (1,0 s). V rámci simulací prováděných v této práci budou uvažovány reakční doby 1,5 s pro řidiče předjíždějícího vozidla a 2,5 s pro řidiče předjížděného vozidla. Rozdělení těchto hodnot vychází z výsledků výzkumu prováděného v Austrálii (Troutbeck, 1981), kdy byly pozorovány vysoké rozdíly v rozestupu vozidel na počátku a na konci manévru, viz tabulka 16 v kapitole 3.5.

Přestože historie zkoumání předjížděcího manévru je poměrně dlouhá a bohatá, v žádné z nalezených studií nebyla věnována pozornost vlivu podélného sklonu komunikace. Většina moderních studií je zaměřena na chování řidiče a na využití při modelování dopravního proudu, využití při návrhu komunikací se autoři věnují spíše výjimečně. Řada výsledků se v průběhu času i míst, kde byla šetření prováděna (např. Švédsko, Austrálie) významně liší. Stejnými poznatky jsou:

- Rozestup vozidel u zrychlovacího manévru je na počátku manévru menší než na konci, přibližně poloviční. Což je odlišné od hodnot odvozených ke vzorci uváděného v ČSN 73 6101, kde je uvažováno se shodnými rozestupy.
- Zrychlovací manévr trvá delší dobu než volný manévr, ačkoli rozestupy vozidel jsou menší.
- S rychlostí předjížděného vozidla roste čas manévru i dráha ujetá během manévru.
- Rozestupy vozidel na začátku a konci manévru se v různých výzkumech liší, pravděpodobně z důvodu různých intenzit dopravy, různých komunikací a vyloučit nelze ani místní zvyklosti (řidiči na základě těchto tří faktorů přijímají různou míru rizika).
- Rozdílné rozestupy vozidel na počátku a konci manévru vysvětlují rozdíly v časech předjíždění.

Z pohledu vzdálenosti, na kterou je řidič schopen rozeznat vozidlo v protisměru neposkytla prováděná rešerše jednoznačnou odpověď. Zjištěné studie jsou zaměřeny na volbu rychlosti v závislosti na umožněném rozhledu. Nejbližší odpověď dává prof. Lobanov s hodnocením celkového směrového vedení trasy, kdy se hodnoty pro různé rychlosti pohybují okolo 1000 m. Uvádí i hranice, kdy je řidič schopen rozpoznat vozidlo v protisměru. Jedná se však o hodnoty, kdy řidič protijedoucím vozidlům věnuje pozornost, ne o hranici, kdy je fyzicky schopen tato vozidla rozpoznat. Z toho vyplývají i uváděné nízké hodnoty. Pro další účely práce bude uvažováno s hodnotou 1000 m, přestože rozpoznatelnost vozidel závisí i na trasování komunikace, protože tím dochází ke změnám zorného úhlu řidiče a při některých konfiguracích terénu je možné vidět vozidlo na výrazně větší vzdálenost.

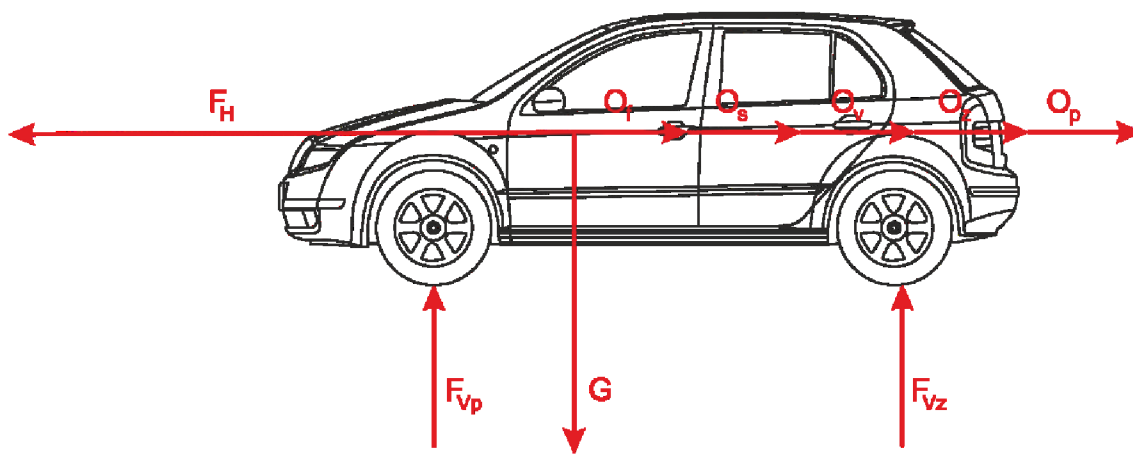
Kapitola 5 Metody a měření

V této kapitole jsou představeny metody, které byly využity k naplnění cílů této práce. Nejprve byla sestavena obecná pohybová rovnice. Dále byl proveden výběr referenčních vozidel, navrženy metody sběru některých vstupních údajů, které nebylo možné převzít z literatury, protože se jednalo o data specifická pro české podmínky a bylo nutné jejich hodnoty ověřit. U doby řazení je v literatuře udáván interval hodnot a problematika byla konzultována s odborníkem v této problematice Ing. Michalem Richtářem z Ústavu dopravní techniky Vysoké školy báňské v Ostravě.

Po získání všech vstupních dat a jejich formy, byl autorkou vytvořen simulační software, který umožňuje zadání různých vstupních parametrů a následně vypočte hodnoty vzdálenosti pro předjíždění.

5.1. Pohybová rovnice

Pohyb vozidla je zajištěn přenosem hnací síly na kola, přičemž je nutné překonávat jízdní odpory dané vlastnostmi prostředí, ve kterém je pohyb vykonáván a také vlastnostmi samotného vozidla. Při stání a rovnoměrném pohybu musí být splněna podmínka rovnováhy sil. Pokud vozidlo mění svou rychlost, vyskytuje se dále vodorovně působící odpor zrychlení O_z .



Obrázek 7 Síly působící na vozidlo (Vlk, 2000)

Rovnováha sil ve vodorovném směru při rovnoměrném pohybu je zobrazena na obrázku 7 a uvedena v rovnici 12.

$$F_H = O_f + O_v + O_s + O_z + O_p \quad (12)$$

Kde:

F_H	hnací síla na kolech vozidla	[N]
O_f	valivý odpor	[N]
O_v	vzdušný odpor	[N]
O_s	odpor stoupání	[N]
O_z	odpor zrychlení	[N]

O_p odpor přívěsu [N]

Rovnováha sil ve svislém směru při rovnoměrném pohybu je uvedena v rovnici 13.

$$F_{Vp} + F_{Vz} - G = 0 \quad (13)$$

Kde:

F_{Vp} síla působící na přední nápravu [N]

F_{Vz} síla působící na zadní nápravu [N]

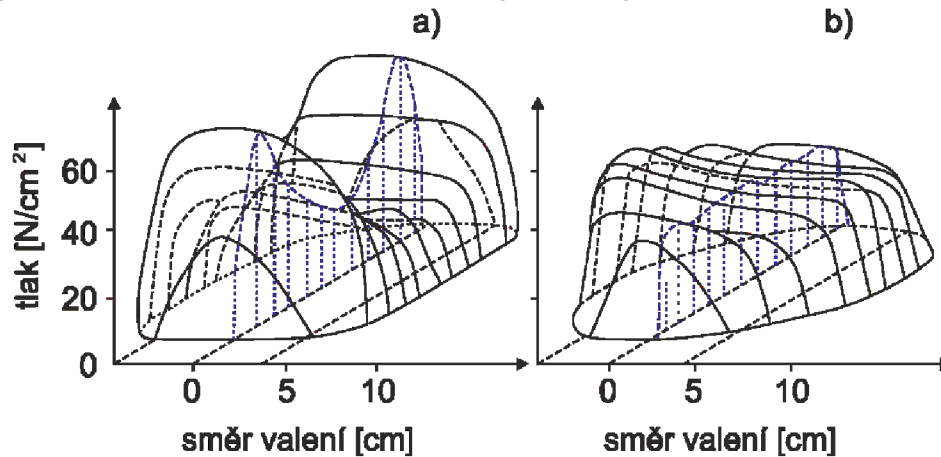
G tíhová síla [N]

5.1.1. Jízdní odpory

Jízdní odpory jsou síly, z nichž většina působí vždy proti pohybu vozidla – valivý odpor, odpor vzduchu, některé odpory existují pouze za specifických podmínek – odpor zrychlení, odpor přívěsu a i odpor sklonu, který může působit i ve směru jízdy vozidla.

Odpor valivý O_f

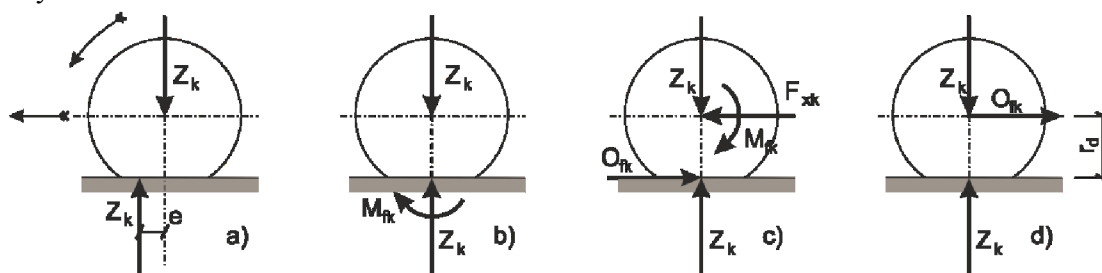
Valivý odpor vzniká deformací pneumatiky a vozovky. Zpevněné povrchy vozovek lze uvažovat jako tuhé, dochází pak pouze k deformaci pneumatiky. Pneumatika se dotýká vozovky tzv. stopou, v přední části stopy dochází k deformaci pneumatiky, v zadní části stopy se opět pneumatika vrací do kruhového profilu. Měrný tlak v pneumatice není rozdělen rovnoměrně, jak ukazuje obrázek 8.



Obrázek 8 Deformace diagonální (a) a radiální (b) pneumatiky (Vlk, 2000)

V pneumatice dále dochází k tepelným ztrátám, jejichž působením je nutné ke stlačení pneumatiky použít větší síly než jaké jsou potřeba k návratu do kruhového tvaru (hystereze). Měrné tlaky v přední části pneumatiky jsou tak vyšší než v zadní části. Z tohoto důvodu je výslednice sil reakce vozovky Z_k mimo osu kola posunuta směrem k přední části kol. Dochází tak ke vzniku momentu $M_f = Z_k \cdot e$, který působí proti pohybu kola. Pokud tento moment přesuneme do středu kola, musíme zavést dvojici sil O_{fk} a

F_{zk} . Síla O_{fk} je potom valivým odporem kola (Vlk, 2000). Popsané síly a momenty jsou zakresleny na obrázku 9.



Obrázek 9 Moment valivého odporu kol M_{fk} a valivý odpor kola O_{fk} na volně se valícím kole (Vlk, 2000)

Z obrázku 9 je patrná závislost uvedená v rovnici 14 (Vlk, 2000).

$$M_{fk} = O_{fk} \cdot r_d = Z_k \cdot e \quad (14)$$

Hodnota valivého odporu po úpravě rovnice 14 je uvedena v rovnici 15 (Vlk, 2000).

$$O_{fk} = Z_k \cdot \frac{e}{r_d} = f_k \quad (15)$$

Poměr ramena e a dynamického poloměru kola r_d se nazývá součinitel valivého odporu. Tento součinitel závisí zejména na povrchu vozovky, jak ukazuje tabulka 18. Dalšími významnými vlivy jsou deformace pneumatiky závislé zejména na huštění (obrázek 10), typu pneumatiky (obrázek 11) a rychlosti vozidla. Podhuštění pneumatiky zvyšují deformaci pneumatiky a tím i valivý odpor. Při vysokých rychlostech nestačí pneumatika vyrovnávat deformaci a v její zadní části tak dochází ke snížení měrného tlaku a tím k posunu síly Z_k více k přední části pneumatiky a opět dochází k nárůstu valivého odporu. Do rychlostí 80 km/h pro osobní vozidla a do rychlosti 50 km/h pro nákladní vozidla je možné valivý odpor považovat za nezávislý na rychlosti (Vlk, 2000).

Tabulka 18 Součinitel valivého odporu pro různé druhy povrchů vozovek (Vlk, 2000)

<i>Povrch</i>	F_k	<i>Povrch</i>	F_k
Asfalt	0,01 – 0,02	Travnatý terén	0,08 – 0,15
Beton	0,015 – 0,025	Hluboký písek	0,15 – 0,30
Dlažba	0,02 – 0,03	Čerstvý sníh	0,20 – 0,30
Makadam	0,03 – 0,04	Bahnitá půda	0,20 – 0,40
Polní cesta – suchá	0,04 – 0,15	Náledí	0,01 – 0,025
Polní cesta – mokrá	0,08 – 0,20		

Valivý odpor vozidla je dán součtem valivých odporů jednotlivých kol, viz rovnice 16 (Vlk, 2000).

$$O_f = \sum_i O_{fki} = \sum_i Z_{ki} \cdot f_{ki} \quad (16)$$

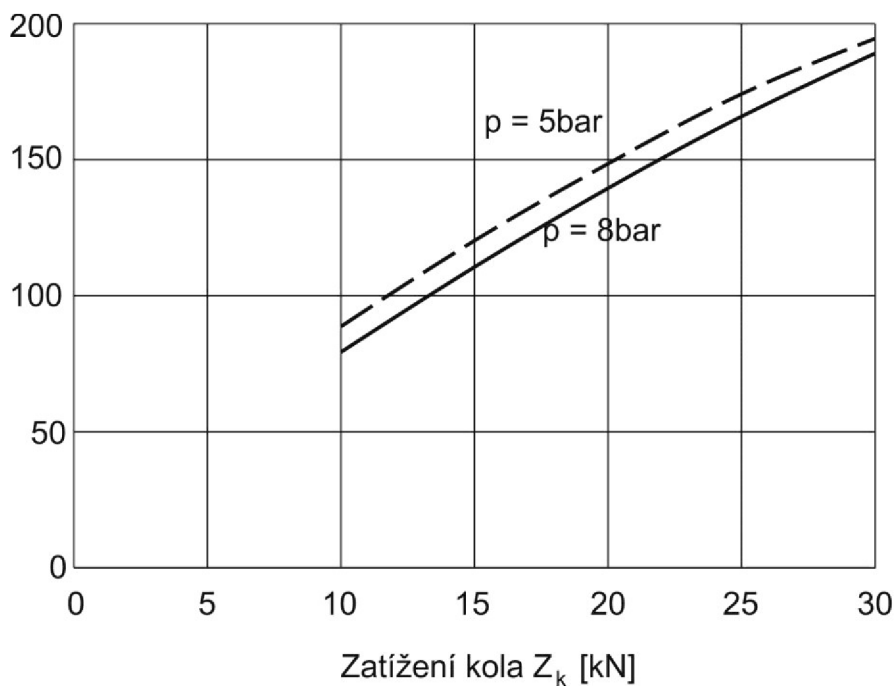
Při zanedbání vlivu nestejně nahuštěných pneumatik lze pro $f_{ki} = f$ vztah upravit na tvar v rovnici 17 (Vlk, 2000)..

$$O_f = f \cdot \sum_i Z_{ki} = f \cdot G \cdot \cos \alpha \quad (17)$$

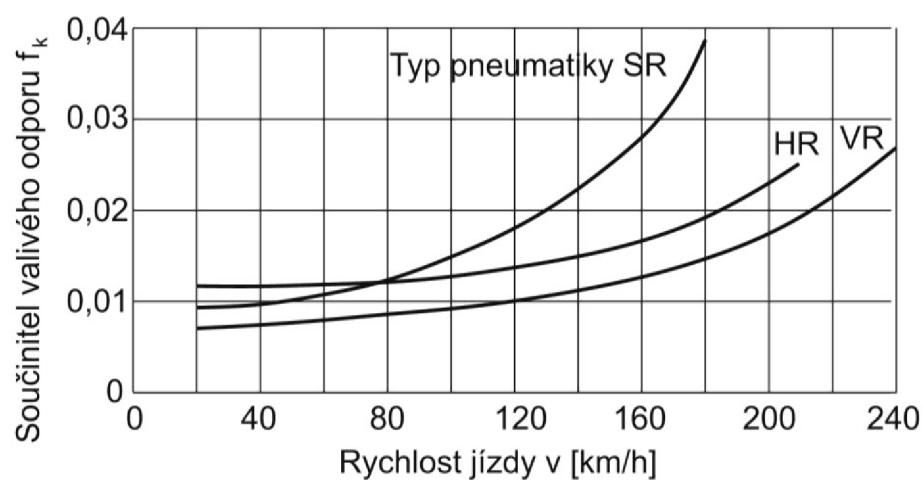
Kde:

G tíha vozidla

α podélný sklon vozovky



Obrázek 10 Vliv huštění pneumatiky na odpor valení (Vlk, 2000)



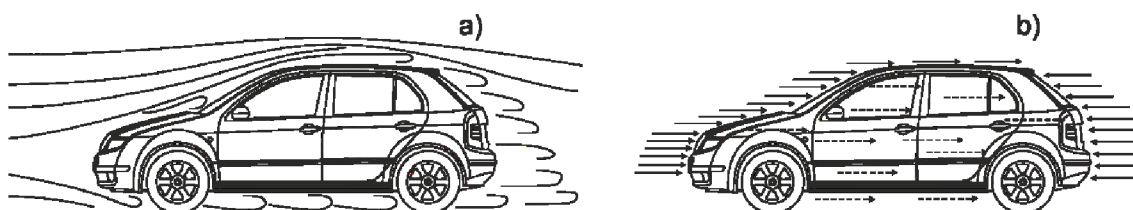
Obrázek 11 Vliv pneumatiky na součinitel valivého odporu (Vlk, 2000)

Valivý odpor v ložiscích vozidla je již zahrnut ve valivém odporu kol.

Při zatáčení vozidla vzniká další jízdní odpor, který je závislý na směrové úhlové odchylce α . Celkový valivý odpor je potom tvořen složkami O_f a S_k , kde S_k je tzv. boční vodící síla kola. Hodnota odporu se stanoví ze vzorce $O_f \cdot \cos \alpha + S_k \cdot \sin \alpha$.

Vzdušný odpor O_v

Při jízdě vozidla dochází k jeho obtékání vzduchem. Proudnic vzduchu za vozidlem vytvářejí víry a tím vzniká odpor, který je označován O_v . Velikost vzdušného odporu je dána velikostí normál tlaků vzduchu působících na karoserii vozu, třecích sil v tečném proudění kolem karoserie a tzv. indukovaného vzdušného odporu (nad vozidlem dále dochází ke vzniku podtlaku a pod vozidlem mírného přetlaku), viz obrázek 122. Do celkového vzdušného odporu patří dále odpory chladícího a větracího systému vozidla a tření vzduchu o kola vozidla.



Obrázek 12 Průběh proudnic vzduchu obtékajících vozidlo (a); vznik vzdušného odporu z tlakových a třecích sil (b) (Vlk, 2000)

Celkový vzdušný odpor se stanoví ze vztahu 18 (Vlk, 2000).

$$O_v = c_x \cdot \frac{\rho}{2} \cdot S_x \cdot v_r^2 \quad (18)$$

Kde

v_r náporová rychlost proudění vzduchu kolem vozidla [m/s]

S_x čelní plocha vozidla [m²]

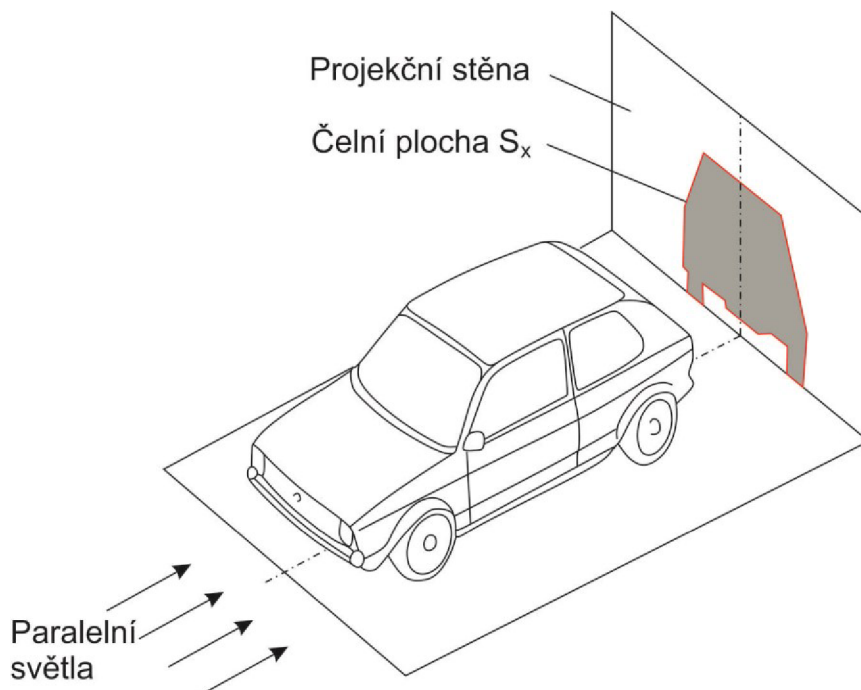
ρ měrná hmotnost vzduchu [kg/m³]

c_x součinitel vzdušného odporu [-]

Náporová rychlost proudění vzduchu je vektorovým součtem záporné rychlosti vozidla a rychlosti větru. V praktických výpočtech se rychlost větru uvažuje **4,7 m/s** (Vlk, 2000).

Měrná hmotnost vzduchu je závislá na teplotě a tlaku vzduchu. Uvažuje se hodnotou **1,25 kg/m³** (Vlk, 2000). Tato hodnota byla stanovena pro teplotu 15°C a tlak 101,3 kPa.

Hodnota plochy S_x se stanoví čelní projekcí vozidla, jak ukazuje obrázek 13.



Obrázek 13 Projekce ke zjištění čelní plochy vozidla S_x (Vlk, 2000)

Součinitel vzdušného odporu c_x je závislý zejména na tvaru vozidla. Hodnoty tohoto součinitele se stanovují pomocí testů v aerodynamickém tunelu, ať už na modelech vozidel, či na skutečných vozidlech.

Typické hodnoty součinitelů S_x a c_x jsou uvedeny v tabulce 19.

Tabulka 19 Hodnoty odporu c_x a součinitele čelní plochy S_x (Vlk, 2000)

<i>Typ vozidla</i>	$c_x [-]$	$S_x [m^2]$
Osobní automobily	0,3 – 0,4	1,6 – 2,0
Sportovní vozy	0,3 – 0,35	1,3 – 1,6
Závodní vozy – nekrytá kola	0,4 – 0,6	0,7 – 1,3
Závodní vozy – krytá kola	0,25 – 0,35	0,8 – 1,5
Nákladní vozy – valník	0,8 – 1,0	4 – 7
Nákladní vozy – s plachtou	0,6 – 0,8	5 – 8
Nákladní vozy – s přívěsem	1,0 – 1,2	5 – 8
Nákladní vozy – s kontejnerovým návěsem	1,0 – 1,2	9
Autobusy	0,5 – 0,7	5 - 7

Odpor stoupání O_s

Odpor stoupání je tvořen složkou tíhy rovnoběžnou s povrchem vozovky, vztah 19 (Vlk, 2000).

$$O_s = \pm G \cdot \sin \alpha \quad (19)$$

Kde:

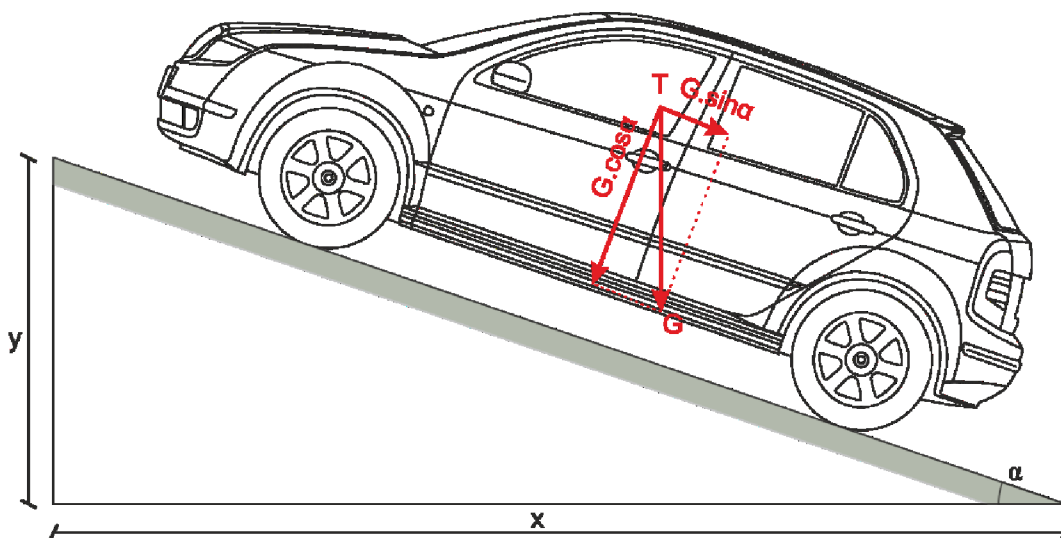
G tíha [N]

α úhel mezi povrchem vozovky a vodorovnou rovinou

Odpor stoupání závisí na tom, zda vozidlo překonává stoupání, pak působí proti směru jízdy vozidla, nebo zda povrch vozovky klesá, pak působí ve směru jízdy vozidla. Tento odpor působí v těžišti vozidla.

Pokud se úhel α nahradí sklonem svahu, kdy $s = \frac{y}{x} \cdot \tan \alpha$ (viz obrázek 14) a pokud je sklon s malý, platí $\tan \alpha \approx \sin \alpha$. Potom lze rovnici 19 zjednodušit na tvar v rovnici 20 (Vlk, 2000).

$$O_s = \pm G \cdot s \quad (20)$$



Obrázek 14 Určení odporu stoupání

Odpor zrychlení O_z

Odpor zrychlení se nazývá setrvačná síla působící proti síle působící zrychlení vozidla. Stanoví se výpočtem podle rovnice 21 (Vlk, 2000).

$$O_z = \left(m + \sum_i \frac{J_{ki}}{r_{di} r_{ki}} \right) \cdot a = O_{zp} + O_{zr} \quad (21)$$

Kde:

m hmotnost vozidla [kg]

J_{ki} Moment setrvačnosti kola vozidla [$\text{kg} \cdot \text{m}^2$]

r_{di} dynamický poloměr kola [m]

r_{ki} poloměr kola [m]

a zrychlení vozidla [$\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$]

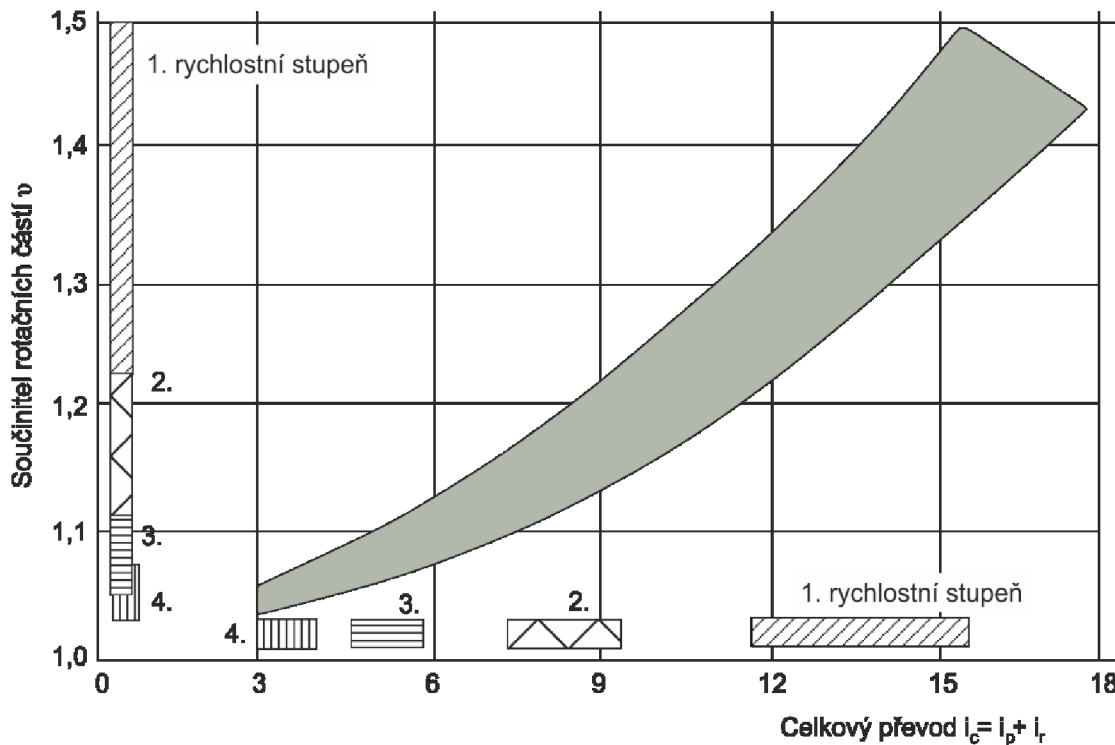
Skládá se z odporu zrychlení posuvné části vozidla o hmotnosti m O_{zp} , rovnice 22, a z odporu zrychlení otáčejících se částí O_{zr} , rovnice 23 (Vlk, 2000).

$$O_{zp} = m \cdot a \quad (22)$$

$$O_{zr} = \sum_i \frac{J_{Ki}}{r_{di} r_{Ki}} \cdot a \quad (23)$$

Pro praktické výpočty se používá vztah uvedený v rovnici 24 (Vlk, 2000), kdy vliv charakteristik vozidla je zahrnut v součiniteli rotačních částí ϑ . Charakteristika tohoto součinitele je zobrazena na obrázku 15. Zjednodušeně průměrné hodnoty součinitele rotačních částí pro OA činí 1,04 – 1,07 při zařazených nevyšších rychlostních stupních, resp. 1,2 – 1,8 při nejnižších rychlostních stupních.

$$O_z = \vartheta \cdot m \cdot a \quad (24)$$



Obrázek 15 Vliv celkového převodu na součinitel rotačních částí (Vlk, 2000)

Odpor přívěsu O_p

V případě, že k vozidlu je připojen přívěs, vozidlo musí překonávat i výše uvedené jízdní odpory i pro přívěs. Odpor vzduchu se stanovuje pro celou jízdní soupravu. Vliv přívěsu může být velmi výrazný a značně ovlivňovat potřebnou hnací sílu vozidla.

Další jízdní odpory

Kromě výše uvedených jízdních odporů se vyskytují další odpory, které se při praktických výpočtech zanedbávají. Jedná se na příklad o vliv sbíhavosti kol, dále vliv nerovností na vozovce, které způsobují deformace kol a ztrátu kontaktu s vozovkou. Svislé nerovnosti jsou tlumeny tlumiči vozidel, které převádějí mechanickou energii na teplo a motor musí tyto ztráty kompenzovat. Podobně je to i s odporem průjezdu obloukem. Dále se jedná o vzdušný odpor kol, který se obvykle neuvažuje nebo je zahrnut ve vzdušném odporu celého vozidla.

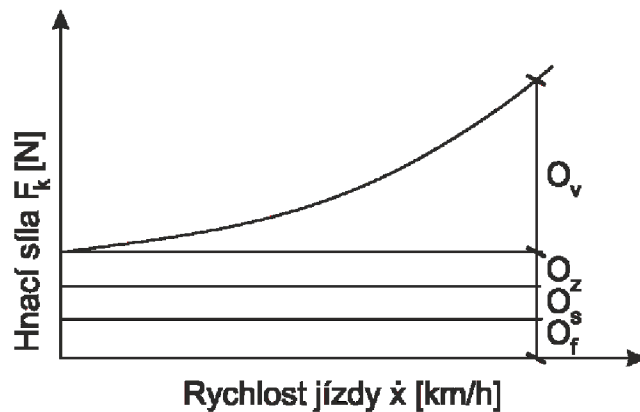
5.1.2. Hnací síla

Potřebná hnací síla vychází z rovnováhy sil působících na vozidlo. Pokud je pohyb rovnoměrný, síly jsou v rovnováze, pokud ovšem vozidlo akceleruje, musí být hnací síla motoru vyšší než překonávané odpory, viz obrázek 16 (vliv větru a přívěsu není uvažován). Po dosazení výpočtu jednotlivých jízdních odporů do rovnice (2)(12) dostane vztah tvar uvedený v rovnici 25.

$$F_k = f \cdot G + c_x \cdot \frac{\rho}{2} \cdot S_x \cdot v_r^2 + G \cdot \left(s + \vartheta \cdot \frac{a}{g} \right) \quad (25)$$

Kde:

- f součinitel valivého odporu [-]
- G tíha [m/s^2]
- c_x součinitel vzdušného odporu [-]
- ρ měrná hustota vzduchu [kg/m^3]
- S_x čelní plocha vozidla [m^2]
- v_r náporová rychlost proudění vzduchu kolem vozidla [m/s]
- s podélný sklon vozovky [%]
- ϑ součinitel rotačních částí [-]
- a zrychlení vozidla [m/s^2]
- g gravitační zrychlení [m/s^2]



Obrázek 16 Hnací síla potřebná k překonání jízdních odporů v závislosti na rychlosti vozidla (Vlk, 2000)

Zdrojem hnací síly vozidla je jeho pohonná jednotka. Spalovací motory jsou charakterizovány průběhem točivého momentu v závislosti na otáčkách motoru a křivkou výkonu motoru rovněž v závislosti na otáčkách. Točivý moment motoru je na kola vozidla přenášén pomocí převodového ústrojí, jehož charakteristiky se liší podle parametrů vozidla a motorů. Charakterizován je tzv. stálým převodovým stupněm a převodovými stupni pro jednotlivé rychlostní stupně.

Točivý moment na kolech je určen točivým momentem na hřídeli motoru, daném rychlostním stupni a na účinnosti převodového ústrojí, rovnice 26 (Vlk, 2000).

$$M_k = M_{SM} \cdot i_{PÚ} \cdot \eta_{PÚ} \quad (26)$$

Kde:

M_k točivý moment na kole [N.m]

M_{SM} točivý moment na hřídeli motoru [N.m]

$i_{PÚ}$ celkový převodový stupeň převodového ústrojí [-]

$\eta_{PÚ}$ účinnost převodného ústrojí [-]

Hnací síla se potom stanoví z točivého momentu a dynamického poloměru kola vozidla, vztah 27 (Vlk, 2000).

$$F_{ki} = \frac{M_{ki}}{r_d} \quad (27)$$

Kde:

F_{ki} hnací síla na kole [N]

M_{ki} točivý moment na kole [N.m]

r_d dynamický poloměr kola [m]

Celková hnací síla kol je dána součtem dílčích sil všech poháněných kol, rovnice 28 (Vlk, 2000).

$$F_k = \sum_i F_{ki} \quad (28)$$

5.1.3. Výkon vozidla

Výkon vozidla je možné stanovit pomocí hnací síly vozidla či pomocí točivého momentu, rovnice 29 (Vlk, 2000).

$$P_k = F_k \cdot v = \frac{M_k}{r_d} \cdot v \quad (29)$$

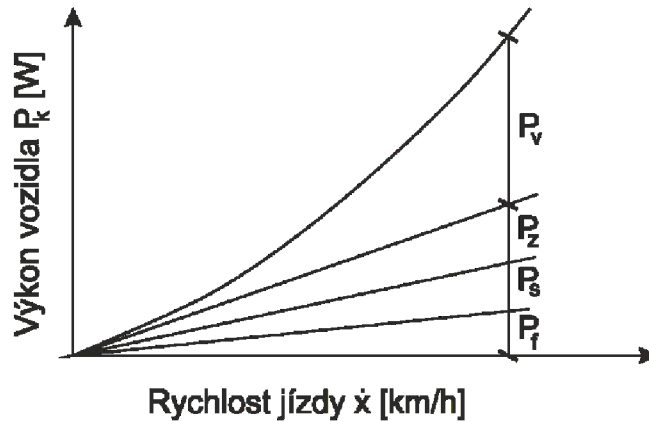
Kde:

v rychlost vozidla [m.s⁻¹]

M_k točivý moment na kole [N.m]

r_d dynamický poloměr kola [m]

Schéma výkonu nutného k překonání jednotlivých jízdních odporů je uvedeno na obrázku 17. Vliv větru, přívěsu a dalších jízdních odporů je v obrázku zanedbán.



Obrázek 17 Výkon potřebný k překonání jízdních odporů vozidla v závislosti na rychlosti vozidla (Vlk, 2000)

5.1.4 Výsledná pohybová rovnice

Sestavený model vychází z pohybové diferenciální rovnice odvozené od rovnováhy sil působících na vozidlo uvedenou v rovnicích (2)(12) a (2)(13). Výsledný vztah je uveden v rovnici 30

$$\eta \frac{P}{v} - \frac{1}{2} c_x \cdot \rho \cdot S_x \cdot v^2 - \frac{f \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha}{r_d} - m \cdot g \cdot \sin \alpha = m \cdot a \quad (30)$$

Kde:

η	–	účinnost převodného ústrojí [-]
P	–	výkon motoru [W]
v	–	okamžitá rychlost [m/s]
a	–	okamžité zrychlení [m/s ²]
c_x	–	součinitel odporu vzduchu [-]
ρ	–	měrná hustota vzduchu [kg/m ³]
S_x	–	čelní plocha vozidla [m ²]
f	–	součinitel valivého odporu [-]
m	–	hmotnost vozidla [kg]
g	–	tíhové zrychlení [m/s ²]
α	–	úhel mezi nakloněnou a vodorovnou rovinou [rad]
r_d	–	dynamický poloměr kola vozidla [m]

Hodnota účinnosti převodného ústrojí se liší pro jednotlivé modely převodovek. Tato hodnota je výrobcí vozidel utajována a pro potřeby simulací je uvažováno s hodnotou 0,85, která představuje hodnotu běžnou pro opotřebované převodovky (Převodná ústrojí 2, [b.r.]).

Součinitel valivého odporu je uvažován hodnotami 0,01 pro suchou vozovku (Vlk, 2000) a 0,006 pro mokrou vozovku (ČSN 73 6101, 2004).

V simulacích je uvažováno s vlivem odporu vzduchu, odporu vyvolaného valivým třením a odporem, který vzniká od tíhové síly změnou sklonu. Vlivy huštění pneumatiky, rychlosti vozidla a další odpory jsou zanedbány. Tíhová složka síly působí proti směru hnací síly ve stoupání a ve stejném směru při klesání, tím snižuje/zvyšuje celkový výkon vozidla, který je převeden na změnu zrychlení.

Vypočtené hodnoty zrychlení byly dále využity při stanovení vzdálenosti nutné k předjetí vozidla, které se pohybuje v souladu se zavedenými předpoklady – směrodatnou rychlostí. Pro úplnost byly směrodatné rychlosti stanoveny hodnotami 60 až 90 km/h s krokem 10 km/h.

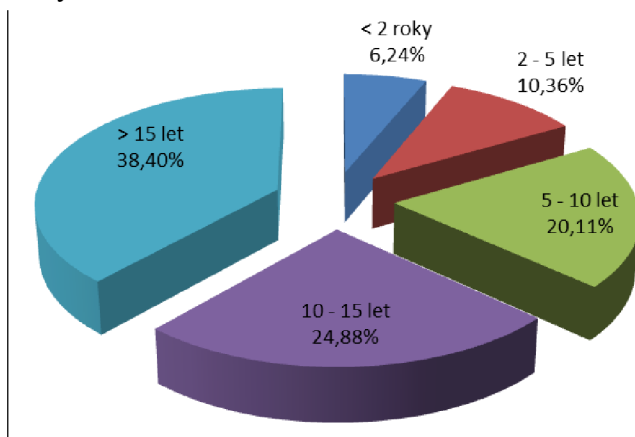
5.2. Výběr referenčních vozidel

Referenční vozidla by měla zastupovat běžná vozidla pohybující se v silničním provozu. Rozhodující roli hraje počet registrací daného vozu a také zastoupení různých motorových verzí jednotlivých modelů. Z tohoto důvodu byla provedena analýza statického a dynamického rozložení vozového parku v České republice a následně byly pro nejčastěji registrované vozy zjištěny verze osazovaných motorů a k nim příslušných převodovek a dohledány jejich parametry.

5.2.1. Statické rozložení vozového parku

Přehled vozového parku je možné získat z Centrálního registru vozidel (Centrální registr vozidel, [b.r.]), který je provozován Ministerstvem dopravy a obsahuje statistiky registrace vozidel. Tyto údaje pravidelně vyhodnocuje Sdružení automobilového průmyslu (AutoSAP). V současné době je v České republice registrováno téměř 5 milionů osobních vozidel, celkově pak 7,8 milionu vozidel.

Průměrné stáří osobních automobilů v ČR je 14,5 roku. Přesto, jak je vidět z obrázku 18, je nejpočetnější skupina vozů starších 15 let. Tabulka 20 zobrazuje deset nejčtenějších modelů vozidel a jejich průměrné stáří. Nacházejí se zde i vozidla Škoda 120, jejichž průměrný věk přesahuje 30 let. Nejčastějším vozidlem v ČR je Škoda Fabia následovaná vozem Škoda Octavia. Společně se Škodou Felicia tvoří téměř 23 % všech registrovaných osobních vozů.

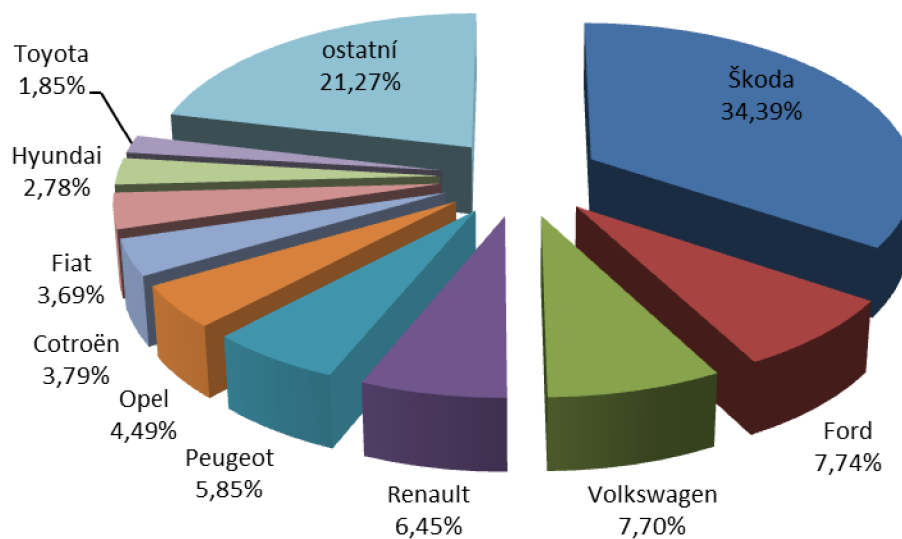


Obrázek 18 Stáří osobních vozidel registrovaných v ČR, stav k 31. 12. 2014 (Složení vozového parku, 2015)

Tabulka 20 Deset typů vozidel s nejvyšším počtem registrací – stav k 30. 6. 2012 (Jedlička, 2013)

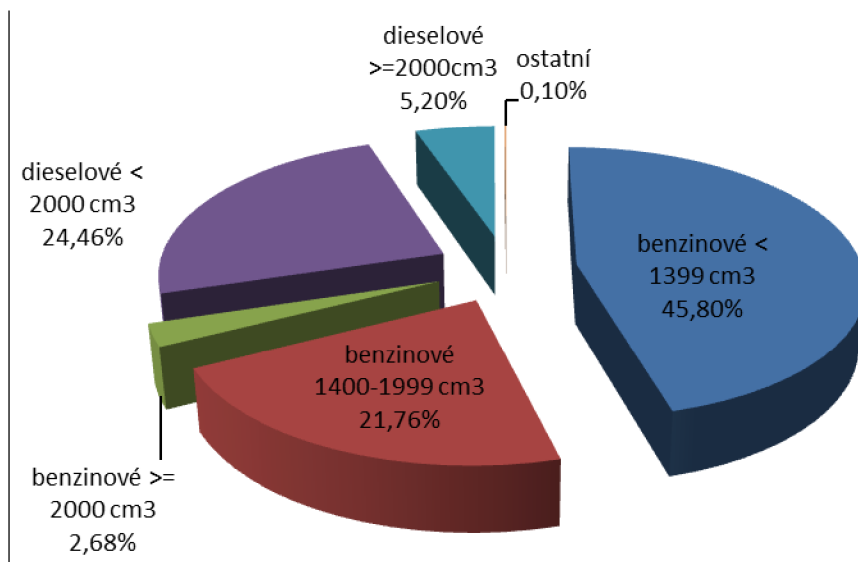
<i>Typ (model vozu)</i>	<i>Celkový počet reg. vozidel</i>	<i>Průměrný rok výroby</i>	<i>Průměrné stáří typu (let)</i>
1. ŠKODA FABIA	396 574	2004,57	7,93
2. ŠKODA OCTAVIA	379 958	2003,95	8,55
3. ŠKODA FELICIA	373 036	1997,28	15,22
4. RENAULT MEGANE	119 961	2001,57	10,93
5. ŠKODA 135 (Favorit)	107 143	1992,22	20,28
6. VW GOLF	104 143	1998,8	13,70
7. FORD FOCUS	94 474	2003,52	8,98
8. ŠKODA 120	87 073	1982,4	30,10
9. VW PASSAT	84 117	2001,43	11,07
10. OPEL ASTRA	83 931	1999,47	13,03

Celkově značka Škoda představuje více než třetinu vozového parku registrovaného v ČR. Nejčtenější značky jsou zobrazeny na obrázku 19.

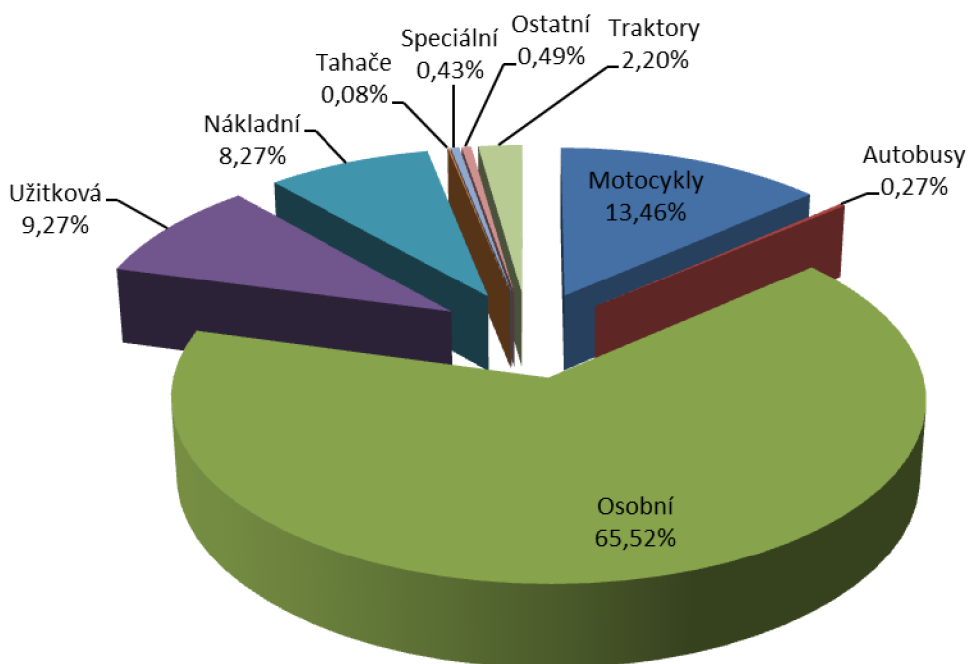


Obrázek 19 Deset nejregistrovanějších značek vozidel v ČR, stav k 31. 12. 2014 (Složení vozového parku, 2015)

Pro výběr referenčních vozidel je rovněž důležitý výkon motoru. Tento údaj ovšem není součástí databáze vedené CRV. Pro představu o výkonu vozidel lze využít objem motoru jednotlivých typů osobních vozidel v závislosti na palivu, jak je uvedeno v grafu na obrázku 20.



Obrázek 20 Poměrné počty osobních automobilů dle druhu paliva a objemu motoru, stav k 30. 6. 2012 (Složení vozového parku, 2015)



Obrázek 21 Podíly jednotlivých kategorií vozidel registrovaných v ČR, stav k 30.6. 2012 (Složení vozového parku, 2015)

Pro zkoumání předjížděcího manévru je zásadní pohyb osobních a užitkových vozů, které se účastní většiny manévru. Jak je vidět z grafu na obrázku 21, osobní a užitkové vozy tvoří společně téměř 75 % vozového parku.

5.2.2. Dynamické složení vozového parku v ČR

Data o dynamické skladbě dopravního proudu jsou získána ze studie „Zjištění aktuální dynamické skladby vozového parku na silniční síti v ČR a jeho emisních parametrů v roce 2010“, kterou zpracoval ATEM – Ateliér ekologických modelů, s.r.o. pro Ředitelství silnic a dálnic České republiky z listopadu 2010 (ATEM, 2010).

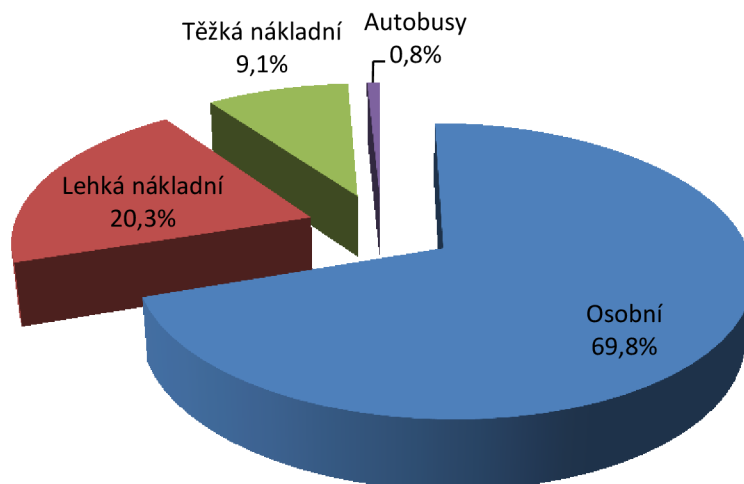
Měření probíhalo v profilových měřeních na 13 reprezentativních úsecích silniční sítě. U vozidel byla zjišťována registrační značka, podle níž byly dohledány údaje z CRV. Zjištěné rozložení vozového parku je následující.

Nejčastějšími vozy na silniční síti byly vozy Škoda Octavia následované Škodou Fabia a Škoda Felicia. Deset nejčtenějších typů vozidel je shrnuto v tabulce 21. V případě nákladních automobilů byl zjištěn nejčastější typ vozidla Man TGA s 6,02 % podílem. V případě autobusů potom SOR C s 13,65 % následován těsně Karosou C s 12,98 %.

Tabulka 21 Nejčastěji zastoupené typy vozidel v dynamické skladbě dopravního proudu (ATEM, 2010)

<i>Tovární značka</i>	<i>Typ</i>	<i>Podíl v %</i>
Škoda	Octavia	12,91
Škoda	Fabia	11,09
Škoda	Felicia	6,18
Volkswagen	Passat	2,89
Renault	Megane	2,71
Ford	Mondeo	2,25
Ford	Focus	2,25
Volkswagen	Golf	2,23
Opel	Astra	2,01
Škoda	Superb	1,71

Zjištěné průměrné stáří vozidel je 7,5 roku, což je výrazně méně, než u statických záznamů Centrálního registru vozidel. Podíl osobní a lehké nákladní dopravy je ještě výraznější než u statického rozložení vozidel, jak je vidět z obrázku 22.



Obrázek 22 Podíl jednotlivých kategorií vozidel v dynamické skladbě dopravního proudu (ATEM, 2010)

Hodnoty objemu motorů či výkonu jednotlivých kategorií vozidel nebyly ve výzkumu společnosti ATEM zjišťovány. Uvedeny jsou pouze poměry podle druhu paliva. Zastoupení vozidel jedoucích na benzín bylo 39,08 %, na naftu 60,86 %, zbývající část připadá vozidla poháněna CNG, benzín-CNG, benzín-LPG.

5.2.3. Referenční vozidla

Za referenční vozidla byly vybrány tři nejčastěji registrované modely značky Škoda. Tyto modely byly rovněž dominantní i při provádění průzkumu dynamické skladby dopravního proudu. Jedná se o vozy

- Škoda Felicia,
- Škoda Fabia,
- Škoda Octavia.

Pro každý z těchto vozů byly zjištěny tyto údaje

- typ karoserie,
- označení motoru,
- maximální výkon,
- maximální otáčky motoru
- délka,
- celková hmotnost,
- čelní plocha vozidla,
- dynamický poloměr kola,
- součinitel odporu vzduchu,
- počet převodových stupňů,
- převodové poměry,
- výkonová křivka (a její aproximace polynomem 6. Stupně).

Všechny tyto údaje byly využity při simulaci předjížděcího manévru.

5.3. Předjížděcí manévr

5.3.1. *Typy předjížděcích manévrů*

Předjížděcí manévry lze kromě dělení uvedeného v kapitole 3.5. rozdělit na několik typů v závislosti na vlastnostech a chování předjížděného a předjíždějícího vozidla.

1. Předjížděný se pohybuje nízkou konstantní rychlostí vzhledem k rychlosti předjíždějícího (např. předjíždění chodce, cyklisty či zemědělské techniky). V tomto případě se předjíždějící pohybuje zpravidla konstantní rychlostí, pokud je předjíždění umožněno (nejsou překážky v rozhledu, protijedoucí vozidla).

2. Předjížděný se pohybuje vyšší konstantní rychlostí vzhledem k rychlosti předjíždějícího (nákladní vozidlo, osobní vůz) a předjíždějící akceleruje dle možností vozidla, dokud se nedostane před předjížděné vozidlo, poté touto dosaženou rychlostí manévr dokončuje (zrychlovací manévr).

3. Předjížděný se pohybuje vyšší konstantní rychlostí vzhledem k rychlosti předjíždějícího (nákladní vozidlo, osobní vůz) a předjíždějící akceleruje dle možností vozidla po celou dobu trvání manévru (zrychlovací manévr).

4. Předjížděný se pohybuje vyšší konstantní rychlostí vzhledem k rychlosti předjíždějícího (nákladní vozidlo, osobní vůz) a předjíždějící jej dojede vyšší rychlostí, okolní podmínky umožňují okamžité zahájení manévru. Předjíždějící udržuje svou vysokou rychlost nebo dále zrychluje, dokud se nedostane před předjížděné vozidlo, či do dokončení manévru (volný manévr).

5. Předjížděný deceleruje a předjíždějící se pohybuje konstantní rychlostí, např. v blízkosti vjezdu do obce.

6. Předjížděný deceleruje a předjíždějící akceleruje dle situace a možností vozidla.

7. Předjížděný i předjíždějící akcelerují např. na výjezdu z obce.

Z hlediska výpočtu vzdálenosti pro předjíždění je nejkritičtější případem zrychlovací typ manévru. Jedná se o případ, kdy rychlejší vozidlo dojde pomalejší a je nuceno čekat na příležitost k předjetí. Tím dojde k vyrovnání rychlostí vozidel. Při zahájení manévru začne předjíždějící vozidlo prudce akcelarovat, dokud se nedostane před pomalejší vozidlo. Poté může ve zrychlování pokračovat, nebo manévr dokončí dosaženou rychlostí. Tento druh manévru vyžaduje ze všech typů manévrů nejdelší vzdálenost, která je ovlivněna nejen rychlostí předjížděného vozidla, ale také velmi výrazně vlastnostmi předjíždějícího vozidla, zejména výkonem motoru a jeho točivým momentem. Z tohoto důvodu se v dalším textu uvažuje s tímto typem manévru.

5.3.2. *Vstupní předpoklady manévru*

Model pro účely této práce je vytvořen na základě fyzikálních vlastností pohybu vozidel po komunikaci. Sestavena je obecná pohybová rovnice, dále je uvažován vliv výkonu hnací jednotky v závislosti na rychlostních stupních a podélném sklonu komunikace. Z odvozených vztahů je zřejmé, že vozidlo s nižším výkonem ve vztahu ke

své hmotnosti není do větších podélných sklonů schopno akcelarovat, či dokonce samo začne zpomalovat.

Pro model je uvažováno se zrychlovacím typem předjíždění, kdy předjíždějící vozidlo maximálně využívá své možnosti akcelarovat, aby potřebná vzdálenost pro předjetí byla co nejkratší. S ohledem na zajištění bezpečnostní rezervy předjíždějící vozidlo po předjetí pomalejšího vozidla již nezrychluje, pouze udržuje dosaženou rychlost.

Uvažuje se s případem, kdy vozidlo, které chce předjíždět pomalejší vůz, dojde pomalejší vozidlo ještě před úsekem, ve kterém je možné předjíždět. Předjížděcí manévr vozidlo započne ve chvíli, kdy má řidič vozidla dostatečný rozhled, tuto skutečnost si uvědomí a zahájí manévr. Pro další vozy, které se rozhodnou předjíždět je již za potřebí kratší dráha, protože mohou začít akcelarovat dříve.

S ohledem na bezpečnost provozu je uvažováno pouze se dvěma vozidly v jednom profilu komunikace. V praxi se lze setkat, zejména na kategorii S11,5 se třemi vozidly v profilu (předjíždějící, předjížděné i protijedoucí).

Pro model byly přijaty následující předpoklady:

1. Rychlost předjížděného vozidla je rovna směrodatné (V85) či návrhové rychlosti v daném směru daného úseku, uvažována je hodnotami 60 – 90 km/h. Rychlosti jsou voleny v rozestupech 10 km/h, nejvyšší rychlost 90 km/h odpovídá nejvyšší dovolené rychlosti na dvoupruhových silnicích v ČR. Předjíždějící vozidlo by dle zákona o provozu na pozemních komunikacích (Česká republika, 2000) nemělo tuto rychlost překročit, nicméně toto porušení pravidel je běžným jevem a je s ním uvažováno. Pro nákladní vozidla je uvažováno rovněž s maximální rychlosti 90 km/h, přestože nejvyšší dovolená rychlost pro nákladní vozidla činí 80 km/h.
2. Délka předjížděného vozidla je uvažována 6 m, což představuje délku osobního či dodávkového vozidla dle ČSN 73 6102, hodnotou 16,5 m pro návěsové soupravy a hodnotami 12 m a 18 m pro autobusy (ČSN 73 6102, 2012).
3. Rychlost potenciálního vozidla v protisměru je řešena ve dvou variantách. Za prvé je rovna nejvyšší dovolené rychlosti pro daný směr komunikace, za druhé je rovna rychlosti předjížděného vozidla.
4. Výška oka řidiče je uvažována v souladu s ČSN 73 6101 1,00 m (ČSN 73 6101, 2004).
5. Je zřejmé, že během manévru může dojít k porušení zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích, kdy řidič předjíždějícího vozidla překročí nejvyšší dovolenou rychlost (Česká republika, 1997 a 2000). K tomuto chování se ovšem řidiči běžně uchylují z důvodu zkrácení vzdálenosti nutné pro předjetí na minimum a tím i k minimalizaci času stráveného v protisměrném jízdním pruhu.

5.3.3. *Fáze předjížděcího manévru*

Předjížděcí manévr je možné rozdělit do několika fází. Nejprve musí řidič zareagovat na novou situaci a rozhodnout se předjíždět pomalejší vozidlo, poté zahájí předjížděcí manévr a do určité vzdálenosti má možnost manévr bezpečně přerušit a vrátit se zpět za pomalejší vozidlo. Pokud se rozhodne manévr dokončit, stále musí zbýt dostatečná vzdálenost pro vozidlo jedoucí v protisměru a rezerva poté, co se předjíždějící vozidlo zařadí zpět do jízdního pruhu. Takto lze manévr rozdělit na dvě základní části, část rozhodovací, na jejímž závěru se řidič rychlejšího vozu může vrátit bezpečně zpět a fázi dokončovací, kdy již musí manévr dokončit. Z těchto fází vyplývá nutný rozhled pro předjíždění.

Potenciální délka pro předjetí - minimální vzdálenost, při které se 85% řidičů rozhodne pro předjetí pomalejšího vozidla, pokud jej na začátku této vzdálenosti dojede.

Rozhodovací fáze – maximální vzdálenost, ze které se může předjíždějící vozidlo bezpečně vrátit zpět, pokud se objeví v protisměru vozidlo, které na počátku manévru řidič nemusel zaznamenat.

Dokončovací fáze – vzdálenost nutná pro dokončení předjížděcího manévru.

V následujícím textu jsou vozidla indexována následovně:

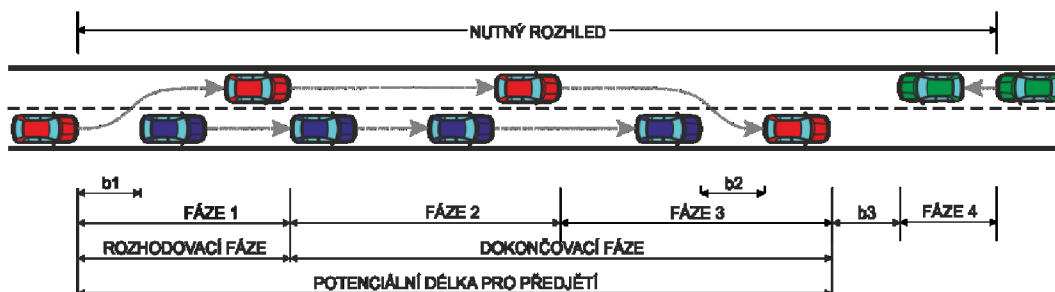
- 1 Předjížděné vozidlo (1)
- 2 Předjíždějící vozidlo (2)
- 3 Protijedoucí vozidlo (3)

Pro účely simulace byl manévr rozdělen do před výpočtové fáze a čtyř výpočtových fází:

- **Fáze 0** – řidič vozidla, které chce předjíždět (2), zjišťuje, zda je zahájení manévru bezpečné a provádí kroky, které mu umožní začít akcelarovat
- **Fáze 1** – řidič předjížděcího vozidla (2) zareaguje na možnost zahájit předjíždění, poté začne zrychlovat a vybočí do protisměru, až dosáhne úrovně zadní části předjížděného vozidla (1).
- **Fáze 2** – předjíždějící vozidlo (2) zrychluje, až se dostane před předjížděné vozidlo (1).
- **Fáze 3** – předjíždějící vozidlo (2) již dosáhlo maximální rychlosti v manévru a touto rychlostí se zařazuje zpět do svého jízdního pruhu, před předjeté vozidlo (1).
- **Fáze 4** – vzdálenost, kterou ujede potenciální protijedoucí vozidlo (3) během probíhajícího manévru včetně rezervy mezi vozidly v protisměru.

Je zřejmé, že fáze 2 a 3 probíhají současně s fází 4. V praxi se lze setkat s tím, že řidič zrychluje i ve fázi 3, omezení ve výpočtu je provedeno na stranu bezpečnou. Pokud by řidič předjížděcího vozidla spatřil vozidlo v protisměru v průběhu fáze 1,

může se bezpečně zařadit zpět do svého jízdního pruhu a zrušit předjíždění (Je schopen se vrátit i v průběhu části fáze 2, musí ovšem výrazně brzdit). Schéma předjížděcího manévru je na obrázku 23.



Obrázek 23 Předjížděcí manévr

5.3.4. Fáze 0

Tato fáze předchází samotnému manévru. Jedná se o přípravu k zahájení předjíždění. Nejprve se řidič musí ujistit, že má dostatečný rozhled a zda v protisměru nejsou vozidla, se kterými by hrozil střet. Toto provádí řidič předjížděcího vozidla (2) i opakovaně, dokud se možnost k předjetí nenaskytne. Ve chvíli, kdy uvidí, že předjetí bude bezpečné, začne k němu přípravu:

- Podle typu motoru a vozidla může řidič (2) podřadit - získá vyšších otáček motoru a vyšší schopnosti akcelerace u motorů s nižším výkonem
- Stisk plynového pedálu – reakce motoru na zrychlení není okamžitá
- Vůle v řízení, prodleva vozidla na pohyb volantu - sérii měření pomocí měřicího volantu provedl Ing. Kledus, PhD. V rámci své disertační práce a uvádí hodnotu 0,27 s (Kledus, 2008).

Během této fáze se řidič rozhoduje, zda manévr zahájí či nikoli a provádí přípravu k jeho zahájení. Tato fáze může způsobit zpoždění na počátku manévru, kdy řidiči nějakou dobu trvá, než zahájí manévr poté, co nastaly podmínky pro předjíždění (od minutí protijedoucího vozidla, od ukončení zákazu předjíždění, zajištění dostatečného rozhledu, apod.).

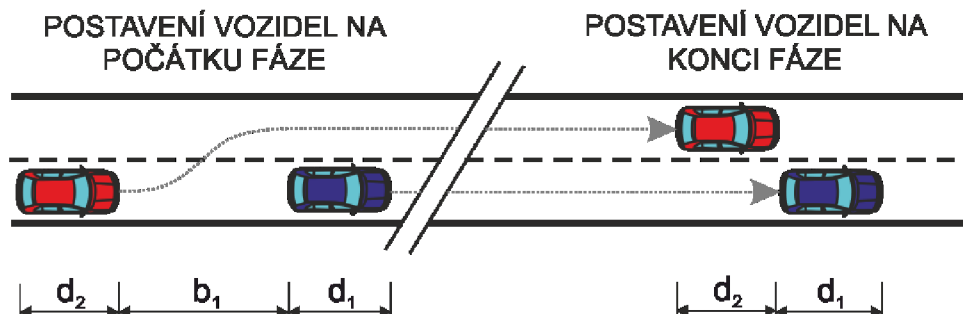
Vzhledem k tomu, že se autorce nepodařilo dohledat výzkum tohoto zpoždění v českých podmínkách, byly výsledky zahraničních studií ověřeny vlastním měřením. Výzkum je obsahem kapitoly 5.4.2.

5.3.5. Fáze 1

Na počátku této fáze je řidič vozidla (2) rozhodnutý, že začne předjíždět, a provedl přípravy nutné k předjetí (fáze 0). Začne akcelarovat a přibližovat se k vozidlu před sebou. Zároveň se přemísťuje do protisměrného jízdního pruhu. Na konci fáze je vozidlo (2) v protisměru a dosahuje zadní části vozidla (1), viz obrázek 24.

Předjížděné vozidlo se pohybuje stálou rychlostí a ujede vzdálenost danou vztahem 31. Vozidlo 2 musí v této fázi překonat vzdálenostní rozdíl vozidel, který vyplývá ze vzdálenosti dané reakční dobou řidiče vozidla (2) a ze zpomalení při

kritickém brždění obou vozidel (bezpečný rozestup vozidel) a také vzdálenost ujetá během této fáze musí být dostatečná pro příčné přemístění do protisměrného jízdního pruhu. Celková vzdálenost, kterou ujede vozidlo (2) během první fáze se stanoví podle rovnice 32.



Obrázek 24 Fáze 1 předjížděcího manévru

$$S_{1f1} = v_1 \cdot t_{f1} \quad (31)$$

Kde:

S_{1f1} vzdálenost ujetá předjížděným vozidlem (1) během fáze 1 [m]

v_1 rychlost předjížděného vozidla (1) [m.s⁻¹]

t_{f1} doba trvání fáze 1 [s]

$$S_{2f1} = b_1 + v_1 \cdot t_{f1} + \frac{1}{2} \cdot a_2 \cdot t_{f1}^2 \quad (32)$$

Kde:

S_{2f1} vzdálenost ujetá předjíždějícím vozidlem (2) během fáze 1 [m]

a_2 zrychlení vozidla (2) [m.s⁻²]

b_1 vzdálenost mezi vozidly (1) a (2) na počátku manévru [m]

$$b_1 = v_2 \cdot t_{r2} + \frac{v_2^2}{2 \cdot a_{k2}} - \frac{v_1^2}{2 \cdot a_{k1}} \quad (33)$$

Kde:

v_2 rychlost předjíždějícího vozidla (2) na počátku manévru [m.s⁻¹]

t_{r2} reakční doba řidiče předjíždějícího vozidla (2) [s]

a_{k2} decelerace vozidla (2) při kritickém brždění [m.s⁻²]

a_{k1} decelerace vozidla (1) při kritickém brždění [m.s⁻²]

Hodnoty zpomalení při kritickém brždění jsou uvažovány hodnotami 5,8 m.s⁻² pro osobní vozidla, 5,0 m.s⁻² pro autobusy a 5,0 m.s⁻² pro ostatní vozidla včetně souprav s přívěsy i návěsy. Tyto hodnoty jsou voleny na stranu bezpečnou, skutečné hodnoty bývají vyšší (Vlk, 2000). Tyto hodnoty rovněž vycházejí ze vzorců uvedených v platných předpisech (vyhláška č. 341/2014 Sb. a související) (Česká republika, 2014).

Vzdálenost nutná pro příčné přemístění vychází z doby nutné pro příčné přemístění. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** Čas příčného přemístění vozidel byl zjišťován vlastním výzkumem. Touto problematikou se zabývá článek Ing. Bradáče ml. (Bradáč, 2005), nicméně se zabývá stanovením kritických hodnot z pohledu nehodovosti. Pro simulační výpočet bylo nutné zjistit hodnoty běžné v praxi. Vlastní výzkum je popsán v kapitole 5.4.1.

Ve výpočtu je porovnáván čas nutný pro příčné přemístění a dobou trvání fáze 1, rovnice 34. V případě, kdy je větší než doba trvání fáze 1, je postupováno metodou půlení intervalu.

Situace je modelována tak, že na počátku manévru je uvažováno s větším rozestupem mezi vozidly. Půlení intervalu začíná na hodnotě $2 \cdot b_1$, pokud je hodnota menší než b_1 , pokračuje se s hodnotou b_1 , jinak se hledá nejbližší vyšší hodnota, při které bude podmínka trvání fáze splněna. Pro simulaci je zvolena přesnost 0,1 s, čili vypočtená doba trvání fáze 1 se nesmí od doby nutné pro příčné lišit o více než 0,1 s.

$$t_{f1} \geq t_{pp} \quad (34)$$

Kde:

t_{f1} doba trvání fáze 1 [s]

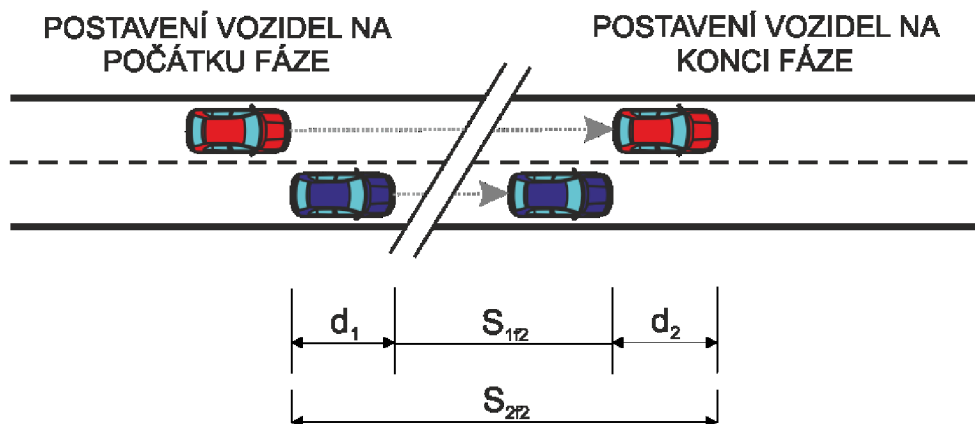
t_{pp} čas příčného přemístění [s]

Na konci fáze 1 rychlost vozidla (2) v_{2f1} dosahuje hodnoty dle vztahu (35).

$$v_{2f1} = a_2 \cdot t_{f1} + v_2 \quad (35)$$

5.3.6. Fáze 2

V průběhu druhé fáze, obrázek 25, předjíždějící vozidlo (2) stále akceleruje a musí se dostat před vozidlo (1), které se pohybuje stálou rychlostí. Předjížděné vozidlo (1) ujede během této fáze vzdálenost danou rovnicí 36 a předjíždějící vozidlo (2) vzdálenost dle vztahu 37. Z tohoto vztahu je rovněž možné odvodit vzorec pro výpočet doby trvání fáze 2, viz rovnice(38) 38.



Obrázek 25 Fáze 2 předjížděcího manévru

$$S_{1f2} = v_1 \cdot t_{f2} \quad (36)$$

Kde:

S_{1f2} vzdálenost ujetá předjížděným vozidlem (1) během fáze 2 [m]

v_1 rychlost předjížděného vozidla (1) [m. s-1]

t_{f2} doba trvání fáze 2 [s]

$$S_{2f2} = v_1 \cdot t_{f2} + d_1 + d_2 = v_{2f1} \cdot t_{f2} + \frac{1}{2} \cdot a_2 \cdot t_{f2}^2 \quad (37)$$

Kde:

d_1 délka předjížděného vozidla (1) [m]

d_2 délka předjíždějícího vozidla (2) [m]

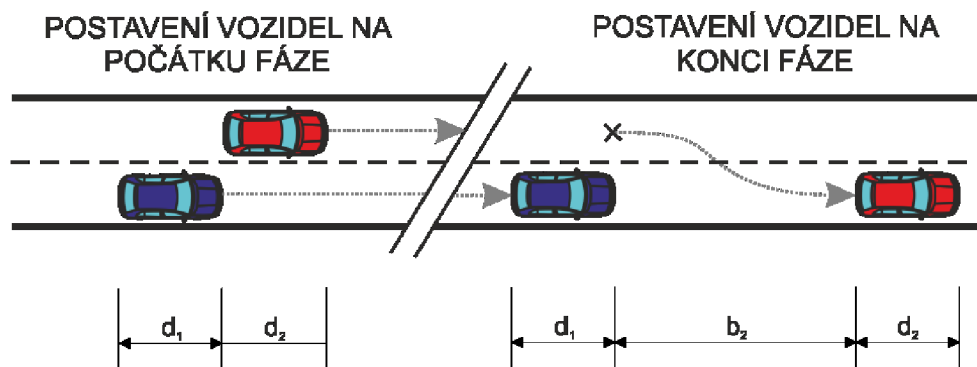
$$t_{f2} = v_{2f1} - v_1 + \sqrt{2 \cdot a_2 \cdot (d_1 + d_2)} \quad (38)$$

Rychlost předjíždějícího vozidla (2) v_{2f2} na konci fáze 2 se vypočte dle vztahu 39.

$$v_{2f2} = a_2 \cdot t_{f2} + v_{2f1} \quad (39)$$

5.3.7. Fáze 3

Ve třetí fázi již předjíždějící vozidlo (2) předstihlo vozidlo (1) a zařazuje se zpět do jízdního pruhu, mezi vozidly musí zůstat bezpečnostní rozestup, aby řidič předjíždějícího vozidla neohrozil ani neomezil řidiče vozidla (1), obrázek 26. V této fázi předjíždějící vozidlo (2) dále neakceleruje, ale udržuje rychlost v_{2f2} , již dosáhl na konci druhé fáze. Předjížděné vozidlo se pohybuje stále konstantní rychlostí.



Obrázek 26 Fáze 3 předjížděcího manévru

Vozidlo (1) v této fázi ujede vzdálenost S_{1f3} dle rovnice 40(40).

$$S_{1f3} = v_1 \cdot t_{f3} \quad (40)$$

Kde:

S_{1f3} vzdálenost ujetá vozidlem (1) během fáze 3 [m]

t_{f3} doba trvání fáze 3 [s]

Předjíždějící vozidlo (2) překoná vzdálenost ujetou vozidlem (1) o bezpečnostní odstup b_2 . Vozidlo v této fázi již nezrychluje, vzdálenost lze vypočítat i za pomoci rychlosti vozidla (2), viz vztah 41.

$$S_{2f3} = v_1 \cdot t_{f3} + b_2 = v_{2f2} \cdot t_{f3} \quad (41)$$

Kde:

S_{2f3} vzdálenost ujetá vozidlem (2) během fáze 3 [m]

b_2 vzdálenost mezi vozidly (1) a (2) na konci předjížděcího manévru [m]

Vzdálenost b_2 je dána vztahem 42. Vzdálenost ujetá vozidlem (2) ve fázi 3 musí být větší nebo rovna vzdálenosti nutné pro příčné přemístění S_{y2} , rovnice 43. Doba trvání fáze 3 tedy musí být větší nebo rovna době nutné pro příčné přemístění t_{pp} .

$$b_2 = v_1 \cdot t_{r1} + \frac{v_1^2}{2 \cdot a_{k1}} - \frac{v_{2f2}^2}{2 \cdot a_{k2}} \quad (42)$$

$$S_{y2} = v_{2f2} \cdot t_{pp} \quad (43)$$

5.3.8. Fáze 4

Čtvrtá fáze se netýká manévru samotného, ale zahrnuje pohyb vozidla v protisměru. Tato fáze probíhá současně s fázemi 2 a 3 předjížděcího manévru a je připočtena bezpečnostní rezerva 2 s, aby nedošlo k ohrožení protijedoucích vozidel. Viz vztah 45. Pokud by řidič vozidlo v protisměru zahlédl během fáze 1, měl by možnost se zařadit zpět do jízdního pruhu, proto s jeho pohybem není v této fázi počítáno. V simulacích je jeho rychlost rovna rychlosti předjížděného vozidla, resp. nejvyšší dovolené rychlosti 90km/h. Není uvažováno s překračováním nejvyšší dovolené rychlosti.

Vzdálenost ujetá protijedoucím vozidlem (3) S_{3f4} se vypočte podle vztahu 44.

$$S_{3f4} = v_3 \cdot (t_{f2} + t_{f3} + 2) \quad (44)$$

Kde:

S_{3f4} vzdálenost ujetá protijedoucím vozidlem (3) [m]

v_3 rychlost vozidla (3) [m.s⁻²]

$$b_3 = v_3 \cdot 2 \quad (45)$$

Kde:

b_3 rozestup protijedoucích vozidel [m]

5.4. Výzkum času příčného přemístění a zpoždění na počátku manévru

Řidič se před zahájením manévru potřebuje vždy ujistit, zda má dostatečný rozhled pro předjetí a také zda v protisměru není překážka (zpravidla protijedoucí vozidlo). Tento úkon provádí i opakovaně, dokud se nenaskytne možnost bezpečného předjetí. Zjištění délky trvání tohoto ověření a přípravy vozu k zahájení manévru je obsahem první části této kapitoly. Jedná se o vlastní výzkum, který stanovuje dobu trvání fáze 0.

Samostatná část této kapitoly je věnována vlastnímu výzkumu hodnoty příčného zrychlení. Tato hodnota stanovuje minimální délku trvání fází 1 a 3, kdy se vozidlo musí přemístit do jiného jízdního pruhu. Hodnoty tohoto zrychlení se zpravidla určují mezí, při jejich překročení se vozidlo dostane do smyku. Také se liší v závislosti na vozidle a na stylu jízdy řidiče. Z pohledu vozidla se jedná o asistenční systémy, zejména ESP (Musil, 2011), typ pneumatik, jejich opotřebení, huštění a stáří, hmotnost a rozložení hmotnosti nákladu ve vozidle apod. Styl jízdy řidiče byl řešen v zahraničních rešerších (Vlahogianni, 2013). Využití asistenčních systémů umožňuje vyšší hodnoty příčného zrychlení než jízda bez těchto systémů. Bradáč (Bradáč, 2005) uvádí, že běžné hodnoty příčného zrychlení při plynulé jízdě činí 2 m/s^2 , pro sportovní dynamickou jízdu 4 m/s^2 . Při zanechání jízdní stopy v místě, je možné uvažovat až s hodnotou vyčerpané adheze. Podobné závěry uvádějí i Kiencke a Daiss (Kiencke a Daiss, 1997). Při předjíždění lze předpokládat, že hodnoty příčného zrychlení se budou pohybovat mezi výše uvedenými hodnotami. Za tímto účelem byla provedena vlastní observační studie.

Pro výzkum bylo využito dat zaznamenaných pomocí kamer umístěných v měřicím vozidle CDV, v. v. i. Vozidlo je typu Volkswagen Transporter (viz foto na obrázku 27) a je vybaveno trojicí kamer s vysokým rozlišením. Dvě kamery jsou umístěny vpředu vozu, jedna sleduje vozovku a druhá je namířena šikmo ke sledování pravé krajnice a okolí komunikace. Třetí kamera je umístěna v zádi vozu a sleduje komunikaci za vozem.



Obrázek 27 Měřicí vozidlo CDV, v. v. i

Jednalo se o záznam silnic I. tříd v kraji Vysočina a několik silnic II. tříd v Jihomoravském kraji. Celkem se jedná o záznam průjezdu více než 450 km silnic a přibližně 100 km dálnice.

K výzkumu byl využit open source software Avidemux 2.6, který je určen pro stříhání videa a umožňuje tak posun po jednotlivých snímcích a tím i dostatečnou přesnost. Pro účely studie bylo použito krokování 0,1 s.

S výhodou bylo využito vodorovného dopravního značení. Při sledování chování okolních vozidel bylo s jeho pomocí možné určit okamžik, kdy vozidlo mění svou trajektorii (přestává sledovat geometrii jízdního pruhu). K nalezení okamžiku začátku změny směru měřicího vozidla bylo využito sledování pevného bodu na obrazovce při sledování záznamu. Šlo o umístění kurzoru myši na hranu vodorovného dopravního značení. Pokud se vodorovné značení nachází na stejném místě obrazového záznamu, pak řidič jede v jízdním pruhu. Ve chvíli, kdy se začne odklánět, začíná manévr ke změně jízdního pruhu, viz obrázek 28 (Pro přehlednost je zde volen krok 0,2 s). Zásada tohoto sledování vychází z toho, že řidič plynule sleduje jízdní pruh.



Obrázek 28 Sledování průběhu linie pomocí pevného bodu obrazovky

5.4.1. Čas příčného přemístění

V průběhu manévru se předjíždějící vozidlo nepohybuje pouze přímo vpřed, ale rovněž je nuceno se příčně přemístit tak, aby se bezpečně vyhnulo předjížděnému vozu.

Době trvání příčného přemístění a zrychlení při příčném přemístění se věnuje disertační práce Ing. Bradáče mladšího. Uvádí výpočet odvozený od tzv. Kovařikova vzorce, který byl empiricky odvozen již v roce 1968. Konstanta uvedená ve vzorci byla později upravena prof. Bradáčem pro vyhýbání dvěma oblouky a byla ověřena v disertační práci Ing. Bradáče, Pd.D. (Bradáč, 2005). Vzorec je uveden v rovnici 46.

$$t_{pp} = 3,13 \cdot \sqrt{\frac{y}{a_{max}}} \quad (46)$$

Kde:

- a hodnota maximálního příčného zrychlení [m/s^2]
- y vzdálenost příčného přemístění [m]
- t_{pp} čas příčného přemístění [s]

Bohužel vzorec uvažuje s maximálním příčným zrychlením a pro výpočet při předjíždění jej nelze využít. Nicméně je možné využít přímo čas příčného přemístění a porovnat jej s dobou trvání fáze 1 resp. 3.

Čas příčného přemístění byl stanoven následovně. Čas byl měřen od počátku manévru do doby, než se pohyb vozidla v protisměrném/levém jízdním pruhu ustálil.

Sledovány byly všechny dobře viditelné manévry:

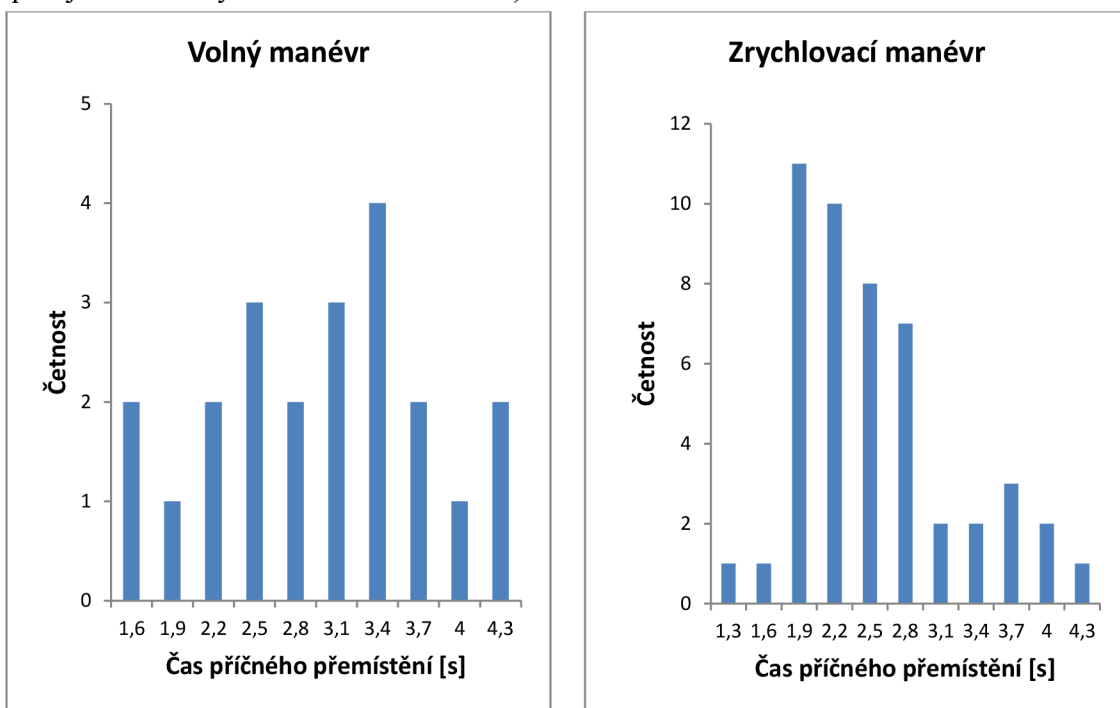
1. Manévry měřicího vozidla (přední kamera)
2. Manévry vozidel před měřicím vozidlem ve směru jízdy měřicího vozidla i v protisměru (přední kamera)
3. Manévry vozidel za měřicím vozidlem ve směru jízdy měřicího vozidla i v protisměru (zadní kamera)

Během výzkumu bylo sledováno 70 předjížděcích manévru na dvoupruhové silnici (volných 22 a zrychlovacích 48) a 56 manévru na dálnici.

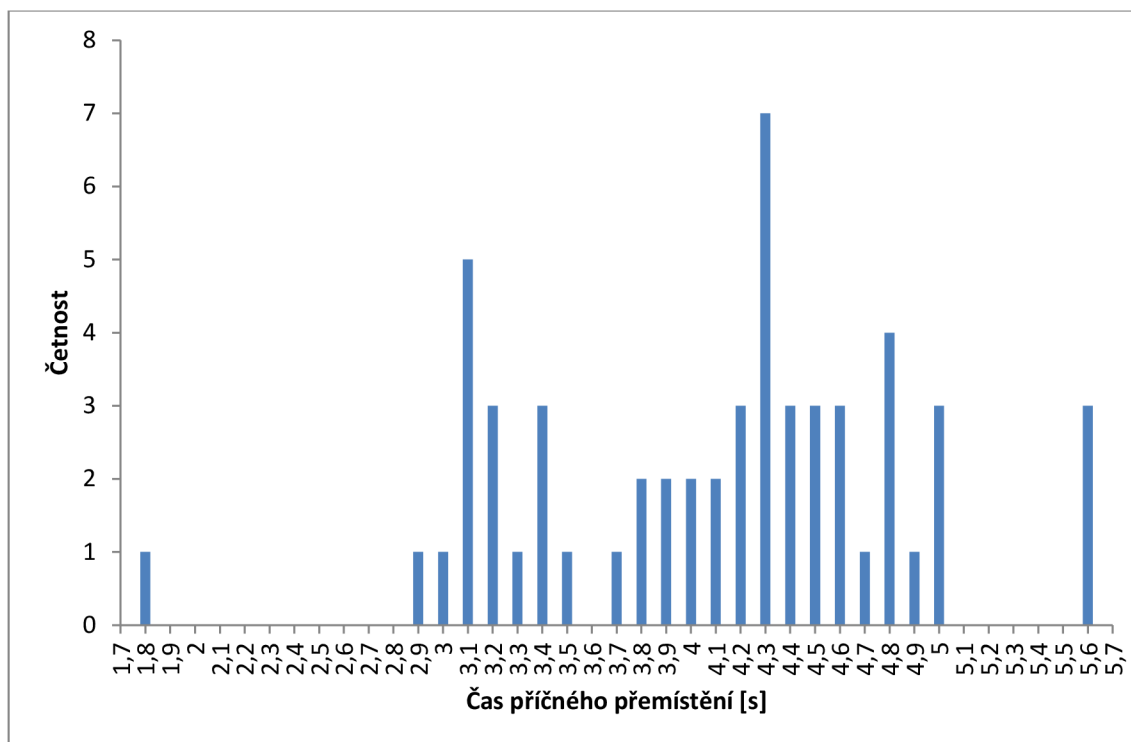
Histogram rozložení hodnot pro dvoupruhové silnice je uveden v grafu na obrázku 29. Pro volný manévr je rozložení časů daleko rovnoměrnější než pro zrychlovací manévr. Z toho vyplývá, že pod tlakem, kterým zrychlovací manévr je, přijímají řidiči vyšší míru rizika a snaží se zkrátit dobu manévru na minimum.

Pro dálnice má histogram dva vrcholy, první okolo času 3,1 s, druhý okolo času 4,2 s. Histogram je na obrázku 30.

Průměrné trvání příčného přemístění na silnicích bylo 2,44 s (směrodatná odchylka 0,70 s) pro zrychlovací manévr a 2,87 s (směrodatná odchylka 0,76 s) pro volný manévr, na dálnicích pak 4,08 s (směrodatná odchylka 0,76 s). Z hodnot je zřejmé, že na dálnicích je chování řidičů odlišné, opomenout nelze ani fakt, že vozidla překonávají větší příčnou vzdálenost (širší jízdní pruhy, větší boční rozstup při předjíždění těžkých nákladních vozidel).



Obrázek 29 Histogram (dvoupruhové silnice)



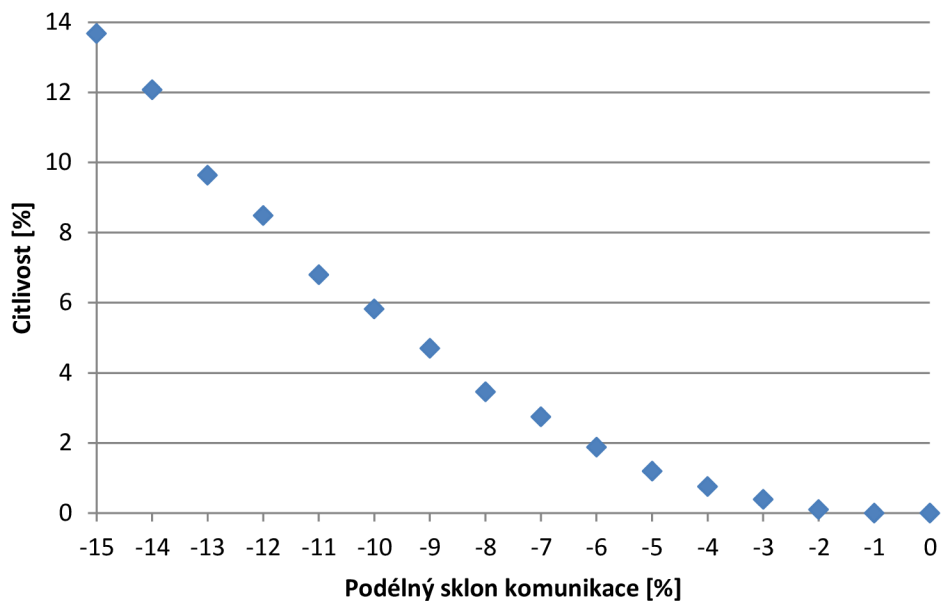
Obrázek 30 Histogram (dálnice)

Stanoveny byly také hodnoty 85% kvantilů zjištěných časů. Pro silnice činí hodnota 3,29 pro zrychlovací manévr, 3,50 pro volný manévr a 3,47 s pro všechny manévry dohromady. Pro dálnice je hodnota 4,80 s.

Z uvedených hodnot je zřejmé, že způsob předjíždění závisí na okolních podmínkách. Pokud byl zajištěn výhled na velkou vzdálenost a nenacházelo se v protisměru žádné vozidlo, byly časy příčného přemístění delší o 17 % oproti akceleračnímu předjíždění. Nejkratší hodnoty byly zjištěny u následných manévru (druhé předjíždění pomalejšího vozidla, další manévry nebyly sledovatelné). Pro výpočet je využit 85 % kvantil všech měření, který zajišťuje dostatečnou úroveň bezpečnosti provozu.

Vzhledem k tomu, že se autorce nepodařilo dohledat podobné zahraniční studie, které by dosažené výsledky podporovaly, byla provedena citlivostní analýza s cílem zjistit, jak velký vliv má změna hodnot doby příčného přemístění na celkový čas manévru. Hodnoty času příčného přemístění byly variovány v intervalu -50 % až 50 %.

Analýza ukázala, že v 89 % případů simulací není čas příčného přemístění vozidla rozhodující. Výraznější vliv má schopnost vozidla akcelarovat (fáze 1 a 3 trvají delší dobu, než je čas příčného přemístění). Vliv tedy má prakticky pouze na vozidla s motory o vysokém výkonu. Ve zbývajících 11 % případů, kdy byl čas manévru tímto parametrem ovlivněn, byl vliv na celkový čas manévru do 2 % do sklonu -6 %, poté vliv poměrně strmě roste a při sklonu -15 % dosahuje hodnoty 13,7 %. Tento vliv zahrnuje nárůst času ve fázi 1 i 3.



Obrázek 31 Průměrná citlivost doby manévru na změnu času příčného přemístění v intervalu <-50 %;50 %>

5.4.2. Zpoždění na počátku manévru

Zpoždění na počátku předjížděcího manévru je komplexní událostí, kdy řidič zjišťuje, zda po minutí překážky či protijedoucího vozidla může manévr zahájit či nikoli, u motorů s nižším výkonem často podrážuje a sešlapuje plynový pedál, protože reakce vozidla není okamžitá. Rozsáhlé zahraniční studie (Prisk, 1940; Troutbeck, 1981) uvádí, že hodnoty tohoto zpoždění jsou většinou záporné. Je tedy zřejmé, že předjížděcí manévr je prováděn za plného soustředění řidiče předjížděcího vozu a příprava k němu je prováděna ještě před tím, než okolní podmínky umožní manévr zahájit.

Pro ověření výsledků této studie byl proveden vlastní výzkum, který byl ovšem velmi omezen dostupností dat a jedná se tedy pouze o potvrzení výsledků zahraniční studie. Celkem bylo hodnoceno 17 manévru. K hodnocení byly použity stejné videozáznamy jako pro výzkum doby příčného přemístění. Bylo ovšem možné sledovat pouze snahu řidiče zajistit si dostatečný rozhled okolo předjížděného vozidla. Proto bylo možné hodnotit pouze manévry, v nichž účinkovalo měřicí vozidlo.

Bylo zjištěno, že toto chování závisí nejen na předjížděném vozidle, ale také na protijedoucím. Pokud se jedná o velké nákladní vozy, pak je prodleva kladná, pokud se jedná o osobní vozy, pak je zjištěná hodnota zpoždění záporná a pohybuje se v intervalu od -0,5 s do 0,3 s. Průměrná zjištěná hodnota činila -0,09 s.

Vzhledem k tomu, že zjištěné závěry jsou v souladu se zahraničními studiemi, nebylo zpoždění na počátku manévru v simulacích uvažováno.

5.4.3. Shrnutí

Výsledky vlastních měření ukazují soulad se zahraničními studii. Bylo potvrzeno, že zpoždění na počátku je velmi často záporné (Prisk, 1940; Troutbeck, 1981), čili řidič se k manévru chystá již poměrně dlouhou dobu před tím, než se naskytne příležitost.

Také bylo potvrzeno, že při volném manévru řidič pomaleji opouští svůj jízdní pruh (Troutbeck, 1981). Z výsledků je patrné, že předjíždění není z hlediska příčného zrychlení výrazně dynamickým jevem (řidiči netrhají volantem), hodnoty se pohybují pod 3 m/s^2 . Na dálnici byly zjištěny výrazně nižší hodnoty příčného přemístění, což bude patrně způsobeno fyzickým rozdělením protijedoucího provozu a subjektivně nižší mírou rizika. Čas příčného přemístění nebylo možné porovnat se zahraničními studii, nicméně citlivostní analýza prokázala, že v 89 % případů není jeho hodnota rozhodující a jeho hodnoty mají vliv na vozy s výkonnějšími motory.

5.5. Doba řazení

V průběhu předjížděcího manévru je ve většině případů u vozidel s nižšími výkony nutné zařadit nižší rychlostní stupeň, aby došlo ke zvýšení otáček motoru a tím i k vyšší akceleraci vozu. Samotné řazení trvá nějakou dobu, po kterou je výkon vozidla prakticky nulový a na vozidlo tak působí pouze jízdní odpory. Zjištění, jak dlouho řazení trvá, je obsahem této kapitoly.

Doba, kterou řazení trvá, se liší v závislosti na typu převodovky a řidiči. Pro závodní vozidla začínají časy řazení automatických převodovek již na 8 ms, např. Bugatti Veyron či Audi TT s převodovkami Volkswagen DSG (Direct-shift gearbox, 2015). Při podřazení je rychlost rovna 0,6 s. Podle (Kluger, b.r.) je dlouhý čas řazení automatické převodovky, pokud překročí 625 ms. U manuálního řazení jsou běžné hodnoty 0,5 – 2 s. Doba se liší ergonomií řadicí páky, vzdáleností mezi rychlostními stupni a také opotřebením převodovky (Kluger, b.r.). Tabulka 22 zobrazuje hodnoty různých typů automatických převodovek (Peugeot, b.r.; ZP Automatic, b.r.; Automobil Revue, b.r.).

Tabulka 22 Doba řazení automatických převodovek (Peugeot, b.r.; ZP Automatic, b.r.; Automobil Revue, b.r.)

		<i>robotizovaná mechanická</i>	<i>dvou spojková mechanická</i>	<i>planetová s hydrodynamickým měničem</i>	<i>variátor CVT</i>
osobní	automat	0,5 - 1,5	0,1 - 0,5	0,8 - 1,5	0
	sekvence	0,4 - 0,8	0,5	-	0,5 - 1,0
dodávka		1,0 - 1,5	cca 0,5	-	
nákladní		1,0 - 1,5	0,5 - 1,0	-	-
autobus		1,0 - 1,5	0,5 - 1,0	-	

Je zřejmé, že hodnoty mají poměrně velký rozptyl. Problematika byla konzultována i s odborníkem v této oblasti Ing. Michalem Richtářem z Ústavu dopravní techniky Vysoké školy báňské v Ostravě. Z jeho ústního sdělení je zřejmé, že výše uvedené hodnoty 0,5 – 1,0 s se v praxi využívají. Doporučil uvažovat s hodnotou 0,8 s, která je použita jako výchozí při simulacích.

5.6. Simulace manévru

Jak je zřejmé z předchozích kapitol, výpočet bylo nutné vzhledem k nelinearitám závislým na aktuální rychlosti provádět iteračně. Jednalo se o nelinearitu způsobenou

- Zařazeným rychlostním stupněm – v každém kroku je ověřováno, zda zvolený rychlostní stupeň odpovídá maximální schopnosti vozu akcelarovat,
- jízdními odpory – mění se nelineárně v závislosti na rychlosti vozidla.

Časový krok výpočtu je volen 0,05 s.

Vzhledem k množství vstupních parametrů a složitosti celého výpočtu bylo přistoupeno k vytvoření vlastního software, který práci z velké části automatizuje.

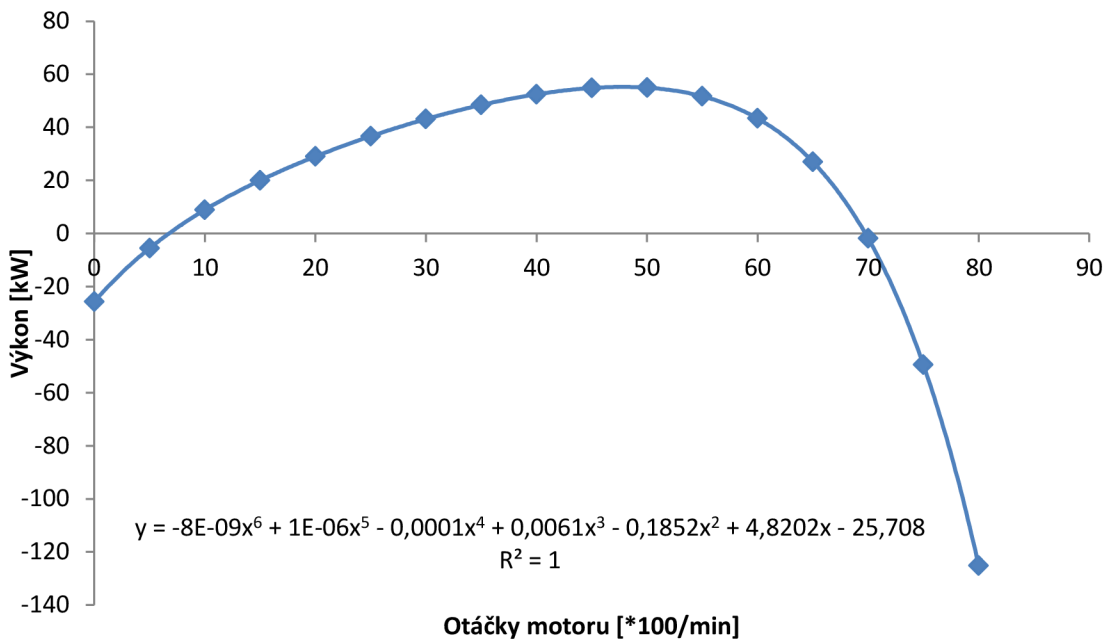
Simulační software byl vytvořen na základě vztahů uvedených v kapitole 5.1 a 5.3. Pohybová rovnice byla pro iterační výpočet upravena na tvar uvedený v rovnici 47.

$$v_{n+1} = v_n + \frac{k}{m} \cdot \left(\frac{\eta \cdot P \cdot 1000}{v_n} - \frac{1}{2} \cdot c_x \cdot S_x \cdot \rho \cdot v_n^2 - \frac{f \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha}{r_d} - m \cdot g \cdot \sin \alpha \right) \quad (47)$$

Kde:

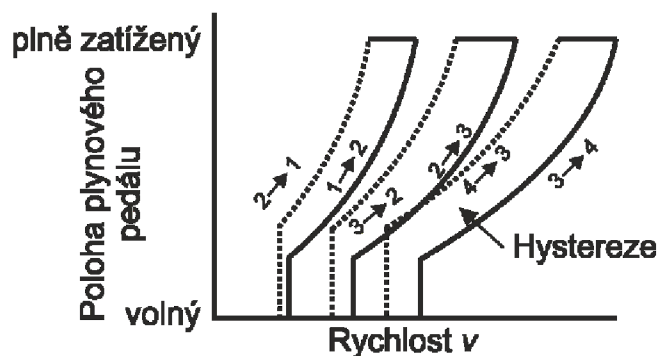
k	–	krok výpočtu [s]
η	–	účinnost převodného ústrojí [-]
P	–	výkon motoru [kW]
v_n	–	okamžitá rychlost kroku n [m/s]
v_{n+1}	–	okamžitá rychlost kroku n+1 [m/s]
c_x	–	součinitel odporu vzduchu [-]
ρ	–	měrná hustota vzduchu [kg/m ³]
S_x	–	čelní plocha vozidla [m ²]
f	–	součinitel valivého odporu [-]
m	–	hmotnost vozidla [kg]
g	–	tíhové zrychlení [m/s ²]
α	–	úhel mezi nakloněnou a vodorovnou rovinou [rad]
r_d	–	dynamický poloměr kola vozidla [m]

Výkon každého vozidla se mění v závislosti na otáčkách motoru. Každý motor je charakteristický svou výkonovou křivkou. Jedná se o křivku stanovenou empiricky měřením. Pro účely simulace bylo nutné provést aproximaci těchto křivek. Zvolen byl polynom šestého stupně, který zajišťuje spolehlivost funkce vyšší než 99 %. Dále bylo nutné zavést ohraničení pomocí minimálních a maximálních otáček pro každý motor, jinak hrozilo, že výkonová křivka se dostane do částí, kde je již záporná a vypočtené hodnoty budou nesprávně (např. záporná hodnota výkonu). Viz obrázek 32, který zobrazuje průběh aproximační křivky pro motor 1,6 MPI (55 kW) vozu Škoda Felicia.



Obrázek 32 Průběh aproximační křivky motoru 1,6 MPI (55 kW) vozu Škoda Felicia

Nejsložitější operací v rámci simulace bylo provedení změny rychlostního stupně. Tato změna totiž není okamžitá, ale trvá určitou dobu a vzniká při ní hysterezní smyčka (Lechner, 1999). Schéma hysterezních smyček je zobrazeno na obrázku 33. Kdy je vhodné zařadit rychlostní stupeň, v kolika procentech maximálního výkonu, to rovněž závisí na konkrétním motoru. Proto je v simulaci toto modelováno a pro další zpracování je využita nejvhodnější varianta. Hodnocení je provedeno na základě nejkratší vypočtené doby předjížděcího manévru.



Obrázek 33 Schéma hysterezních smyček při řazení (4-stupňová převodovka)

5.6.1. Vstupní parametry simulace

Pro jednotlivé modely vozidel bylo uvažováno s karoserií combi. Tato karoserie je shodná či delší než karoserie hatchback, resp. liftback a hmotnost těchto vozidel je vyšší. Další parametry simulací, které byly podrobně rozepsány v předchozích kapitolách, jsou shrnuty v tabulce 23.

Tabulka 23 Vstupní hodnoty simulací

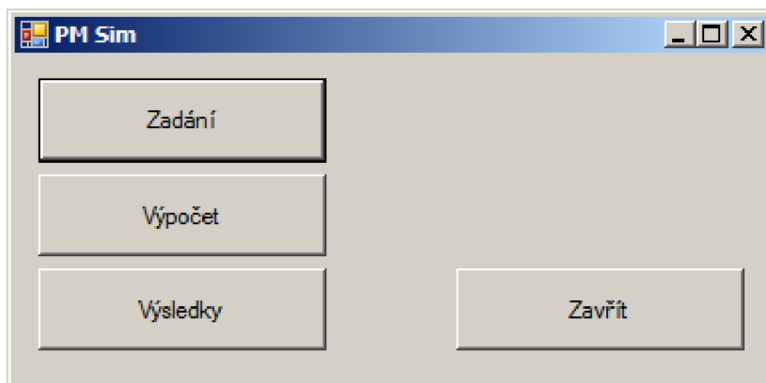
Reakční doba řidičů vozidel (1), (2)	1,5 s pro předjíždějící vozidlo (2) 2,5 s pro předjížděné vozidlo (1)
Délka předjížděného vozidla (1) - Největší normové délky skupin vozidel	6 m pro osobní vozidla 16,5 m pro nákladní vozidla 18 m pro autobusy
Zpomalení při kritickém brždění	5,8 m/s ² pro osobní vozidla 5,0 m/s ² pro nákladní vozy a autobusy
Počáteční rychlost vozidel (1), (2)	60 km/h – 90 km/h v rozestupech 10 km/h
Valivý odpor	0,01 na suché vozovce 0,006 na mokré vozovce
Rychlost vozidla (3)	shodná s rychlostí vozidla (1) či vyšší v rozestupech 10 km/h až do hodnoty 90 km/h
Krok výpočtu	0,05 s
Vzdálenost pro příčné přemístění	3,50 m
Hustota vzduchu	1,25 kg/m ³
Účinnost převodného ústrojí	0,85 pro všechny typy vozidel
Doba řazení	0,8 s

5.6.2. Simulační software PM Sim

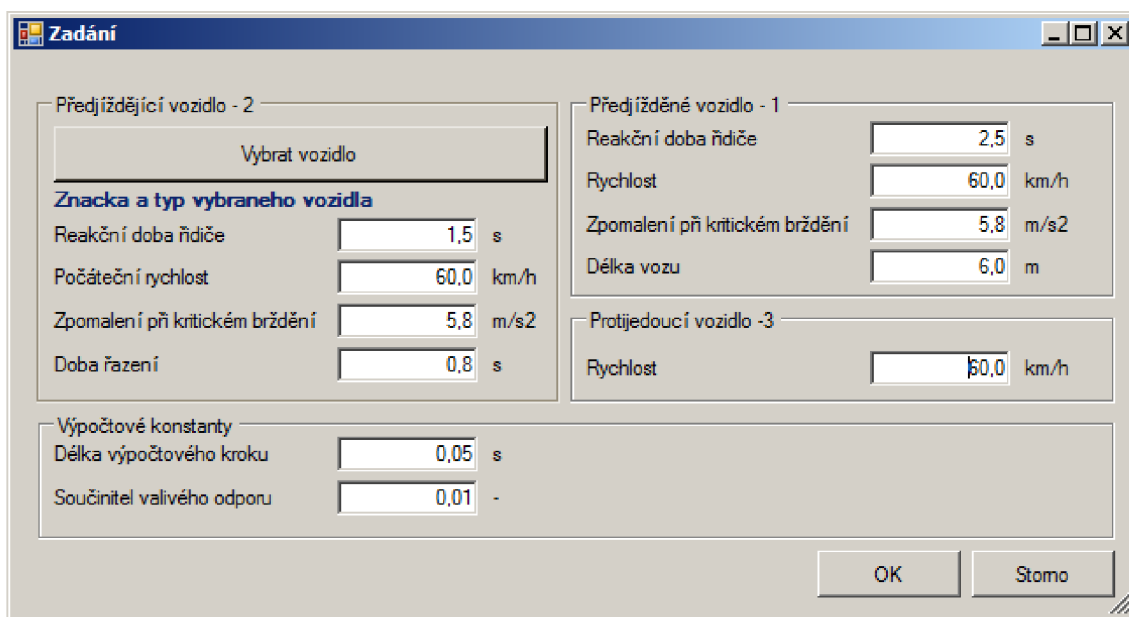
V této kapitole je představen software PM Sim vytvořený autorkou pro účely této práce.

Pro vytvoření programu byl zvolen jazyk C# a vývojářské prostředí Microsoft Visual C# 2010 Express. Tento nástroj je k využití zdarma pro nekomerční účely.

Grafické rozhraní je navrženo jednoduše, čistě pro účely práce. Nicméně v zadání je možné měnit všechny parametry výpočtu včetně rychlostí všech zúčastněných vozidel. Rozhraní programu a okna pro zadání je vidět na obrázcích 34 a 35.

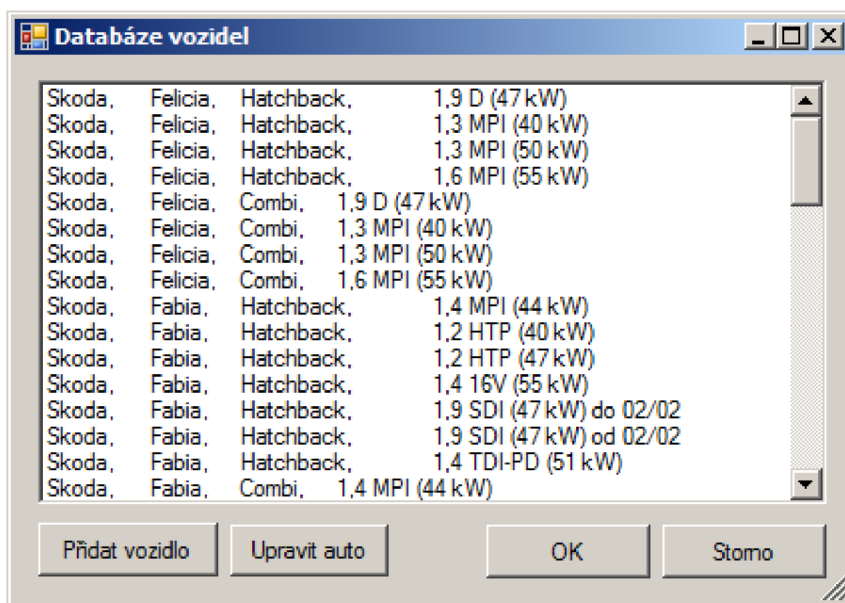


Obrázek 34 Hlavní rozhraní programu

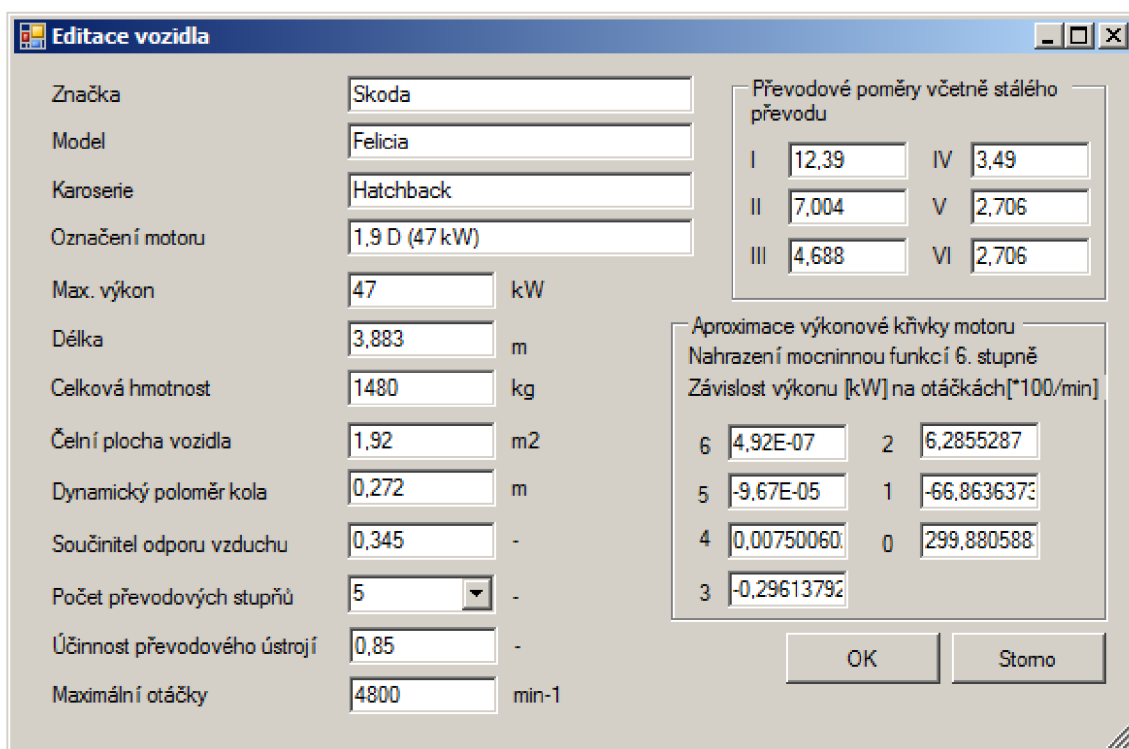


Obrázek 35 Zadání

Vozidla jsou uložena v databázi v souboru database_aut.txt. Jedná se o textový soubor, v němž jsou parametry odděleny středníkem. Bez tohoto souboru je možné program spustit, musí být přidáno vozidlo, vytvoří se databázový soubor a je možné spustit výpočet. Vozidla je možné prostřednictvím programu přidávat i editovat. Viz obrázky 36 a 37.



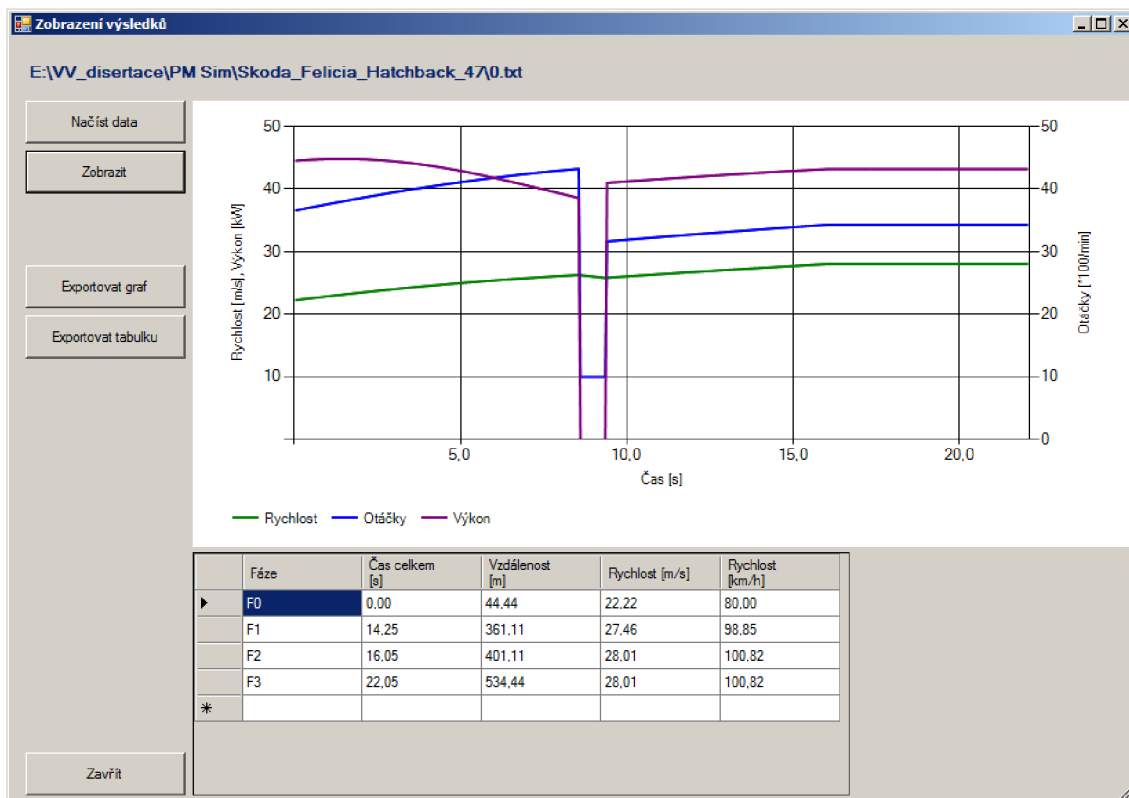
Obrázek 36 Výběr vozu z databáze



Obrázek 37 Zadání nového vozu či editace stávajícího

Když je zadání kompletní, dojde k jeho uložení a stiskem tlačítka „Výpočet“ dojde k provedení výpočtu. Pokud je dokončen, zobrazí se v hlavním okně zpráva „Výpočet dokončen“. Dojde k vytvoření adresáře s názvem vozu, jeho typu a výkonu. Pokud již složka existuje, dojde k vytvoření další složky s číslováním indexem. V každé složce je vytvořeno 5301 souborů, v jejichž názvu je interval řazení a sklon komunikace např. -3.txt. Počítáno je pro sklon od -15 do 15 %. Hodnoty optimálních intervalů řazení jsou zapsány v souboru minima.txt.

Prohlížení výsledků je možné v samostatném okně, obrázek 38.



Obrázek 38 Zobrazení výsledků simulace

Po otevření okna „Zobrazení výsledků“ je nutné načíst data výběrem příslušného souboru a stisknout tlačítko „Zobrazit“.

Zobrazí se graf, ve kterém je fialově zobrazen výkon vozidla, modře otáčky a zeleně rychlost. Pokud výkon poklesne na nulovou hodnotu, dochází ke změně rychlostního stupně. Minimální otáčky motoru jsou nastaveny na 1000 ot/min, proto v průběhu řazení jsou otáčky na této hodnotě. V tabulce pod grafem je možné vidět trvání jednotlivých fází manévru a ujetou vzdálenost.

Graf je možné exportovat do souboru *.png a tabulku do textového souboru *.txt.

Kapitola 6 Výsledky

Pro každý z uvažovaných modelů byly provedeny simulace s nejnepříznivějšími parametry uvedenými v tabulce 21, v kapitole 5.6. Celkem se jedná o 430 variant výpočtu a pro každou z nich 5301 simulací (cca 200 megabajtů textových dat pro každou variantu). Celkem se jedná o 2 279 430 simulací.

Zpracovány byly simulace pro tři nejčastěji registrované typy osobních vozidel v České republice. Tato vozidla byla osazena motory různého typu a o různém výkonu. Ke každému motoru byla dohledána příslušející převodovka. Celkem bylo řešeno 43 variant, 4 pro model Škoda Felicia, 10 pro model Škoda Fabia, 9 pro model Škoda Fabia II, 9 pro model Škoda Octavia a 11 pro model Škoda Octavia II.

Výpočty byly řešeny pro sklony od -15 % do +15%. Tento rozsah byl zvolen s ohledem na teoreticky možný výskyt úseků s těmito extrémními sklony v silniční síti a zejména s ohledem k nalezení sklonů, při nichž by mělo být zváženo zvýšení počtu jízdnicích pruhů ve stoupání. Pro přehlednost jsou některé výsledky upraveny pouze pro sklony od -9 % do 9 %. Návrh přídatného pruhu pro pomalá vozidla dle ČSN 73 6101 pro silnice s nadprůměrnou dopravní zátěží (průměrná intenzita na silnicích I. tříd je 7 565 voz/24h, na silnicích II. tříd je 2 315 voz/24h (CSD 2010, 2011) nemusí být dostatečný pro zajištění plynulosti provozu.

První část výsledků je věnována vlivu jednotlivých parametrů výpočtu na vzdálenost pro předjíždění. Toto je řešeno pro vozidlo Škoda Fabia II s motorem 1,2 TSI o výkonu 63 kW.

V další části řešení byla vozidla rozdělena podle objemu motoru a podle výkonu do skupin, do 1400 ccm, nad 1400 ccm, do 66 kW, nad 66kW. Hodnota 66 kW je mediánem hodnot výkonu řešených vozidel, 22 vozidel mělo výkon nižší, 21 vyšší. Testováno bylo také rozdělení vozidel v přepočtu objemu motoru či jeho výkonu k celkové hmotnosti vozu. Vzhledem k tomu, že výrobce volí objem motoru a jeho výkon co neoptimálněji danému vozu, byly rozdíly vzhledem k prostému třídění podle objemu motoru a výkonu minimální a od tohoto hodnocení bylo upuštěno. Členění na zážehové a vznětové motory by nebylo optimální vzhledem k nízkému počtu vznětových motorů s nízkým objemem. Obecně platné ovšem je, že vozidla se vznětovými (naftovými) motory dosahují nižší akcelerace než vozidla o stejném výkonu či objemu v zážehové (benzinové) verzi.

Výsledky jsou rozděleny do tabulek v závislosti na rychlosti protijedoucího vozu. Tuto rychlost je možné uvažovat jako rychlostní limit daného úseku, ačkoli předjíždějící vozidlo ji během manévru překročí a tím poruší předpisy o provozu na pozemních komunikacích (Česká republika, 1997 a 2000). Nicméně takové chování je běžnou praxí, kdy se řidič snaží minimalizovat riziko střetu s protijedoucím vozem.

Dále jsou pro jednotlivé nejvyšší dovolené rychlosti/návrhové rychlosti/směrodatné rychlosti uvedeny minimální poloměry směrových oblouků, u nichž není nutné ověřovat rozhled pro předjíždění a je možné jej zaručit na základě kategorie komunikace.

Podrobné výsledky pro jednotlivé sklony jsou uvedeny v Příloze 3.

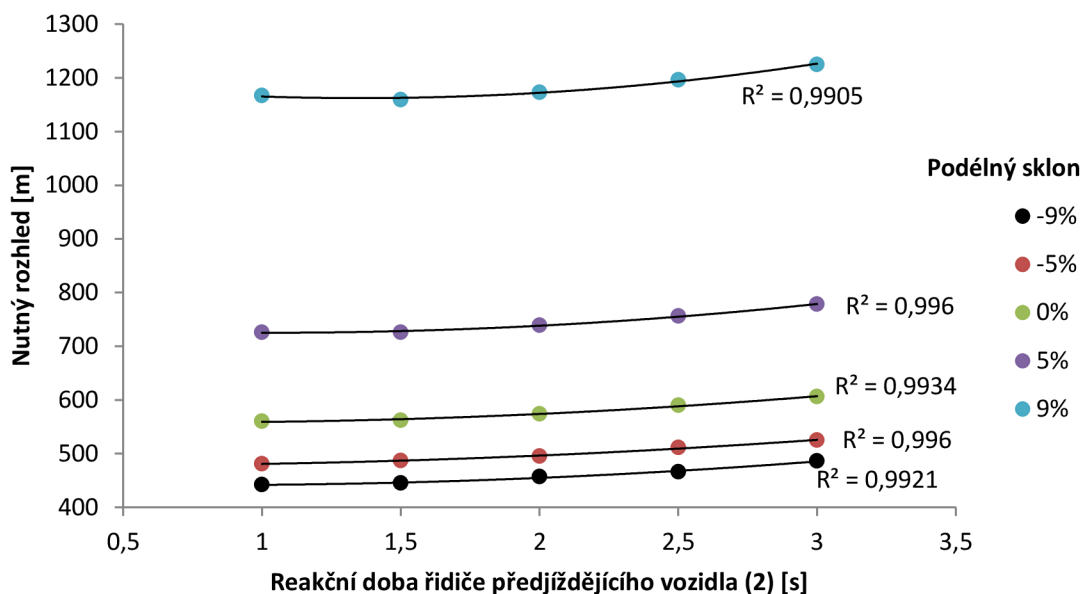
6.1. Vliv parametrů výpočtu na vzdálenost pro předjíždění

Pro srovnání různých vlivů zahrnutých do výpočtů byly provedeny simulace pro vozidlo Škoda Fabia II s motorem 1,2 TSI o výkonu 63 kW.

Rychlost vozidel předjížděného (1) a předjíždějícího (2) byla volena ve všech simulacích 70 km/h. Rychlost protijedoucího byla volena 90 km/h. V rámci jednotlivých simulací byl vždy změněn pouze jeden parametr a ostatní parametry byly výchozí, které byly využity při zjišťování vlivu podélného sklonu, tabulka 21.

6.1.1. Reakční doba řidiče předjíždějícího vozidla (2)

Reakční doba řidiče předjíždějícího vozu určuje rozestup vozidel na počátku manévru. Trend hodnot nutný rozhled pro předjíždění je nejlépe popsán kvadratickou funkcí, viz obrázek 39. Zkrácení reakční doby na 1 s přináší benefit do 1 % oproti reakční době 1,5 s. Naopak prodloužení reakční doby na dvě vteřiny znamená nárůst nutného rozhledu do 2 % (oproti 1,5 s), při zvýšení reakční doby řidiče předjíždějícího vozu na 2,5 s dojde k prodloužení nutného rozhledu o přibližně 3 - 6 % (oproti 1,5 s).



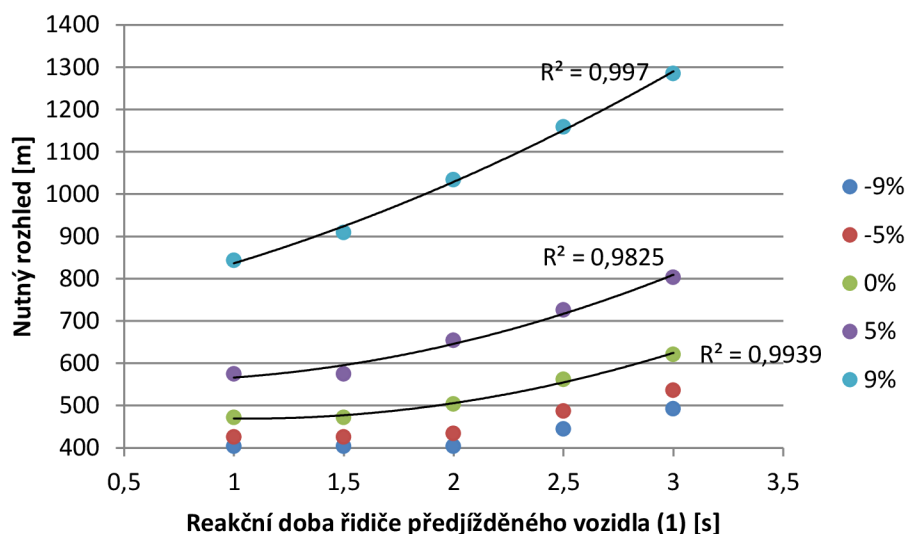
Obrázek 39 Vliv reakční doby řidiče předjíždějícího vozidla (2) na rozhled nutný pro předjíždění

6.1.2. Reakční doba řidiče předjížděného vozidla (1)

Reakční doba řidiče předjížděného vozu určuje rozestup vozidel na konci manévru při zařazování předjíždějícího vozidla zpět do jízdního pruhu. Trend nutného rozhledu na této reakční době je opět kvadratický. Nicméně má na rozhled pro předjíždění výraznější vliv, který je zapříčiněn vyšší rychlostí předjíždějícího vozidla než na počátku manévru. I pro sklon 0 % je výrazný nárůst. Pro reakční dobu 2,5 s 16 % oproti reakční době 1 s, která je uvažována ve stávajícím výpočtu v ČSN 73 6101, viz tabulka 24 a graf na obrázku 40.

Tabulka 24 Porovnání délky nutného rozhledu v závislosti na reakční době řidiče předjížděného vozidla (1)

Podélný sklon	Reakční doba řidiče předjížděného		Procentuální rozdíl
	1 s	2,5 s	
-9 %	404	445	9,2
-5 %	426	487	12,5
0 %	472	562	16,0
5 %	575	726	20,8
9 %	843	1159	27,3

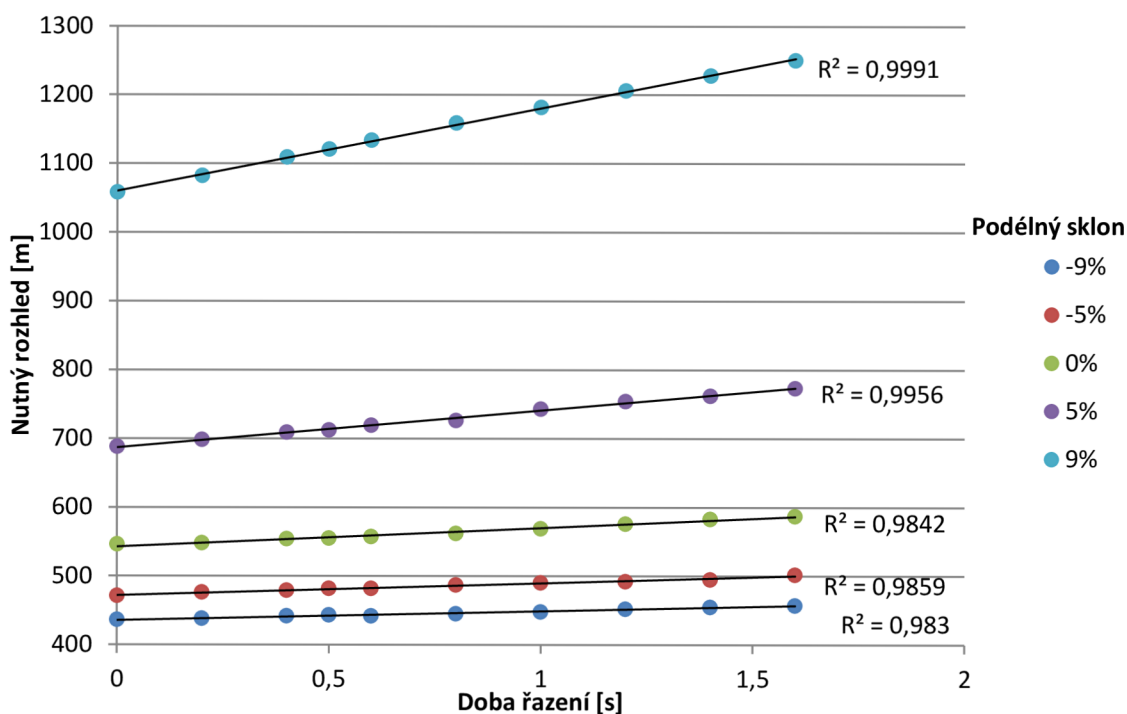


Obrázek 40 Vliv reakční doby řidiče předjížděného vozidla (1) na rozhled nutný pro předjíždění

6.1.3. Doba řazení

V rámci simulace prováděné ke zjištění vlivu doby řazení došlo k jedné změně rychlostního stupně.

Odchytky od hodnoty 0,8 s použité ve výpočtu stanovení vlivu podélného sklonu se pohybují od 91% při 9 % stoupání (resp. 95 % při stoupání 5 %) a nulovém času řazení až po hodnotu 108 % pro 9 % stoupání (resp. 107 % při stoupání 5%) a dobu řazení 1,6 s. Viz obrázek 41. Z těchto údajů je zřejmé, že vozidla s automatickou převodovkou, která má zpravidla dobu řazení kratší než je při manuálním řazení potřebují dráhu pro předjetí dráhu kratší v řádech procent. Opomenout nelze ani fakt, že automatické převodovky jsou v Evropě zpravidla montovány do vozů s výkonnějšími motory.

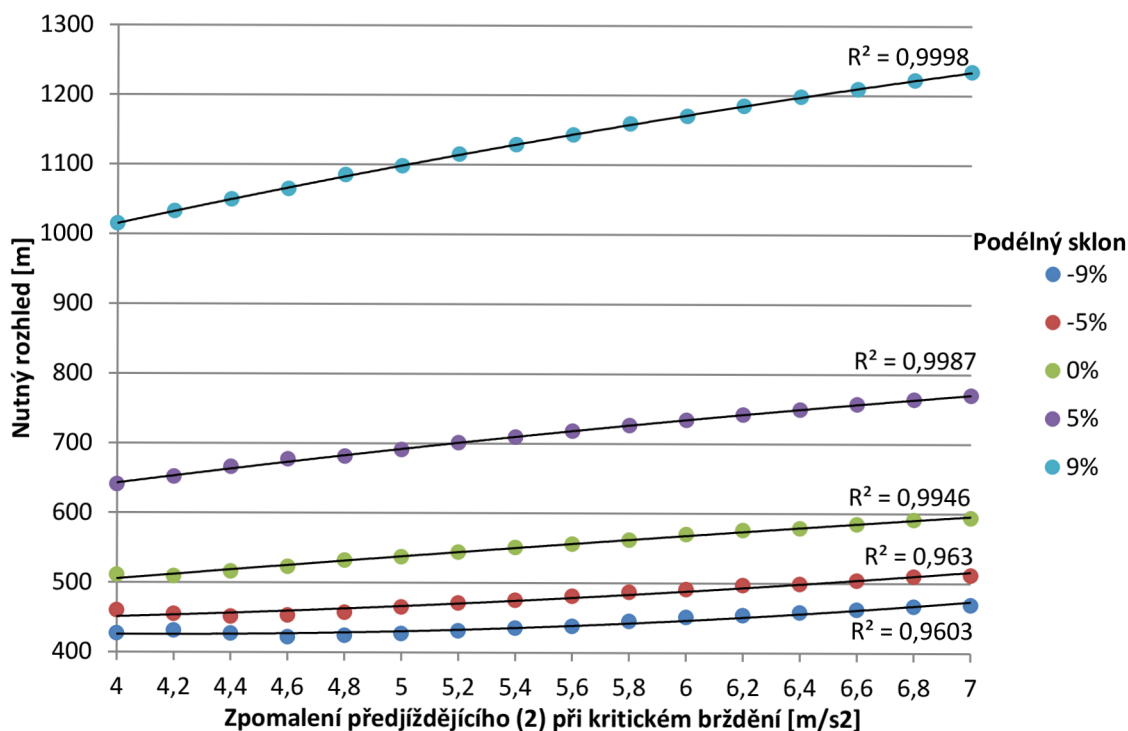


Obrázek 41 Vliv doby řazení na rozhled nutný pro předjíždění

6.1.4. Zpomalení při kritickém brždění – předjíždějící vozidlo (2)

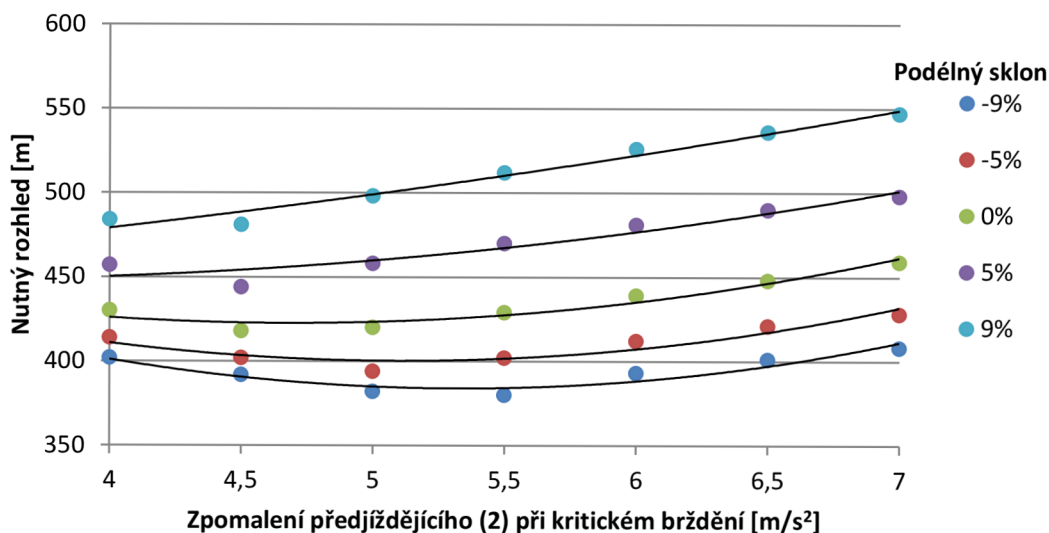
Zpomalení při kritickém brždění je charakteristikou vozidla, která stanovuje, jaké maximální zpomalení při brždění je vozidlo schopno vyvinout. Závisí zejména na účinnosti brzdového systému a hmotnosti vozidla. Ve výpočtu bylo použito pro stanovení bezpečného rozestupu vozidel na počátku předjížděcího manévru. Velikost rozestupu společně se schopností akcelerace významně ovlivňují trend nutné rozhledové vzdálenosti pro různé hodnoty tohoto parametru. Čím delší je rozestup mezi vozidly na počátku manévru, tím delší dobu vozidlo akceleruje a může dosáhnout vyšší rychlosti. To v důsledku může znamenat celkový kratší čas manévru a kratší vzdálenost, přestože na počátku byl rozestup vozidel větší, jak ukazuje obrázek 42.

Pokles nutného rozhledu je možný jen u vozidel s vysokým výkonem motoru, jak zobrazuje graf na obrázku 43.



Obrázek 42 Vliv hodnoty kritického brždění předjíždějího (2) na rozhled nutný pro předjíždění

Škoda Octavia II 2,0 TFSI, 147 kW



Obrázek 43 Vliv hodnoty kritického brždění předjíždějího (2) s vysokým výkonem motoru na rozhled nutný pro předjíždění

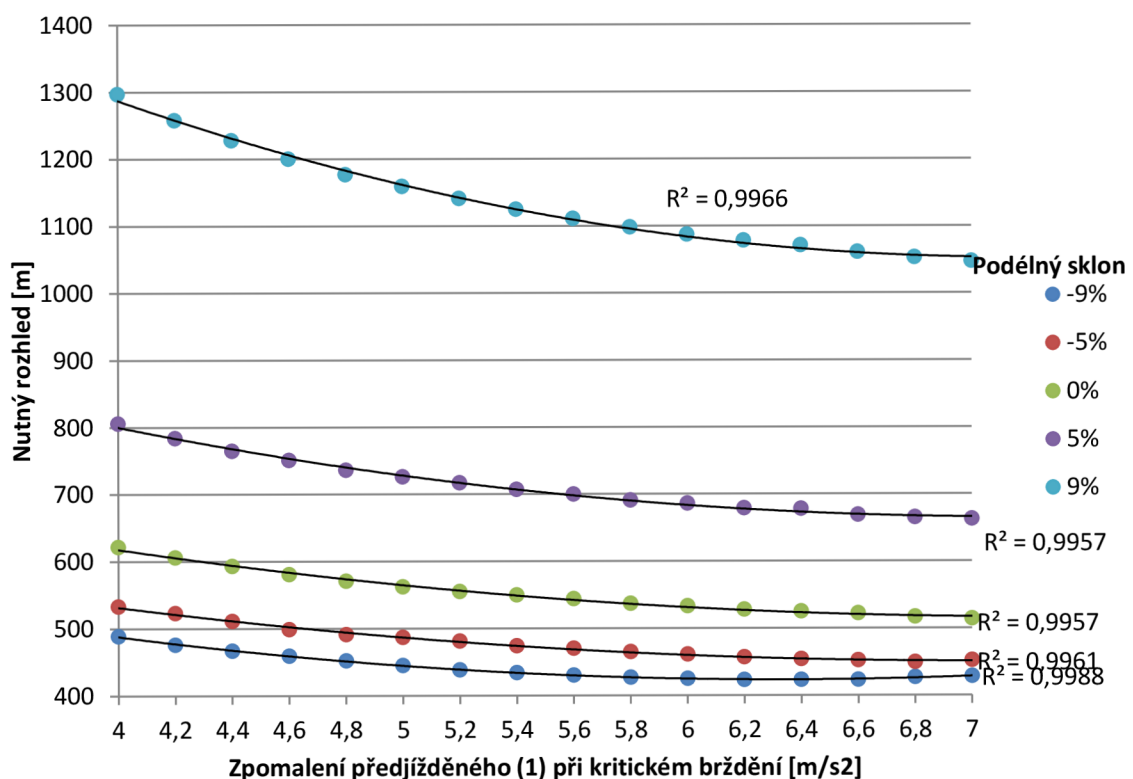
6.1.5. Zpomalení při kritickém brždění – předjížděné vozidlo (1)

Podobná závislost jako pro předjíždějí vozidlo je i pro vozidlo předjížděné. Vliv na celkovou vzdálenost pro předjetí je výraznější. Aproximace této závislosti je kvadratická, odchylky od funkce jsou způsobeny změnou rychlostního stupně. Graf

průběhu křivek je zobrazen na obrázku 44. Změny v přepočtu k výchozí hodnotě uvažované při stanovení rozhledu nutného pro předjíždění jsou uvedeny v tabulce 25.

Tabulka 25 Procentuální změna nutného rozhledu pro předjíždění v přepočtu k hodnotě využitě v simulacích (5 m/s^2)

Podélný sklon	Zpomalení při krit. brždění [m/s^2]				
	4	5	5,8	6	7
-9%	110	100	96	96	96
-5%	109	100	96	95	93
0%	111	100	96	95	92
5%	111	100	95	95	91
9%	112	100	95	94	90

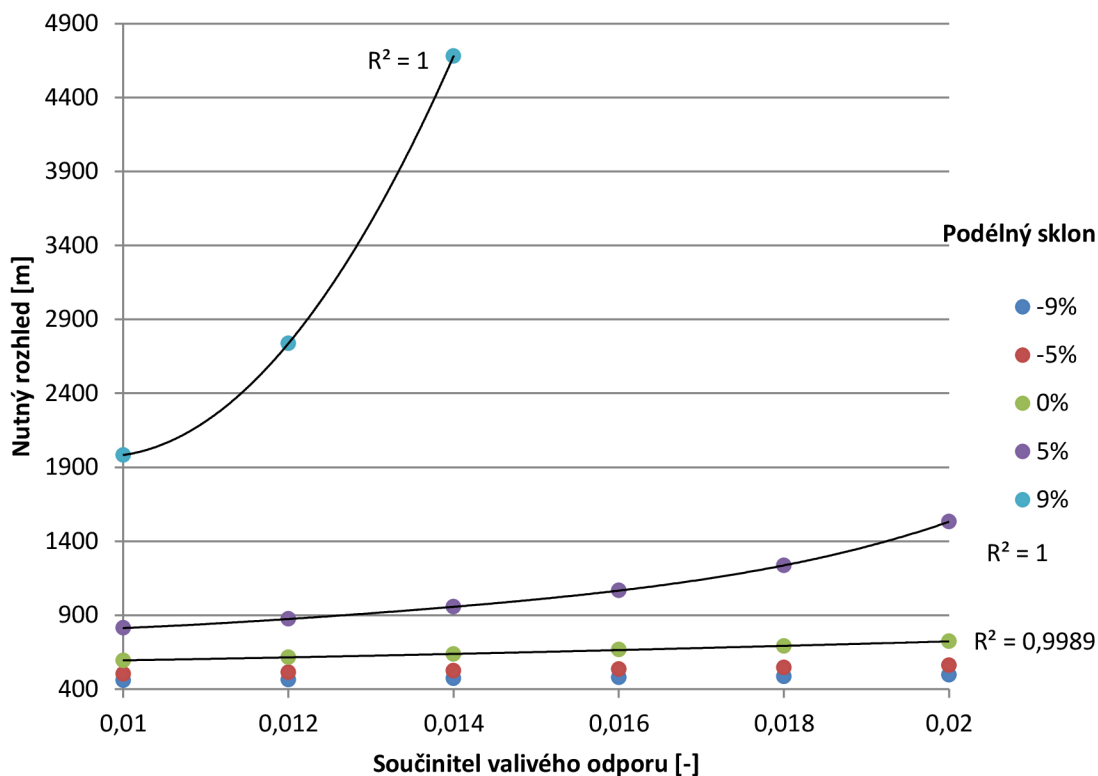


Obrázek 44 Vliv hodnoty kritického brždění předjížděného (1) na rozhled nutný pro předjíždění

6.1.6. Součinitel valivého odporu

Vliv valivého odporu strmě vzrůstá se sklonem komunikace, jak je patrné z grafu na obrázku 45. Při 9% stoupání není referenční vůz schopen akcelerace pro součinitel valivého odporu vyšší než 0,014. Na silnicích s obousměrným provozem je možné se setkat zejména s asfaltovým povrchem (případně betonovým), proto byl součinitel odporu vzduchu uvažován pouze hodnotami do 0,020. Procentuální rozdíl

mezi mezními hodnotami 0,010 a 0,020 je uveden v tabulce 26. Nárůst hodnot bylo možné nejlépe aproximovat polynomem 4. stupně.



Obrázek 45 Vliv valivého odporu na rozhled nutný pro předjíždění

Tabulka 26 Procentuální rozdíl mezi mezními hodnotami asfaltových povrchů (0,01 a 0,02)

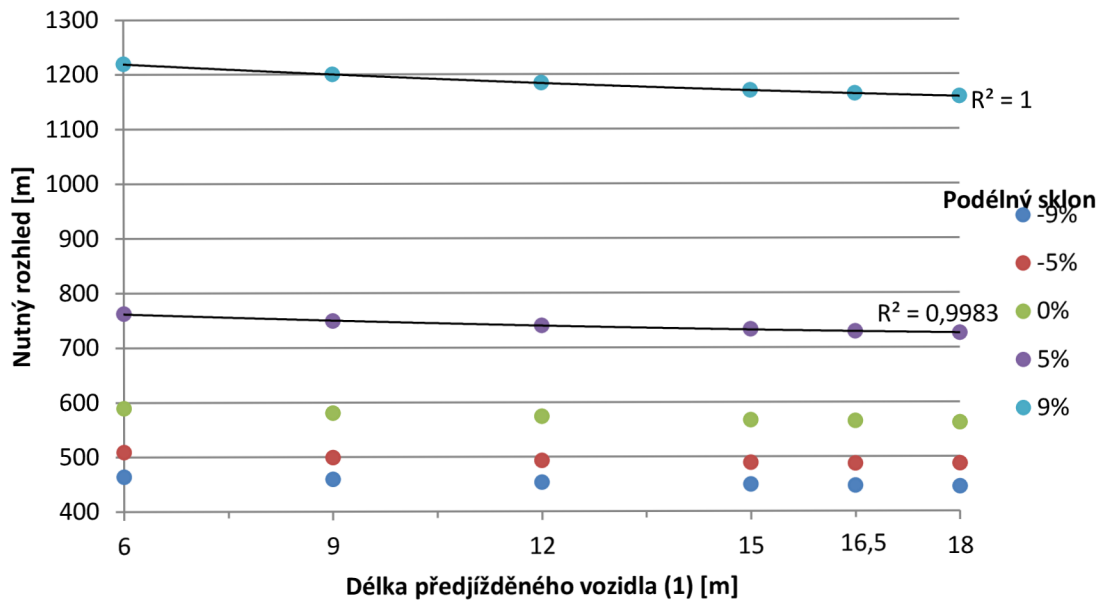
Sklon kom. [%]	Rozdíl [%]
-9	8,3
-5	11,5
0	21,7
5	88,2
9	-

6.1.7. Délka předjížděného vozidla

Výsledky simulací provedené pro různé délky vozidel ukázaly překvapivé výsledky. Navzdory všeobecnému očekávání nenarůstá vzdálenost pro předjetí s délkou předjížděného vozidla. Je to dáno vlivem akcelerace předjíždějícího vozidla, které zrychluje po celou dobu, než se dostane před předjížděné vozidlo a až potom pokračuje dosaženou rychlostí. Projevuje se zde silně vliv podélného sklonu, který schopnost akcelerace významně ovlivňuje. Rozdíly ve vzdálenosti jsou malé a pohybují se do 4 %, jak je vidět na obrázku 46.

Závěry, které jsou na první pohled v rozporu s běžnou řídičskou praxí, kdy každý řekne, že předjetí většího vozidla trvá déle, lze pravděpodobně vysvětlit tím, že při předjíždění malého a nízkého vozidla je zajištěn lepší rozhled okolo a přes

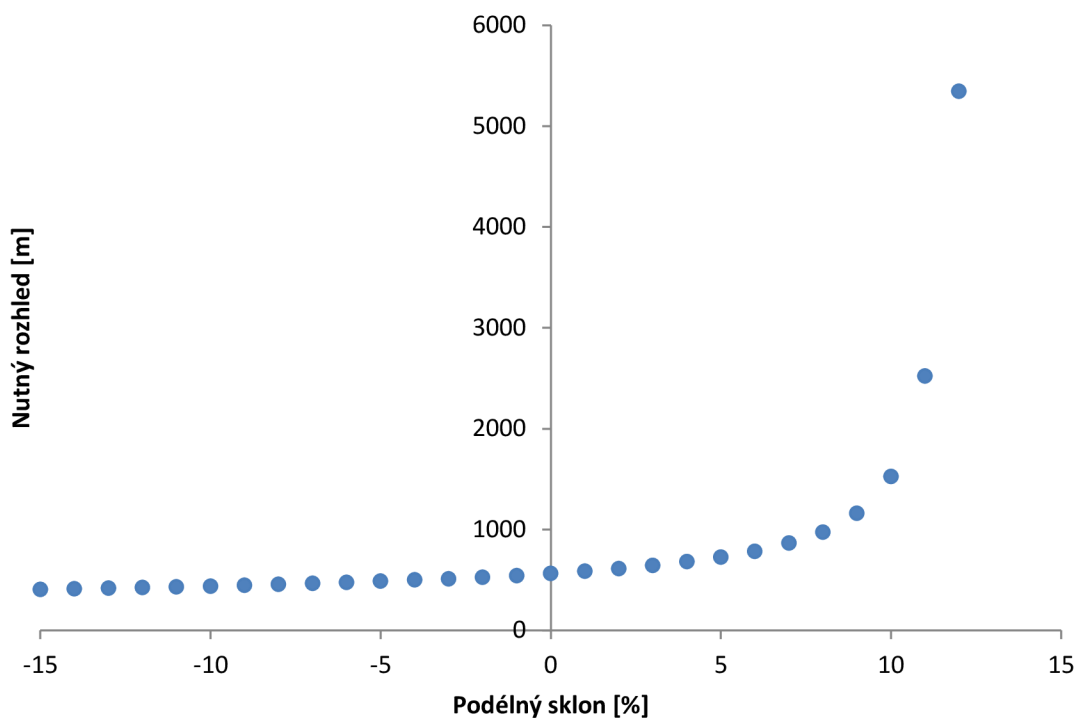
předjížděné vozidlo a řidič předjíždějícího vozu začne akcelarovat ještě dříve, než zahájí samotný manévr. Tímto dosáhne rozdílu v rychlosti již na samotném počátku manévru a ten pak trvá kratší dobu a potřebuje kratší dráhu. Toto potvrzuje i provedení simulace, kdy k předjetí osobního automobilu je potřeba kratší dráha už při rychlosti předjíždějícího na počátku manévru o 3 km/h vyšší než je rychlost předjížděného.



Obrázek 46 Vliv délky předjížděného vozidla na rozhled nutný pro předjíždění

6.1.8. Podélný sklon komunikace

Vliv podélného sklonu je výrazný. V grafu na obrázku 47 je možné pozorovat, jak nelineárně narůstá nutný rozhled s podélným sklonem. Zatímco u sklonů do 0% lze pozorovat přibližně lineární nárůst nutného rozhledu, u vyšších sklonů je nárůst velmi strmý a souvisí úzce s parametry motoru osazeného ve voze, jak ukazuje tabulka 27.



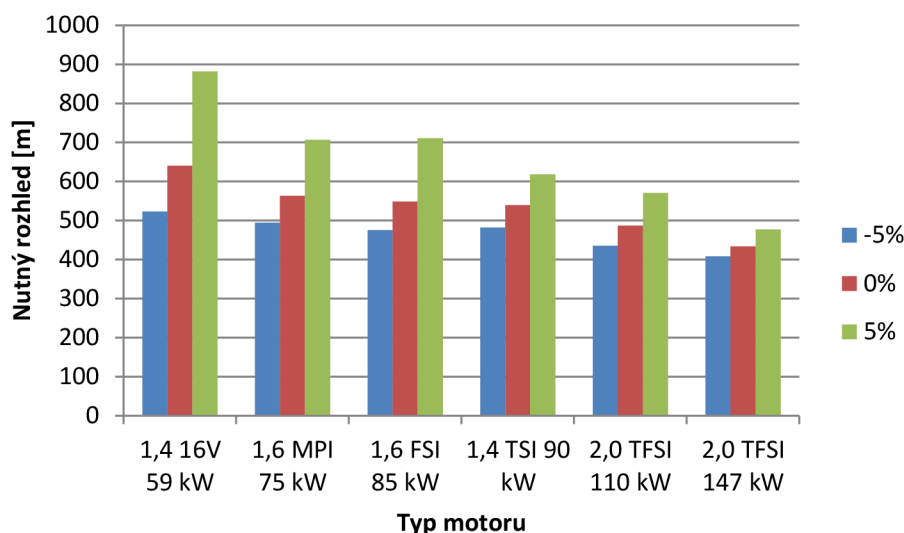
Obrázek 47 Vliv podélného sklonu na rozhled nutný pro předjíždění

Tabulka 27 Procentuální rozdíl nutného rozhledu pro předjíždění v přepočtu k nulovému sklonu

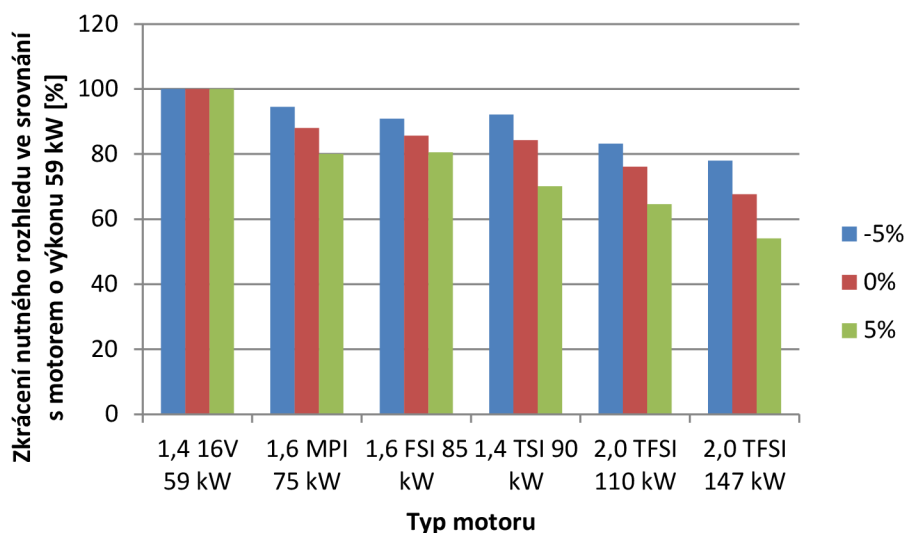
Sklon kom. [%]	Rozdíl k nulovému sklonu [%]
-9	-20,8
-5	-13,3
0	0
5	29,2
9	106,2

6.1.9. Výkon motoru

Pro stanovení vlivu výkonu hnací jednotky vozidla byly využity zážehové motory různých výkonu u vozidla Škoda Octavia II. Obecně lze konstatovat, že s rostoucím výkonem motoru se zkracuje nutný rozhled pro předjíždění. Nicméně záleží i na průběhu výkonové křivky a převodovce motoru, např. motory 1,6 MPI 75 kW a 1,6 FSI 85 kW dosahují velmi podobných výsledků, jak ukazuje obrázek 48. Procentuální zkrácení nutného rozhledu u vozidel se silnějšími motory oproti modelu s motorem 1,4 16V 59 kW je zobrazeno na grafu v obrázku 49.



Obrázek 48 Vliv výkonu motoru na rozhled nutný pro předjíždění



Obrázek 49 Procentuální rozdíl rozhledu nutného pro předjíždění podle výkonu motoru (vztaženo k motoru o výkonu 59 kW)

6.2. Vzdálenost pro předjíždění v závislosti na podélném sklonu

Rychlosti vozidel účastnících se manévru uvažované v ČSN 73 6101 jsou odvozeny od návrhové, popř. směrodatné rychlosti. V tomto textu je rychlost protijedoucího vozu uvažována jako nejvyšší dovolená rychlost. Pro normotvorné účely je při rekonstrukcích nutné zjistit skutečnou rychlost vozidel na řešeném úseku, při návrhu nové komunikace uvažovat rychlost směrodatnou/návrhovou.

V závislosti na nejvyšší dovolené rychlosti jsou vytvořeny tabulky, ve kterých jsou přehledně zobrazeny výsledné průměrné vzdálenosti pro předjíždění pro různé rychlosti na počátku manévru. Byly vypočteny i pro rychlost 90 km/h, která je nevyšší dovolenou rychlostí na směrově nerozdělených silnicích, přestože zahájení předjíždění při této rychlosti vede k vědomému porušování předpisů silničního provozu. Nicméně je

takové předjíždění na české silniční síti častým jevem, a proto by nemělo být opomenuto.

Tabulka 28 Rychlostní limit 60 km/h

Sklon [%]	≤ 66		> 66	
	≤ 1,4 [m]	> 1,4 [m]	kW [m]	kW [m]
-15	309	301	309	299
-14	312	302	312	301
-13	315	304	316	302
-12	320	307	320	304
-11	325	309	325	307
-10	331	313	332	310
-9	337	317	338	313
-8	344	321	345	317
-7	352	326	353	322
-6	360	332	361	327
-5	369	338	371	332
-4	379	345	381	338
-3	391	353	393	346
-2	404	361	406	354
-1	419	371	421	362
0	436	381	439	372
1	456	393	459	382
2	477	407	480	394
3	501	421	505	407
4	536	440	540	422
5	586	461	591	439
6	659	487	664	458
7	706	525	721	483
8	824	588	862	517
9	967	633	1043*	563
10	1213*	763	1422*	620
11	1463*	1213*	2084*	846
12	969*	1094*	1441*	975
13	1258*	1226*	1528*	1154*
14	1097*	1149*	1269*	1138*
15	1260*	1463*	2049*	1415*
předjížděný (1)			60 km/h	
předjíždějící (2) na poč. manévru			60 km/h	
protijedoucí (3)			60 km/h	
*hodnoty za hranicí rozpoznatelnosti				

Tabulka 29 Rychlostní limit 70 km/h

Sklon [%]	≤ 1,4 l		≤ 66		> 1,4 l		> 66		
	[m]	[m]	kW	[m]	kW	[m]	[m]		
-15	326	317	326	316					
-14	329	318	329	317					
-13	332	321	333	319					
-12	337	323	338	321					
-11	342	326	343	324					
-10	348	330	349	327					
-9	355	333	356	330					
-8	362	338	363	334					
-7	370	343	371	339					
-6	379	349	380	344					
-5	389	355	391	350					
-4	399	362	401	356					
-3	412	370	414	364					
-2	426	379	428	372					
-1	441	389	444	381					
0	459	400	462	392					
1	480	412	484	403					
2	502	426	506	415					
3	528	440	531	429					
4	564	458	568	445					
5	616	479	621	462					
6	693	505	698	482					
7	743	539	759	508					
8	870	594	910	545					
9	1024*	648	1102	593					
10	1284*	774	1508*	654					
11	1552*	1195*	2215*	896					
12	1026*	1148*	1536*	1034*					
13	1134*	1288*	1362*	1224*					
14	957*	1234*	1006*	1208*					
15	1087*	1625*	1563*	1502*					
předjížděný (1)			60 km/h		předjížděný (1)			70 km/h	
předjíždějící (2) na poč. manévru			60 km/h		předjíždějící (2) na poč. manévru			70 km/h	
protijedoucí (3)			70 km/h		protijedoucí (3)			70 km/h	
*hodnoty za hranicí rozpoznatelnosti					*hodnoty za hranicí rozpoznatelnosti				

Tabulka 30 Rychlostní limit 80 km/h - část 1

Sklon [%]	≤ 1,4 l		≤ 66		> 1,4 l		> 66	
	[m]	[m]	kW	[m]	kW	[m]	[m]	
-15	342	333	342	332				
-15	404	384	405	383				

-14	345	334	345	333	-14	411	389	411	387
-13	348	337	349	335	-13	418	396	420	392
-12	354	339	355	337	-12	426	401	428	397
-11	359	342	360	340	-11	434	408	435	404
-10	366	346	367	344	-10	443	415	445	410
-9	373	350	374	347	-9	453	422	454	418
-8	381	355	382	351	-8	464	430	466	425
-7	389	360	390	356	-7	477	439	479	434
-6	398	367	400	362	-6	490	448	492	442
-5	408	373	410	368	-5	504	458	506	452
-4	419	380	422	375	-4	521	471	523	464
-3	432	389	435	383	-3	540	484	542	476
-2	447	398	449	391	-2	562	497	565	488
-1	463	409	466	401	-1	588	513	591	504
0	482	420	485	411	0	619	531	623	519
1	504	433	508	423	1	656	550	661	536
2	527	447	531	436	2	705	574	711	556
3	554	463	558	451	3	771	601	780	578
4	592	482	597	467	4	862	635	871	605
5	647	504	652	486	5	944	677	957	640
6	727	530	733	507	6	1057*	723	1068*	682
7	780	567	797	534	7	1319*	800	1339*	737
8	917	624	958	572	8	1852*	878	1832*	793
9	1080*	681	1162*	623	9	2224*	897	2207*	827
10	1356*	815	1594*	688	10	1512*	1119*	2075*	905
11	1640*	1264*	2346*	947	11	1718*	2005*	3859*	1546*
12	1083*	1215*	1631*	1093*	12	3185*	1176*	5073*	1185*
13	1415*	1361*	1715*	1295*	13	2363*	1343*	-	1428*
14	1235*	1306*	1422*	1278*	14	1664*	1868*	-	1848*
15	1417*	1719*	2306*	1589*	15	1628*	1788*	-	1770*
předjížděný (1) 60 km/h					předjížděný (1) 70 km/h				
předjíždějící (2) na poč. manévru 60 km/h					předjíždějící (2) na poč. manévru 70 km/h				
protijedoucí (3) 80 km/h					protijedoucí (3) 80 km/h				
*hodnoty za hranicí rozpoznatelnosti					*hodnoty za hranicí rozpoznatelnosti				

Tabulka 31 Rychlostní limit 80 km/h - část 2

Sklon [%]	≤ 1,4 l		> 1,4 l	
	[m]	[m]	[m]	[m]
-15	482	457	481	453
-14	491	464	490	460
-13	502	472	500	468
-12	512	480	511	475
-11	524	489	523	484
-10	537	498	535	493
-9	550	508	548	502

-8	564	520	563	513
-7	581	532	579	525
-6	599	545	597	537
-5	621	559	619	550
-4	645	574	643	564
-3	674	592	672	580
-2	707	611	705	597
-1	748	635	746	618
0	797	662	795	642
1	859	693	856	669
2	949	733	944	702
3	1088*	783	1080*	741
4	1300*	853	1291*	788
5	1992*	1001*	1994*	844
6	2796*	1328*	3021*	918
7	3605*	1374*	3589*	1038*
8	2802*	1284*	2556*	1183*
9	1473*	1836*	2085*	1742*
10	2098*	2046*	2098*	1981*
11	7744*	2370*	7744*	2277*
12	-	2337*	-	2243*
13	-	2336*	-	2336*
14	-	2280*	-	2280*
15	-	1654*	-	1654*
předjížděný (1)			80 km/h	
předjíždějící (2) na			80 km/h	
poč. manévru				
protijedoucí (3)			80 km/h	
*hodnoty za hranic rozpoznatelnosti				

Tabulka 32 Rychlostní limit 90 km/h - část 1

Sklon [%]	≤ 66		> 66		Sklon [%]	≤ 66		> 66	
	≤ 1,4 l [m]	> 1,4 l [m]	kW [m]	kW [m]		≤ 1,4 l [m]	> 1,4 l [m]	kW [m]	kW [m]
-15	358	350	359	348	-15	422	401	423	400
-14	361	351	362	349	-14	429	406	430	404
-13	365	354	366	352	-13	437	413	438	410
-12	371	357	372	354	-12	445	419	447	415
-11	377	360	378	357	-11	454	426	455	422
-10	384	364	384	360	-10	463	433	464	429
-9	391	368	392	364	-9	473	441	475	436
-8	399	373	400	368	-8	485	449	487	444
-7	408	379	409	373	-7	498	459	500	453
-6	417	386	419	380	-6	512	469	514	462
-5	428	393	430	386	-5	527	479	529	472
-4	440	401	442	393	-4	544	492	546	485
-3	453	411	456	401	-3	564	505	567	498

-2	468	421	471	410	-2	587	519	590	510
-1	486	432	489	420	-1	615	536	618	526
0	506	444	509	432	0	646	554	650	542
1	529	458	533	444	1	686	574	691	560
2	553	473	557	458	2	737	600	743	581
3	580	489	584	473	3	806	628	815	604
4	620	510	625	490	4	901	663	911	632
5	678	534	683	509	5	987	707	1001*	668
6	762	565	767	532	6	1104*	756	1116*	712
7	818	607	836	560	7	1379*	836	1400*	770
8	963	654	1007*	600	8	1941*	917	1919*	828
9	1137*	715	1222*	654	9	2330*	937	2312*	864
10	1428*	857	1680*	722	10	1582*	1170*	2173*	946
11	1729*	1333*	2477*	997	11	1801*	2108*	4060*	1624*
12	1140*	1283*	1726*	1152*	12	3352*	1232*	5344*	1242*
13	1493*	1435*	1808*	1365*	13	2495*	1407*	-	1498*
14	1304*	1377*	1499*	1348*	14	1752*	1959*	-	1939*
15	1496*	1813*	2434*	1676*	15	1709*	1878*	-	1859*
předjížděný (1)				60 km/h	předjížděný (1)				70 km/h
předjíždějící (2) na poč. manévru				60 km/h	předjíždějící (2) na poč. manévru				70 km/h
protijedoucí (3)				90 km/h	protijedoucí (3)				90 km/h
*hodnoty za hranicí rozpoznatelnosti					*hodnoty za hranicí rozpoznatelnosti				

Tabulka 33 Rychlostní limit 90 km/h - část 2

Sklon [%]	≤ 1,4 l		≤ 66		> 1,4 l		> 66	
	[m]	[m]	kW	[m]	kW	[m]	[m]	
-15	500	475	501	472	588	556	588	552
-14	510	482	510	479	599	565	599	561
-13	520	490	521	487	611	575	612	570
-12	531	499	532	495	624	586	625	581
-11	543	508	544	504	641	598	642	592
-10	556	518	557	513	658	611	659	604
-9	569	529	571	523	676	624	678	616
-8	584	540	586	534	698	641	699	632
-7	601	553	603	546	722	657	723	646
-6	620	566	622	559	749	675	750	663
-5	642	581	644	573	781	696	781	683
-4	667	597	670	587	820	718	820	703
-3	696	614	699	604	865	744	864	727
-2	730	635	734	622	919	775	914	755
-1	772	659	776	644	984	810	975	786
0	821	687	828	669	1061*	849	1049*	821
1	883	719	891	696	1163*	899	1151*	863
2	973	760	983	731	1337*	964	1317*	916
3	1111*	812	1124*	772	1667*	1054*	1622*	982

4	1320*	882	1344*	821	4	1801*	1200*	1870*	1072*
5	1937*	1037*	1683*	879	5	2384*	1500*	2885*	1185*
6	2723*	1381*	2843*	957	6	2199*	1430*	2265*	1370*
7	3468*	1430*	3458*	1081*	7	5354*	1854*	5576*	1601*
8	2539*	1333*	2671*	1233*	8	2871*	2209*	4386*	1910*
9	1317*	1911*	2178*	1821*	9	6341*	2697*	8423*	2591*
10	1735*	2126*	2191*	2073*	10	-	2516*	-	2430*
11	8115*	2382*	8115*	2382*	11	-	3391*	-	3282*
12	-	2345*	-	2345*	12	-	2206*	-	5759*
13	-	2446*	-	2446*	13	-	4074*	-	4074*
14	-	2388*	-	2388*	14	-	1159*	-	1159*
15	-	1728*	-	1728*	15	-	1262*	-	1262*
předjížděný (1) 80 km/h					předjížděný (1) 90 km/h				
předjíždějící (2) na poč. manévru 80 km/h					předjíždějící (2) na poč. manévru 90 km/h				
protijedoucí (3) 90 km/h					protijedoucí (3) 90 km/h				
*hodnoty za hranicí rozpoznatelnosti					*hodnoty za hranicí rozpoznatelnosti				

Z tabulek 28 - 33 je zřejmé, že mezi vozy s motory s nižšími objemy a výkony a vyššími jsou výrazné rozdíly, které se zvětšují s narůstajícím sklonem. Osobní vozy s objemem motoru do 1,4 l tvoří přibližně 30 % vozového parku registrovaného v České republice. V případě dynamického vozového parku potom téměř 32 %. Z tohoto důvodu autorka doporučuje při možné úpravě ČSN 73 6101 vycházet z průměrných výsledků pro vozidla o objemu motoru do 1,4 l. Takto bude zajištěna uznávaná bezpečnostní hodnota 85 % kvantilu vozidel.

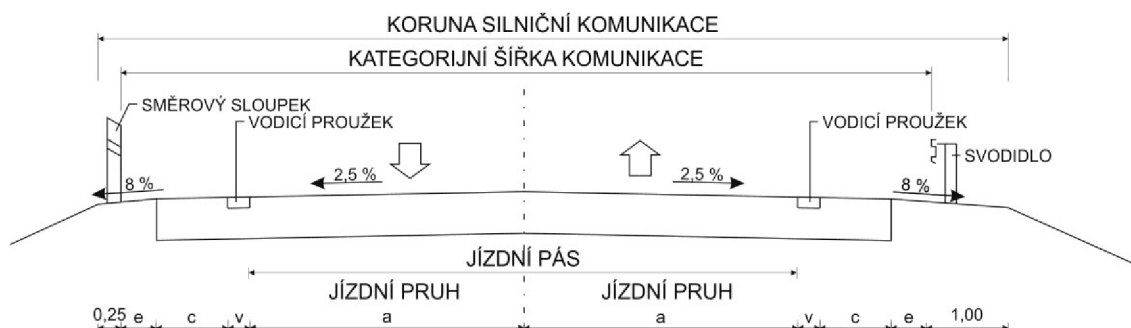
Členění výsledků podle výkonu motoru je dle směrodatných odchylek výsledků o něco přesnější než při výpočtu podle objemu motoru (viz Příloha 3). Vliv se projeví zejména u vyšších sklonů komunikace, kdy jsou ovšem všechna uvažovaná vozidla ještě schopna předjíždět. Nicméně z dat uvedených v Centrálním registru vozidel není možné zjistit výkon jednotlivých vozidel a není možné stanovit hranice výkonu, kdy se jedná o „slabší“ či „silnější“ motor. Proto pro další využití autorka doporučuje použití výsledků pro vozidla o objemu motoru do 1,4 l.

V dalším textu je z výše uvedených důvodů pracováno s hodnotami pro vozidla s objemem motoru do 1,4 l.

6.3. Minimální poloměr směrového oblouku bez nutnosti ověřit rozhled pro předjíždění

K usnadnění návrhu úseků, kde je zajištěn rozhled pro předjíždění lze na základě výsledků simulací stanovit minimální poloměry směrových oblouků, ve kterých je při souladu s výškovým řešením dle zásad prostorového vedení trasy zajištěn rozhled pro předjíždění.

Poloměry oblouků závisí na kategorii komunikace a její kategorijské šířce, viz obrázek 50. Jednotlivé kategorie, kategorijské šířky a rozměry součástí příčných profilů jsou uvedeny v tabulce 34 (ČSN 73 6101, 2004).



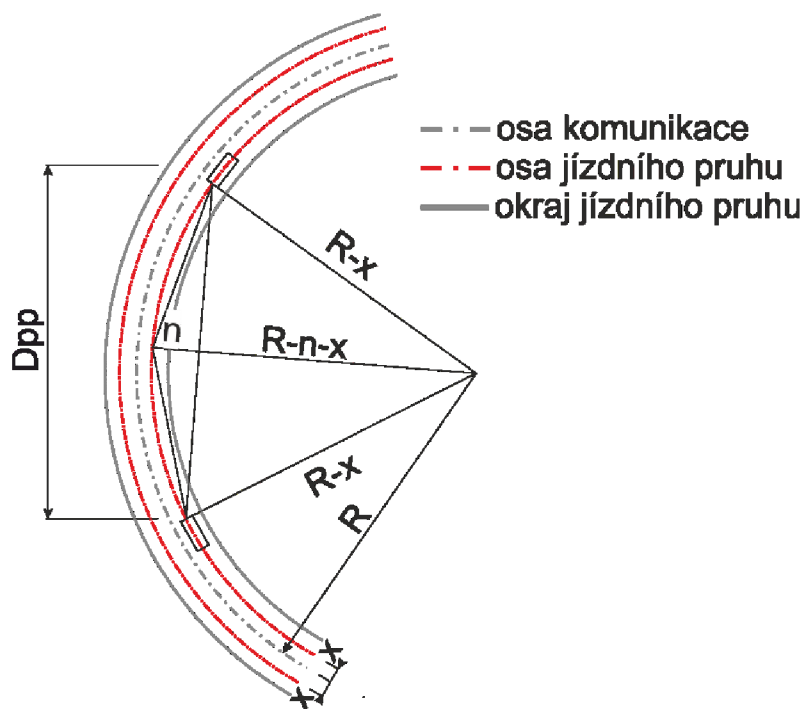
Obrázek 50 Schéma uspořádání silniční komunikace

Tabulka 34 Návrhové kategorie dvoupruhových silnic

Návrhová kategorie			Šířka [m]			
písmenný znak	kategorijská šířka [m]	návrhová rychlost [km/h]	a	v	c	e
S	6,5 ^{*)}	60; 50	2,75	0,00	0,00	0,50
	7,5	70; 60; 50	3,00	0,25	0,00	0,50
	9,5	80; 70; 60	3,50	0,25	0,50	0,50
	11,5	90; 80; 70	3,50	0,25	1,50	0,50

^{*)} Navrhuje se při intenzitě silničního provozu do 1000 vozidel / 24h

Výpočet minimálních poloměrů směrových oblouků je analogií k výpočtu uvedeném v příloze L normy ČSN 73 6101. Schéma výpočtu je zakresleno na obrázku 51. Rozhled je uvažován na vozidlo jedoucí ve stejném jízdním pruhu jako předjíždějící vozidlo, protože nelze vyloučit předjížděcí manévry i v protisměru.



Obrázek 51 Schéma zajištění rozhledu pro předjíždění na dvoupruhové silnici

Nejmenší poloměr, ve kterém není nutné ověřovat dodržení rozhledu pro předjíždění je uveden v rovnici 48.

$$R = \frac{0,25 \cdot D^2 + n^2}{2 \cdot n} + x \quad (48)$$

Kde:

- R** minimální poloměr směrového oblouku, pro který není nutno ověřovat rozhled pro předjíždění [m]
- D** délka rozhledu pro předjíždění/nutný rozhled [m]
- n** vzepětí úseče směrového oblouku o poloměru R [m]
- x** polovina šířky jízdního pruhu [m]

Hodnota n je volena na základě kategoriální šířky s připočtením hodnoty 0,25 m, což je šířka zbývající části nezpevněné krajince v případě komunikace bez svodidel. Pro komunikaci se svodidlem je uvažováno se stejnou hodnotou. Dle ČSN 73 6101 není svodidlo překážkou v rozhledu pro předjíždění, nicméně toto závisí na výšce svodidla. Z tohoto důvodu není uvažováno s větší šířkou krajnice.

Hodnoty výsledných poloměrů jsou poměrně vysoké, nicméně s větší šířkou komunikace prudce klesají. Pro kategorii S11,5 jsou hodnoty přibližně o třetinu nižší, než pro kategorii S 7,5. Vliv šířky komunikace je v tomto ohledu enormní. Vypočítané hodnoty rozhledů pro předjíždění jsou uvedeny v tabulkách 35 až 40. Z výsledků je patrné, že splnění rozhledů pro předjíždění je při uvažování pouze volné šířky komunikace prakticky nereálné.

Tabulka 35 Nejmenší poloměry směrových oblouků bez nutnosti ověřit rozhled pro předjíždění; kategorie S 7,5, část 1

Sklon [%]	Rychlostní limit v protisměru 60 km/h	Rychlostní limit v protisměru 70 km/h		Rychlostní limit v protisměru 80 km/h		
	Rychlost předjíždějícího na počátku manévru					
	60 km/h [m]	60 km/h [m]	70 km/h [m]	60 km/h [m]	70 km/h [m]	80 km/h [m]
-15	4771	5301	7457	5954	8335	11872
-14	4868	5404	7706	6068	8616	12316
-13	4974	5514	7973	6196	8920	12850
-12	5115	5683	8293	6394	9273	13374
-11	5282	5862	8611	6594	9627	14005
-10	5479	6071	8965	6837	10021	14694
-9	5685	6297	9377	7099	10467	15414
-8	5922	6564	9848	7394	10993	16240
-7	6183	6848	10394	7718	11602	17198
-6	6478	7173	10969	8080	12243	18301
-5	6815	7552	11616	8504	12976	19678
-4	7190	7973	12391	8973	13845	21233
-3	7647	8480	13322	9541	14873	23166
-2	8169	9055	14431	10189	16117	25515
-1	8770	9727	15805	10952	17662	28585
0	9516	10545	17478	11871	19536	32433
1	10408	11529	19675	12985	21988	37656
2	11385	12612	22687	14189	25357	45907
3	12575	13925	27152	15658	30356	60346
4	14371	15908	33818	17884	37897	86180
5	17176	19003	40604	21365	45463	202408
6	21709	24020	51039	26987	57012	398773
7	24908	27611	79183	31080	88732	663065
8	33952	37883	155552	42887	175055	400574
9	46800	52409	224027	59550	252261	110703
10	73526	82468	103791	93816	116604	224574
11	107084	120394	133664	137275	150591	3059673
12	46951	52637	455268	59872	517565	-
13	79162	64335	249094	102157	284889	-
14	60210	45787	124034	77820	141273	-
15	79383	59081	119509	102494	135226	-

Tabulka 36 Nejmenší poloměry směrových oblouků bez nutnosti ověřit rozhled pro předjíždění; kategorie S 7,5, část 2

Sklon [%]	Rychlostní limit v protisměru 90 km/h			
	Rychlost předjíždějícího na počátku manévru			
	60 km/h [m]	70 km/h [m]	80 km/h [m]	90 km/h [m]
-15	6421	8912	12522	17267
-14	6536	9202	12989	17943
-13	6662	9538	13529	18674
-12	6880	9912	14088	19500
-11	7102	10294	14742	20537
-10	7359	10707	15456	21641
-9	7639	11195	16209	22867
-8	7960	11758	17077	24395
-7	8313	12403	18052	26073
-6	8702	13088	19207	28053
-5	9154	13866	20619	30507
-4	9661	14810	22243	33585
-3	10277	15911	24245	37447
-2	10966	17224	26630	42203
-1	11788	18887	29778	48400
0	12779	20881	33736	56281
1	13982	23515	38993	67595
2	15286	27124	47309	89340
3	16845	32474	61698	139011
4	19219	40621	87149	162103
5	22953	48711	187574	284205
6	28997	60916	370759	241695
7	33459	95039	601296	1433135
8	46410	188338	322278	412135
9	64654	271514	86661	2010628
10	101926	125179	150427	-
11	149425	162123	3292664	-
12	65011	561798	-	-
13	111493	311254	-	-
14	85024	153478	-	-
15	111904	146037	-	-

Tabulka 37 Nejmenší poloměry směrových oblouků bez nutnosti ověřit rozhled pro předjíždění; kategorie S 9,5, část 1

Sklon [%]	Nejmenší poloměr bez nutnosti ověřit rozhled pro předjíždění					
	Rychlostní limit 60 km/h	Rychlostní limit 70 km/h		Rychlostní limit 80 km/h		
	Rychlost předjíždějího na počátku manévru					
	60 km/h [m]	60 km/h [m]	70 km/h [m]	60 km/h [m]	70 km/h [m]	80 km/h [m]
-15	3409	3788	5328	4230	5921	8432
-14	3478	3861	5505	4311	6120	8748
-13	3554	3940	5696	4401	6336	9127
-12	3655	4061	5925	4542	6586	9499
-11	3774	4188	6152	4684	6838	9947
-10	3915	4338	6405	4857	7118	10436
-9	4062	4499	6699	5042	7434	10947
-8	4231	4690	7036	5252	7808	11534
-7	4417	4893	7425	5482	8241	12214
-6	4629	5125	7836	5739	8696	12998
-5	4869	5395	8298	6040	9216	13976
-4	5137	5696	8852	6374	9833	15080
-3	5463	6058	9517	6777	10564	16453
-2	5836	6469	10309	7237	11447	18121
-1	6266	6949	11291	7779	12544	20300
0	6798	7534	12485	8432	13875	23033
1	7436	8236	14055	9223	15616	26742
2	8134	9010	16206	10078	18008	32602
3	8983	9948	19396	11121	21558	42856
4	10266	11364	24157	12701	26913	61202
5	12270	13575	29004	15173	32287	143740
6	15507	17158	36458	19166	40488	283188
7	17793	19723	56561	22073	63014	470874
8	24252	27060	111110	30457	124315	284467
9	33430	37436	160020	42290	179143	78617
10	52520	58907	74138	66624	82807	159482
11	76490	85997	95476	97487	106943	2172813
12	33538	37599	325193	42519	367548	-
13	56546	45955	177926	72548	202314	-
14	43008	32706	88597	55265	100326	-
15	56703	42202	85365	72787	96032	-

Tabulka 38 Nejmenší poloměry směrových oblouků bez nutnosti ověřit rozhled pro předjíždění; kategorie S 9,5, část 2

Sklon [%]	Rychlostní limit 90 km/h			
	Rychlost předjíždějícího na počátku manévru			
	60 km/h [m]	70 km/h [m]	80 km/h [m]	90 km/h [m]
-15	4587	6367	8945	12335
-14	4670	6574	9279	12818
-13	4760	6814	9665	13340
-12	4916	7082	10064	13930
-11	5074	7354	10531	14671
-10	5258	7649	11041	15459
-9	5458	7998	11579	16335
-8	5687	8400	12199	17426
-7	5939	8861	12895	18625
-6	6217	9350	13721	20039
-5	6540	9906	14729	21792
-4	6902	10580	15889	23991
-3	7342	11366	17319	26749
-2	7834	12304	19022	30146
-1	8421	13492	21271	34573
0	9129	14916	24098	40202
1	9988	16798	27853	48284
2	10920	19376	33793	63816
3	12033	23197	44071	99295
4	13729	29016	62251	115789
5	16396	34795	133982	203005
6	20713	43513	264829	172640
7	23901	67886	429499	1023669
8	33151	134528	230200	294383
9	46183	193940	61902	1436164
10	72806	89415	107449	-
11	106734	115803	2351904	-
12	46438	401286	-	-
13	79639	222326	-	-
14	60732	109628	-	-
15	79932	104313	-	-

Tabulka 39 Nejmenší poloměry směrových oblouků bez nutnosti ověřit rozhled pro předjíždění; kategorie S 11,5, část 1

Sklon [%]	Nejmenší poloměr bez nutnosti ověřit rozhled pro předjíždění					
	Rychlostní limit 60 km/h	Rychlostní limit 70 km/h		Rychlostní limit 80 km/h		
	Rychlost předjíždějícího na počátku manévru					
	60 km/h [m]	60 km/h [m]	70 km/h [m]	60 km/h [m]	70 km/h [m]	80 km/h [m]
-15	2653	2947	4145	3280	4591	6539
-14	2707	3004	4283	3343	4746	6783
-13	2765	3066	4432	3413	4913	7077
-12	2844	3160	4609	3523	5107	7365
-11	2937	3259	4786	3633	5302	7713
-10	3046	3375	4983	3767	5519	8092
-9	3161	3501	5212	3911	5765	8489
-8	3292	3649	5474	4073	6055	8943
-7	3437	3807	5777	4252	6390	9471
-6	3601	3987	6096	4451	6743	10078
-5	3789	4198	6456	4684	7146	10836
-4	3996	4432	6886	4943	7625	11692
-3	4250	4713	7403	5255	8191	12757
-2	4540	5033	8020	5612	8876	14050
-1	4875	5406	8783	6032	9726	15740
0	5289	5861	9712	6538	10758	17859
1	5785	6407	10933	7151	12108	20734
2	6327	7009	12606	7814	13963	25277
3	6988	7739	15087	8623	16715	33226
4	7986	8840	18790	9848	20867	47450
5	9545	10559	22560	11765	25032	111440
6	12063	13346	28357	14860	31391	219551
7	13840	15342	43993	17114	48855	365061
8	18864	21048	86420	23614	96381	220543
9	26002	29118	124462	32788	138888	60951
10	40850	45818	57664	51654	64200	123644
11	59493	66888	74260	75581	82912	1684541
12	26086	29245	252929	32965	284954	-
13	43981	35744	138388	56246	156851	-
14	33452	25440	68910	42847	77782	-
15	44104	32825	66396	56432	74453	-

Tabulka 40 Nejmenší poloměry směrových oblouků bez nutnosti ověřit rozhled pro předjíždění; kategorie S 11,5, část 2

Sklon [%]	Rychlostní limit 90 km/h			
	Rychlost předjíždějícího na počátku manévru			
	60 km/h [m]	70 km/h [m]	80 km/h [m]	90 km/h [m]
-15	3569	4953	6959	9595
-14	3633	5115	7218	9970
-13	3703	5301	7518	10376
-12	3825	5509	7829	10836
-11	3948	5721	8192	11412
-10	4090	5950	8589	12025
-9	4246	6222	9007	12706
-8	4425	6534	9490	13555
-7	4621	6893	10031	14487
-6	4837	7273	10673	15587
-5	5088	7706	11457	16950
-4	5369	8230	12359	18661
-3	5712	8842	13472	20806
-2	6094	9571	14796	23448
-1	6551	10495	16545	26891
0	7102	11603	18744	31269
1	7770	13066	21665	37555
2	8495	15071	26285	49636
3	9360	18044	34279	77231
4	10679	22569	48418	90059
5	12754	27064	104210	157894
6	16112	33844	205979	134277
7	18591	52802	334056	796188
8	25785	104634	179046	228966
9	35921	150844	48147	1117018
10	56628	69546	83573	-
11	83016	90070	1829260	-
12	36120	312112	-	-
13	61943	172921	-	-
14	47238	85268	-	-
15	62171	81134	-	-

Kapitola 7 Diskuze výsledků

Co opravdu říkají dosažené výsledky? Výzkum vlivu jednotlivých parametrů byl proveden pro jeden typ vozidla a motoru s příslušnou převodovkou. Výsledky proto ukazují trendy, ovšem konkrétní procentuální vlivy se mohou pro jiné vozy lišit. Parametry s vysokým vlivem byly zjištěny dva:

1. Vliv podélného sklonu komunikace
2. Vliv valivého odporu

Vliv podélnému sklonu byl podroben hlubší studii, kdy bylo simulováno 43 variant typu vozu, motoru a převodovky. Následně byly výsledky rozděleny podle objemu motoru a s ohledem na zajištění 85 % kvantilu vozidel byly uvažovány výsledky pro vozy s objemem motoru do 1 400 ccm.

Je patrné, že vliv sklonu je velmi vysoký. Například při sklonu +3 % je rozhled nutný pro předjetí až o 93 % delší než pro sklon -3 % (opačný směr). S rostoucím sklonem se tento rozdíl dále zvětšuje, jak ukazuje tabulka 41. Pokles nárůstu u sklonů nad 10 % je způsoben snížením počtu vozidel schopných předjíždět v směru do kopce.

Zajímavý je také nárůst nutného rozhledu pro předjíždění v závislosti na počáteční rychlosti předjíždějícího a předjížděného vozidla na počátku manévru.

Tabulka 41 Procentuální nárůst rozhledové vzdálenosti nutné pro předjíždění při opačném sklonu (rychlostní limit 90 km/h)

Sklon		Nárůst vzdálenosti pro předjíždění			
		Rychlost vozidel (1) a (2) na počátku manévru			
Tam	Zpět	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h
[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
-15	15	318	305	-	-
-14	14	261	308	-	-
-13	13	309	471	-	-
-12	12	207	653	-	-
-11	11	359	297	1395	-
-10	10	272	242	212	-
-9	9	191	393	131	838
-8	8	141	300	334	311
-7	7	136	290	323	298
-6	6	83	116	339	194
-5	5	58	87	202	205
-4	4	41	66	98	120
-3	3	28	43	60	93
-2	2	18	25	33	45
-1	1	9	12	14	18
0	0	0	0	0	0

Tabulka 41 dále ukazuje, že využití vodorovného značení V3 Podélná čára souvislá doplněná podélnou čarou přerušovanou by mohlo být daleko častější, přestože přerušovaná čára se umísťuje na úsecích, kde je splněn požadavek na dvojnásobný rozhled pro zastavení. Došlo by tak ke splnění požadavku ČSN 73 6101 i vyhlášky č. 104/1997 Sb. na maximalizaci počtu úseků, na nichž je možné předjíždět, a snížit tak frustraci řidičů rychlejších vozidel. Je tak ovšem nutno činit nejen s ohledem na možnosti předjíždění, ale také na nehodovost jednotlivých úseků, aby nedošlo ke zhoršení stávající situace, a na intenzitu provozu na komunikaci ve špičkové hodině. Při vysokých intenzitách vozidel jsou rozestupy mezi vozidly pro předjíždění nedostatečné a v takových případech by měly být zřizovány přídatné jízdní pruhy.

Tabulka 42 ukazuje procentuální změnu vzdálenosti pro předjíždění při různých podélných sklonech v přepočtu k nulovému sklonu. Tyto hodnoty ukazují, že rozdíly jsou v řádech desítek procent a výpočet uvedený v ČSN 73 6101, příloze B, nereflektuje dostatečně skutečnost.

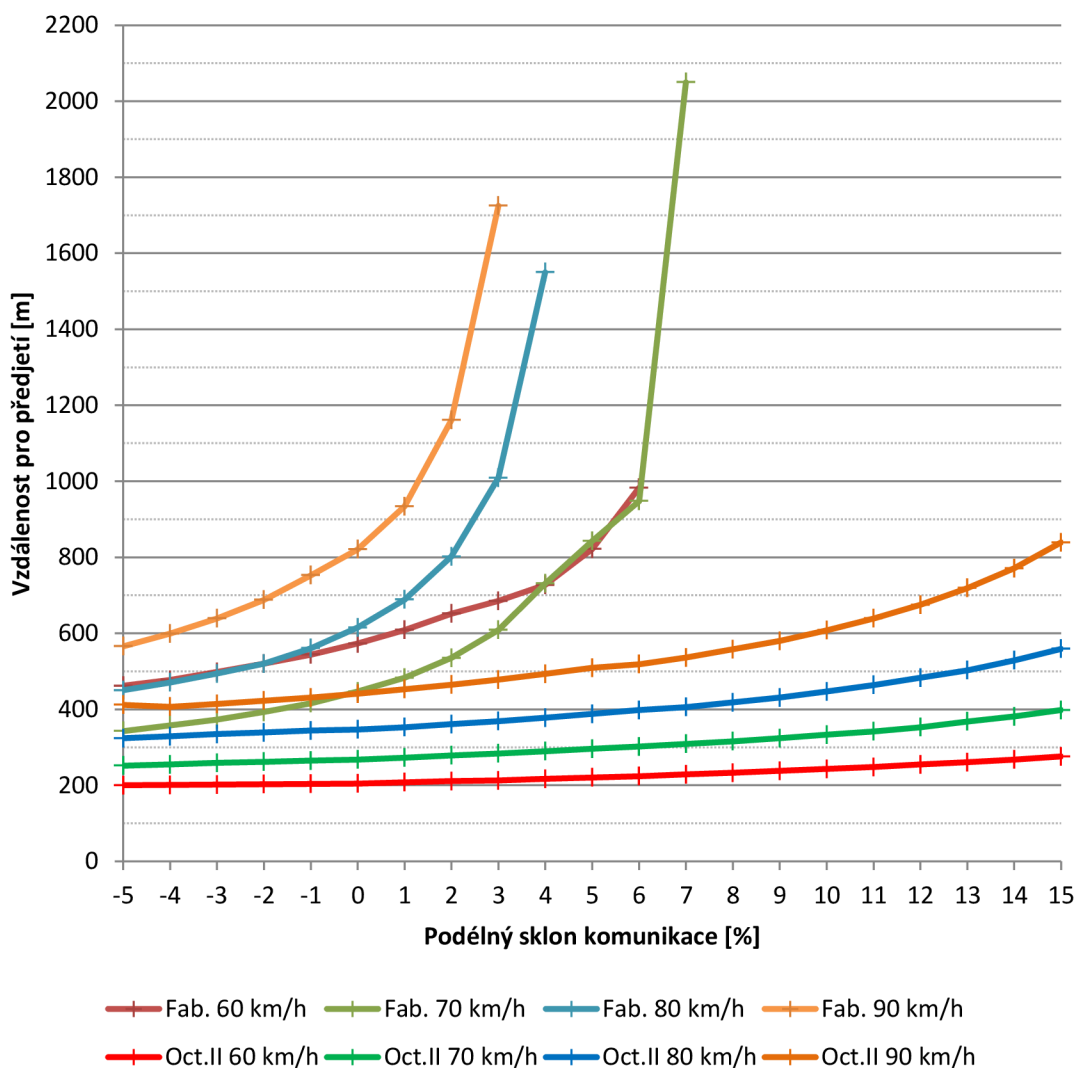
Tabulka 42 Procentuální změna rozhledu nutného pro předjíždění vzhledem ke sklonu 0%

Sklon	Nárůst vzdálenosti pro předjíždění			
	Rychlost vozidel (1) a (2) na počátku manévru			
	60 km/h	70 km/h	80 km/h	90 km/h
[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
-15	-29	-35	-39	-45
-14	-28	-34	-38	-44
-13	-28	-32	-37	-42
-12	-27	-31	-35	-41
-11	-25	-30	-34	-40
-10	-24	-28	-32	-38
-9	-23	-27	-31	-36
-8	-21	-25	-29	-34
-7	-19	-23	-27	-32
-6	-17	-21	-25	-29
-5	-15	-19	-22	-26
-4	-13	-16	-19	-23
-3	-10	-13	-15	-18
-2	-7	-9	-11	-13
-1	-4	-5	-6	-7
0	0	0	0	0
1	5	6	8	10
2	9	14	18	26
3	15	25	35	57
4	23	39	61	70
5	34	53	136	125
6	51	71	232	107
7	62	113	322	405

8	91	200	209	171
9	125	261	60	498
10	182	145	111	-
11	242	179	888	-
12	126	419	-	-
13	195	286	-	-
14	158	171	-	-
15	196	164	-	-

Rovněž jsou z řešení práce patrné výrazné rozdíly mezi vozy s nižším objemem motoru/výkonem a vozy silnějšími. V grafu na obrázku 52 jsou zobrazeny rozdíly mezi simulacemi s nejslabším motorem Škody Fabia 1,2 HTP o výkonu 40 kW a nejsilnějším motorem vozu Škoda Octavia II 2,0 TFSI o výkonu 147 kW. Při nulovém sklonu a počáteční rychlosti 60 km/h potřebuje méně výkonný vůz téměř třikrát delší vzdálenost pro předjetí. Při počáteční rychlosti 90 km/h je vozidlo s výkonem 40 kW schopné předjíždět pouze do 3 % stoupání. Ovšem tato hodnota je v podstatě teoretická, protože vozidlo vyžaduje délku pro předjetí přes 1700 m.

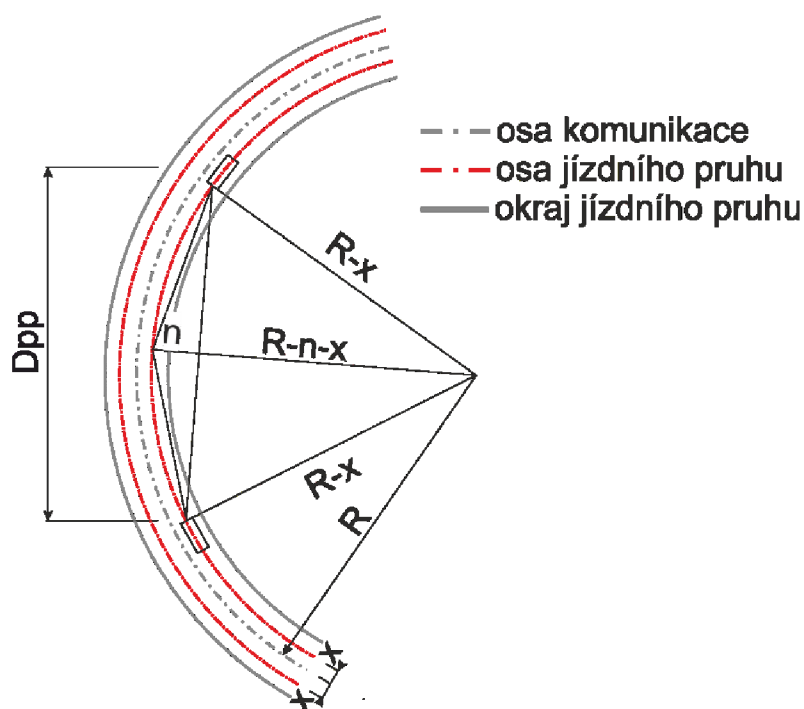
Vypočítané vzdálenosti rozhledu nutného pro předjíždění často překračují hodnoty 1000 m, který je na základě rešerše, v této práci uvažován jako fyzický limit vnímání vozidla v protisměru řidičem. Také je nutné uvažovat s tím, že na silniční síti se podélný sklon často mění v menších intervalech, než jsou výsledné hodnoty nutných rozhledů. Z tohoto důvodu se doporučuje při návrhu uvažovat s nejméně příznivou variantou (nejvyšším sklonem).



Obrázek 52 Vzdálenost pro předjíždění vozů Škoda Fabia 1,2 HTP, 40 kW a Škoda Octavia II 2,0 TFSI, 147 kW

Výsledky týkající se poloměrů směrových oblouků, u nichž není potřeba ověřovat rozhled pro předjíždění, jsou maximální bezpečné a u většiny směrových oblouků čistě teoretické. Při zvětšujícím se vzepětí úseče směrového oblouku (hodnota n ve schématu na obrázku 53) hodnota nutných poloměrů strmě klesá, jak pro vybrané hodnoty ukazuje tabulka 43. Přesto je valná většina směrových oblouků na dvoupruhových silnicích výrazně menší (v řádech stovek metrů, na silnicích II. a III. tříd nejsou výjimkou ani oblouky o poloměrech v řádech desítek metrů). Předjíždění je tak nutné umožnit zejména v přímých úsecích.

S ohledem na možnost zrychlování předjížděného vozidla v klesání, ačkoli je to v rozporu s vyhl. č. 104/1997 Sb. (Česká republika, 1997), se pro případnou úpravu předpisů doporučuje pro sklony nižší než 0 % použít hodnoty vypočítané pro nulový podélný sklon komunikace.



Obrázek 53 Schéma zajištění rozhledu pro předjíždění na dvoupruhové silnici

Tabulka 43 Poloměry směrových oblouků bez nutnosti ověřit rozhled pro předjíždění v závislosti na vzepětí úseče směrového oblouku (S 9,5, počáteční rychlost 70 km/h)

Sklon	Nejmenší poloměr bez nutnosti ověřit rozhled pro předjíždění				
	Koruna S 9,5	5	10	15	20
[%]	[m]				
-6	8 696	6 002	3 006	2 008	1 511
-5	9 216	6 361	3 185	2 128	1 601
-4	9 833	6 787	3 398	2 270	1 707
-3	10 564	7 291	3 650	2 438	1 833
-2	11 447	7 900	3 955	2 641	1 986
-1	12 544	8 657	4 333	2 893	2 175
0	13 875	9 575	4 792	3 199	2 404
1	15 616	10 777	5 393	3 600	2 705
2	18 008	12 427	6 218	4 150	3 117
3	21 558	14 877	7 443	4 967	3 730
4	26 913	18 572	9 291	6 198	4 654
5	32 287	22 280	11 144	7 434	5 580
6	40 488	27 939	13 974	9 321	6 995

7.1. Porovnání s ČSN 73 6101

Další důležitou otázkou, kterou by výsledky měly zodpovědět je porovnání výsledků s hodnotami uvedenými v ČSN 73 6101. Bohužel to k rozdílné metodice není možné přímo.

Vzorec uvedený v ČSN 73 6101 není detailně popsán a vysvětlen. Předpokládá se pouze, že předjížděné vozidlo jede rychlostí nižší o uvedenou hodnotu a že

předjíždějící vozidlo se pohybuje návrhovou/směrodatnou rychlostí. Je zřejmé, že tento přístup je vzdálený skutečnému chování řidičů.

Srovnání hodnot pro sklon 0 % (s vlivem podélného sklonu ČSN neuvažuje) je provedeno přibližně na základě počátečních hodnot výpočtu. S návrhovou rychlostí uvažovanou v ČSN 73 6101 je srovnáván rychlostní limit komunikace uvažovaný v této práci.

Pro rychlost 90 km/h udává ČSN 73 6101 hodnotu vzdálenosti pro předjíždění 550 m a uvažuje s rychlostí předjížděného vozidla 68 km/h. Ke srovnání byl využit rychlostní limit 90 km/h a rychlost předjížděného i předjíždějícího vozidla na počátku manévru 70 km/h. Pro vozidla s obsahem motoru do 1,4 l činí nutná rozhledová vzdálenost 646 m, pro vozidla s větším objemem motoru pak 554 m. Podle výkonu potom činí pro vozidla do 66 kW 650 m a pro výkonnější vozy 542 m. Průměr pro všechna vozidla činí 598 m. Podrobnější výsledky jsou v tabulce 44.

Z porovnání je zřejmé, že pro vyšší návrhové rychlosti připouští ČSN 73 6101 vyšší míru rizika než pro rychlosti nižší. Tento závěr vyplývá z rychlosti předjížděného vozidla, kdy hodnoty uvažované v simulacích v programu PM Sim jsou většinou vyšší a hodnota rozhledu pro předjíždění (i s uvažováním protijedoucího vozidla) je obdobná hodnotám uváděným v ČSN 73 6101. U rychlosti 90 km/h je hodnota uváděná v ČSN srovnatelná s hodnotami vypočtenými programem PM Sim pouze pro vozidla s výkonnějšími motory/motory o větším objemu.

Tabulka 44 Přibližné porovnání hodnot vzdáleností pro předjíždění uvedených v ČSN 73 6101 a výsledků simulací

ČSN 73 6101 [m]	≤ 1,4 l [m]	> 1,4 l [m]	≤ 66 kW [m]	> 66 kW [m]	Průměr [m]		
	Předjíždějící - Rychlost 90 km/h						ČSN - Předjížděný 68 km/h
550	646	554	650	542	598		PM Sim - Předjížděný 70 km/h
	Předjíždějící - Rychlost 80 km/h						ČSN - Předjížděný 60 km/h
500	482	420	485	411	450		PM Sim - Předjížděný 60 km/h
	Předjíždějící - Rychlost 70 km/h						ČSN - Předjížděný 52 km/h
450	459	400	462	392	428		PM Sim - Předjížděný 60 km/h
	Předjíždějící - Rychlost 60 km/h						ČSN - Předjížděný 45 km/h
400	436	381	439	372	407		PM Sim - Předjížděný 60 km/h

Kapitola 8 Závěr

8.1. Splnění cílů disertační práce

Název disertační práce je „Objektivizace parametrů výpočtu vzdálenosti pro předjíždění“. Práce ovšem není zaměřená pouze na stanovení parametrů výpočtu na základě fyzikálního modelu a jejich hodnot, ale zabývá se problematikou více do hloubky. Byl stanoven vliv jednotlivých parametrů na vzdálenost pro předjíždění a zvláštní prostor byl věnován vlivu podélného sklonu, který, jak se ukázalo, má na vzdálenost pro předjíždění výrazný vliv. Dále byla zpracována doporučení vycházející z výsledků práce. To vše bylo provedeno k zodpovězení otázek stanovujících cíle práce:

- **Hlavním cílem práce bylo objektivizovat výpočet vzdálenosti pro předjíždění.**

Pro výpočet vzdálenosti pro předjíždění byl použit komplexní fyzikální model. Mírná zjednodušení lze nalézt u některých jízdních odporů, tyto jsou ovšem způsobeny nedostupností přesnějších dat či vlastnostmi daného jevu (proudění vzduchu). Hodnoty ostatních parametrů vycházely ze zahraničních zkušeností a byly doplněny vlastními výzkumy pomocí observačních studií. Délky vozidel byly voleny na základě normových hodnot uváděných v ČSN 73 6101 z roku 2004. Charakteristiky vozidel uvažovaných ve výpočtu byly zjištěny v katalogích a dílenských příručkách výrobce. Na základě všech těchto poznatků lze konstatovat, že byly využity všechny dostupné údaje a cíl tak byl v maximální míře naplněn.

- **Dalším cílem práce jsou doporučení pro praktickou aplikaci při návrhu pozemních komunikací a pro šetření soudních znalců. Jeho součástí je také analýza postupu uvedeného v ČSN 73 6101 a jeho porovnání s objektivizovaným výpočtem.**

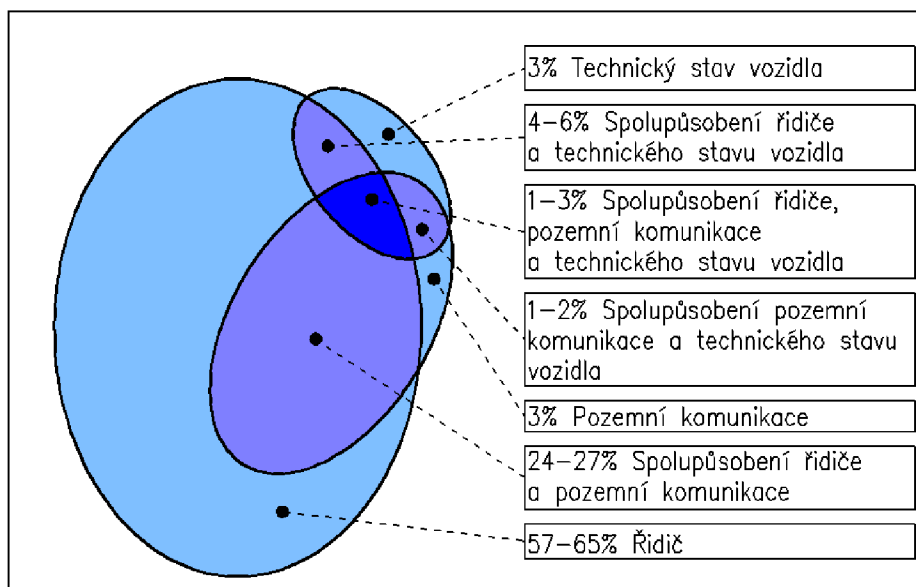
Při řešení práce byly vytvořeny tabulky, ve kterých jsou uvedeny hodnoty pro předjíždění v závislosti na podélném sklonu komunikace v různých počátečních rychlostech vozidel i při různém rychlostním limitu (rychlost protijedoucího vozidla).

Dále byly vytvořeny tabulky minimálních poloměrů směrových oblouků, ve kterých není nutné ověřovat rozhled pro předjíždění. Tyto tabulky jsou sestaveny pro kategorie komunikací S7,5, S9,5 a S11,5.

Postup uváděný v ČSN 73 6101 byl podrobně analyzován, opětovně odvozen a je zřejmé, že postup obsahuje řadu zjednodušení. Při porovnání s výsledky zjištěnými v této studii bylo zjištěno, že v ČSN je uvažováno s vyšší mírou rizika řidiče při předjíždění ve vysokých počátečních rychlostech. Největším deficitem uvedeného výpočtu je ovšem fakt, že uváděné hodnoty jsou platné pouze pro nulový podélný sklon, který se na síti pozemních komunikací vyskytuje spíše výjimečně.

8.2. Aktuálnost tématu

Práce přispívá ke zvýšení bezpečnosti silniční sítě, kterou řeší Národní strategie bezpečnosti silničního provozu (Ministerstvo dopravy, 2011). Infrastruktura se na vzniku dopravních nehod, jak ukazuje obrázek 54), podílí přibližně v 30 % případů (CDV, 2011). Nesprávné předjíždění je příčinou přibližně 4 % nehod v ČR (Kapitola 2), nicméně do této statistiky nejsou zahrnuty nehody, kdy jsou nehody ve statistice uvažovány jako čelní srážky, vyjetí z komunikace či náraz zezadu. I tyto nehody jsou často způsobeny nesprávným předjížděním, nicméně jsou Policií ČR klasifikovány jinak. Při přibližně polovině těchto nehod dochází k následkům na zdraví, často fatálním. Pochopení chování při předjížděcím manévru a poskytnutí podkladů pro diskuzi k úpravě předpisů pro navrhování pozemních komunikací může pomoci snížit počet usmrcených a těžce zraněných na silniční síti v ČR.



Obrázek 54 Vliv řidiče, vozidla a komunikace na nehodovost (CDV, 2011)

8.3. Přínos práce pro praxi a rozvoj vědy

8.3.1. Závěry z pohledu metodologie

Z metodologického hlediska lze konstatovat, že je možné realizovat výpočet vzdálenosti pro předjíždění pro konkrétní typ vozu a specifické podmínky komunikace. Objevena byla pouze potřeba stanovením účinnosti převodného ústrojí vozu. Tato hodnota je výrobcí automobilů utajována. Nicméně vytvořený software umožňuje zadání i této hodnoty a v případě využití software PM Sim pro simulaci nehodového jevu soudními znalci je možné zadat vlastní specifickou hodnotu.

Inovativní je v práci použití detailního fyzikálního modelu převedeného do vlastního software PM Sim a uvažování různých hodnot jednotlivých vstupních parametrů. Autorce není známo, že by takto komplexní studie byla v České republice prováděna. V zahraničí autorka našla řadu studií, ovšem většinou jsou zaměřené

pouze na některý z vlivů. V žádné nalezené studii nebylo uvažováno s vlivem podélného sklonu na vzdálenost pro předjíždění.

8.3.2. Závěry z pohledu výsledků

Dosažené výsledky mohou sloužit jako podklad pro diskuzi o uvažování se vzdáleností pro předjíždění při další revizi ČSN 73 6101. Přínosem práce je podrobný fyzikální model a z něho dosažené výsledky, které zohledňují nerovnoměrnou rychlost vozidel v jízdním proudu, jejich rozdílné parametry a uvažují s vlivem podélného sklonu, který má ze všech vstupních údajů (kromě parametrů vozidel) nejvýraznější vliv na rozhled nutný pro předjíždění. Z výsledků je zřejmé, že by bylo vhodné stávající znění upravit, aby byl zahrnut vliv podélného sklonu. Dále by na základě dosažených výsledků bylo vhodné zvážit pravidla pro umístění přídatných pruhů pro pomalá vozidla ve stoupání.

Vytvořený software PM Sim by mohl sloužit jako výuková pomůcka pro studenty vysokých škol a rovněž může být využit soudními znalci při řešení nehodového děje (za podmínky doplnění charakteristik řešeného vozidla).

Z hlediska projektantské praxe je možné využít všechny tabelované výsledky pro návrh komunikací. Pouze je nutné uvažovat s fyziologickými omezeními, na která je u tabulek upozorněno.

Výsledky dále ukázaly, kam by bylo vhodné zaměřit další výzkum v této oblasti:

- Zjištění poměru vozidel s obsahem motoru do 1,4 l a vozidel s obsahem vyšším, která vykonávají předjížděcí manévry. (Účelem je upřesnění zajištění 85 % kvantilu vozidel, která jsou schopna a ochotna v daných podmínkách předjíždět. Zejména se jedná o vyšší rychlosti předjížděných vozidel a stoupání.)
- Provedení podrobné studie zaměřené na zjištění zpoždění na počátku předjížděcího manévru.
- Provedení podrobné studie zaměřené na výzkum valivého odporu. (Valivý odpor má výrazný vliv na vzdálenost pro předjíždění a je ovlivňován celou řadou faktorů – povrch vozovky, hmotnost vozidla, typ a huštění pneumatik, rychlost vozidla, podélný sklon.)

Reference

AHMAN, K.I. Omkornigar av Personbilar – Trafikstudier. [Overtaking of passenger cars – Traffic studies.] *Statens Vaginstitut [National Swedish Road and Traffic Research Institute.]* Special Rapport 70. 1968.

AHMAN, K.I. Omkomingar av Lastbilar – Trafikstudier. [Overtaking of road trucks – Traffic studies.] *Statens Vag-och Trafikinstitut. [National Swedish Road and Traffic Research Institute.]* Rapport No. 6. 1972.

ATEM - ATELIÉR EKOLOGICKÝCH MODELŮ, S. R. O. *Zjištění aktuální dynamické skladby vozového parku na silniční síti v ČR a jeho emisních parametrů v roce 2010.* Ředitelství silnic a dálnic ČR, 2010.

AUSTROADS INCORPORATED. *Rural Road Design: A Guide to the Geometric Design of Rural Roads.* 2003

Automobil revue, Samočinné převodovky – Svět planet [online]. [cit. 2015-10-04]. Dostupné z: <http://www.automobilrevue.cz>

Složení vozového parku v ČR. *Autosap: Sdružení automobilového průmyslu* [online]. 2015 [cit. 2015-10-14]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

BEDNAŘÍK, M. a M. ŠIROKÁ. *Rychlost a bezpečná jízda.* Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1972.

BRADÁČ, Albert. *Soudní inženýrství.* Dot. 1. vyd. Brno: CERM, 1999, 725 s. ISBN 80-720-4133-9.

BRADÁČ, Albert. Příčné přemístění vozidel - výsledky disertační práce. *Soudní inženýrství*, 2005, roč. 15, č. 5, s. 267-273. ISSN: 1211- 443X.

Celostátní sčítání dopravy 2010 [online]. [cit. 2015-10-04]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/wps/portal/web/Silnice-a-dalnice/Scitani-dopravy>

Centrální registr vozidel [online]. [cit. 2015-10-04]. Dostupné z: http://www.mdcr.cz/cs/Silnicni_doprava/Dovoz_registrace_a_schvalovani_vozidel/Registrace+vozidel/Statistiky+vyplyvajici+z+Centr%C3%A1ln%C3%ADho+registru+vozidel/Statistiky+vyplyvajici+z+Centralniho+registru+vozidel+vedene+na+Ministerstvu+dopravy.htm

CRAWFORD, A. The overtaking driver. *Ergonomics* 6(2). 1963. 153-70.

COHEN, A.S. *Einflussgrößen auf das nutzbare Sehfeld.* Bericht zum Forschungsprojekt 8005dest BaSt, Bereich Unfallforschung Nr. 100. 1984.

ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon o provozu na pozemních komunikacích. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000, číslo 361/2000. Dostupné také z: <http://zakony-online.cz/?s38>

ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška, kterou se provádí zákon o pozemních komunikacích. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1997, částka 36/1997, číslo 104/1997. Dostupné také z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-104>

ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2014, částka 134/2014, číslo 341/2014. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-341>

ČSN 73 6101. *Projektování silnic a dálnic*. Praha: Český normalizační institut, 2004.

ČSN 73 6101 Změna Z1. *Projektování silnic a dálnic*. Praha: Český normalizační institut, 2009.

ČSN 73 6102 ed.2. *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*. Praha: Český normalizační institut, 2012.

EVANS, Leonard. *Traffic safety*. Bloomfield, Mich.: Science Serving Society, c2004, xiv, 444 p. ISBN 09-754-8710-8.

EVANS, Leonard a Lester A HOEL. *Traffic safety*. Fifth edition. Bloomfield, Mich.: Science Serving Society, c2004, xiv, 444 p. ISBN 09-754-8710-8.

FARAH, H., POLUS, A., BEKHOR, S., TOLEDO, T. Study of passing gap acceptance behavior using a driving simulator, *Advances in Transportation Studies an international Journal 2007 Special Issue*. 2007. ISSN: 18245463.

FARAH, H., TOLEDO, T. Passing behavior on two-lane highways, *Transportation Research Part F*. 2010. 355–364.

FORBES, T.W., MATSON, T.M. Driver judgements in passing on the highway. *Journal Psychology* 8. 1939. 3-11.

GRABE, W., STOLZ, M. Ein Beitrag zur Frage der erforderlichen Überholstrecke auf zweispurigen Strassen. *Strasse und Autobahn* 4. 1968. 123-9.

GARBER, Nicholas J a Lester A HOEL. *Traffic and highway engineering*. Fifth edition. Stamford, CT, USA: Cengage Learning, 2015, xix, 1271 pages. ISBN 11-336-0515-X.

GAZIS, Denos, Robert HERMAN a Alexei MARADUDIN. The Problem of the Amber Signal Light in Traffic Flow. *Operations Research*. 1960, 8(1): 112-132. DOI: 10.1287/opre.8.1.112. ISSN 0030-364x. Dostupné také z: <http://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/opre.8.1.112>

HOLMES, E.H. Procedure employed in analysing passing practices of motor vehicles. *Public Roads* 19(11). 1939. 235-44.

CHANG, M.S., et. Al. Timing Traffic Signal Change Intervals Based on Driver Behavior. *Transportation Research Record*. 1985. T.R.B. Washington D.C. ISSN 0361-1981.

CHOCHOL, Štefan a kol. *Cesty a diaľnice: projektovanie*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1989, 770 s. ISBN 80-050-0124-X

JEDLIČKA, Jan, Tomáš KOZELSKÝ a Jana MAJCHRÁKOVÁ. *Analýza automobilového průmyslu* [online]. 2013, 44 s. [cit. 2015-10-14]. Dostupné z: http://www.csas.cz/static_internet/cs/Evropska_unie/Specialni_analyzy/Specialni_analyzy/Prilohy/euspa_analysis_of_the_automobile_industry.pdf

JOHANSSON, G. a K. RUMAR. Driver's brake reaction times. *Human factors*. 1971(13(1):23-7).

JONES, H.V., HEIMSTRA, N.W. Ability of Drivers to Make Critical Passing Judgments, *Highway Research Record*. Vol. 122. 1966. 89-92.

KIENCKE, U., DAISS, A. Observation of lateral vehicle dynamics. *Control Engineering Practice Volume 5*. 1997. 1145-1150.

KLEDUS R.: Modelování pohybu vozidla při analýze silničních nehod – vyhýbací manévry. *Disertační práce studia doktorského studijního programu v oboru „Soudní inženýrství“*. 2008. 77 s

KLUGER, Michael A. a Denis M. LONG. *An Overview of Current Automatic, Manual and Continuously Variable Transmission Efficiencies and Their Projected Future Improvements*. : -. DOI: 10.4271/1999-01-1259. Dostupné také z: <http://papers.sae.org/1999-01-1259/>

Kolektiv autorů. *Bezpečnost silničního provozu aktuální poznatky*. Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., Brno. 2011

LECHNER, G, Harald NAUNHEIMER a Joachim RYBORZ. *Automotive transmissions: fundamentals, selection, design, and application*. New York: Springer, c1999, xxii, 448 p. ISBN 35-406-5903-X.

LEUTZBACH, W., PAPAVALIOU, V. *Wahrnehmungsbedingungen und sicheres Verhalten im Strassenverkehr: Wahrnehmung in konkreten Verkehrssituationen*. Bericht zum Forschungsprojekt 8306 der Bundesanstalt für Strassenwesen, Bereich Unfallforschung, Nr. 177. 1988.

LOBANOV, E.M. *Highway Design Taking into Consideration Drivers Psycho-Physiology*. Moskva: Transport, 1980.

MATSON, T.W., FORBES, T.W. Overtaking and passing requirements as determined from moving vehicle. *Proc. Highway Res. Bd*18. 1938. 100-12.

MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Národní strategie bezpečnosti silničního provozu 2011 – 2020* [online]. Praha, 2011 [cit. 2015-09-30]. Dostupné z: <http://www.ibesip.cz/data/web/soubory/nsbsp-2011-2020-formatovani-ii.pdf>

MUSIL, Jan. Elektronické stabilizační systémy osobních automobilů. Bakalářská práce, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Brno 2011.

NORMAN, O.K. Progres in study of motor vehicles passing practices. *Public Roads* 20(12). 1940, 221-37.

OECD, INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM. *Road Safety Annual Report 2014* [online]. 2014 [cit. 2015-09-30]. ISBN 97-892-8210-7669. Dostupné z: <http://www.internationaltransportforum.org/pub/pdf/14IrtadReport.pdf>

Peugeot 308 HDi s převodovkou 2-Tronic [online]. [cit. 2015-10-04]. Dostupné z: <http://autokaleidoskop.cz/Testy/Peugeot-308-HDi-s-prevodovkou-2-Tronic/>

PRISK, C.W. Passing practices on rural highways. *Proc. Highway Res. Board*. 22. 1940. 366-78.

Převodná ústrojí 2 [online]. [cit. 2015-10-04]. Dostupné z: <http://www.progres-racing.cz/clanky/prevodovka/prevodna-ustroji-2/>

Road Safety Manual: *Recommendations from the World Road Association (PIARC)*. Route2market, Harrogate, 2003.

ŘÍČAN, Pavel. *Psychologie. 3. Doplněné a upravení vydání*. 300 s. Praha, 2009. ISBN 978-80-7367-560-8.

Sdružení automobilového průmyslu (AutoSAP) [online]. [cit. 2015-10-04]. Dostupné z: <http://www.autosap.cz/zakladni-prehledy-a-udaje/slozeni-vozoveho-parku-v-cr/>

SÉTRA. Understanding the principle geometric design parameters for roads. 2006

SIVAK, M., et al. Radar Measured Reaction Times of Unalerted Drivers to Brake Signals. *Perceptual Motor Skills* 55. 1982.

SOBOTKA, Petr. ŘEDITELSTVÍ SLUŽBY DOPRAVNÍ POLICIE POLICEJNÍHO PREZIDIA ČESKÉ REPUBLIKY. *Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České republice za rok 2014*. Praha, 2015.

ŠPŮREK, Josef. *Silniční stavitelství I. Projektování silnic a dálnic*. SNTL/ALFA. 1972. 687.

TAUBMAN-BEN-ARI, O., MIKULINCER, M., GILLATH, O. The Multidimensional Driving Style Inventory – Scale Construct and Validation. *Accident Analysis and Prevention, Vol, 36*. 2004. 323-332.

THE HIGHWAY AGENCY. *Design Manual for Roads and Bridges, Volume 6 Road Geometry*. 2002.

TRANSIT NEW ZEALAND. State Highway Geometric Design Manual, Section 5: Vertical Alignment. 2002

TROUTBECK, R.J. *Overtaking behaviour on Australian two-lane rural highways*. Victoria: Australian Road Research Board, 1981. ISBN 08-691-0043-2.

UNDERWOOD, G., CRUNDALL, D., & CHAPMAN, P. Driving simulator validation with hazard perception. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2011. 435–446.

VALACH, Ondřej a kol. Výše ztrát z dopravní nehodovosti na pozemních komunikacích za rok 2013. *Observatoř bezpečnosti silničního provozu* [online]. 2014 [cit. 2015-09-30]. Dostupné z: <http://www.czrso.cz/clanky/vyse-ztrat-z-dopravni-nehodovosti-na-pozemnich-komunikacich-za-rok-2013/>

VÄGVERKET. *VU 94 Road Design*, English Summary. 2010

VLAHOGIANNI, Eleni I. Modeling Duration of Overtaking in Two Lane Highways. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 2013. 135-46.

VLK, František. *Dynamika motorových vozidel: jízdní odpory : hnací charakteristika : brzdění : odpruženost : říditelnost, ovladatelnost : stabilita*. 1. vyd. Brno: VLK, 2000, 434 s. ISBN 80-238-5273-6.

Direct-shift gearbox. *Wikipedia* [online]. 2015 [cit. 2015-10-15]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Direct-shift_gearbox

WELLER, G. *The Psychology of Driving on Rural Roads*. Dresden, 2009. Disertační práce. Technische Universität Dresden.

WORTMAN, R.H., MATTHIAS, J.S., Evaluation of Driver Behavior at Signalized Intersections. *Transportation Research Record*. 1983. T.R.B. Washington D.C. ISSN 0361-1981.

ZP AUTOMATIC [online]. [cit. 2015-10-04]. Dostupné z: <http://www.zp-automatic.cz/>

Seznam použitých zkratek a symbolů

α	úhel mezi povrchem vozovky a vodorovnou rovinou [rad]
a	okamžité zrychlení vozidla [m.s ⁻²]
a_2	zrychlení vozidla (2) [m.s ⁻²]
a_{k2}	decelerace vozidla (2) při kritickém brždění [m.s ⁻²]
a_{k1}	decelerace vozidla (1) při kritickém brždění [m.s ⁻²]
b	bezpečnostní rozestup vozidla A od B [m] (Chochol, 1989)
b_1	vzdálenost mezi vozidly (1) a (2) na počátku manévru [m]
b_2	vzdálenost mezi vozidly (1) a (2) na konci předjížděcího manévru [m]
b_3	rozestup protijedoucích vozidel [m]
c_x	součinitel vzdušného odporu [-]
D	nutná rozhledová vzdálenost [m] (Sétra, 2006)
d_B	délka vozu B [m] (Chochol, 1989)
d_1	délka předjížděného vozidla (1) [m]
d_2	délka předjížděcího vozidla (2) [m]
Δv	rozdíl rychlosti vozidla předjížděcího návrhovou/směrodatnou rychlostí a rychlosti předjížděného vozidla [km/h] (ČSN 73 6101, 2004)
$\Delta v_{(Ch)}$	rozdíl rychlostí mezi předjíždějícím a předjížděným [m/s] (Chochol, 1989)
e	rameno sil působících na kolo vozidla [m]
f	součinitel valivého odporu [-]
f_k	součinitel valivého odporu kola [-]
F_H	hnací síla na kolech vozidla [N]
F_{ki}	hnací síla na kole [N]
F_{Vp}	síla působící na přední nápravu [N]
F_{Vz}	síla působící na zadní nápravu [N]
F_{xk}	vodorovná síla působící na kolo vozidla [N]
g	gravitační zrychlení [m/s ²]
G	tíhová síla [N]
$i_{pÚ}$	celkový převodový stupeň převodového ústrojí [-]
J_{ki}	Moment setrvačnosti kola vozidla [kg.m ²]
k	krok výpočtu [s]
l_0	bezpečnostní odstup mezi předjíždějícím vozidlem a protijedoucím vozidlem [m] (Chochol, 1989)
l_1	rozhodovací dráha [m] (Chochol, 1989)
l_2	rozestup vozidel na počátku manévru [m] (Chochol, 1989)
l_3	dráha ujetá vozidlem v protisměru [m] (Chochol, 1989)
l_{rp}	dráha vlastního předjetí [m] (Chochol, 1989)
η	účinnost převodného ústrojí [-]
$\eta_{pÚ}$	účinnost převodného ústrojí [-]
m	hmotnost vozidla [kg]
M_f	moment působící proti pohybu kola [N.m]
M_k	točivý moment na kole [N.m]
M_{SM}	točivý moment na hřídeli motoru [N.m]
v	součinitel rotačních částí [-]
O_f	valivý odpor [N]
O_{fk}	valivý odpor kola [N]
O_p	odpor přívěsu [N]

O_s	odpor stoupání [N]
O_v	vzdušný odpor [N]
O_z	odpor zrychlení [N]
O_{zp}	odpor zrychlení posuvné části vozidla [N]
O_{zr}	odpor zrychlení otáčejících se částí vozidla [N]
P	výkon motoru [W]
ρ	měrná hustota vzduchu [kg/m^3]
r_d	dynamický poloměr kola [m]
r_{ki}	poloměr kola [m]
s	podélný sklon vozovky [%]
S_{1f1}	vzdálenost ujetá předjížděným vozidlem (1) během fáze 1 [m]
S_{1f2}	vzdálenost ujetá předjížděným vozidlem (1) během fáze 2 [m]
S_{1f3}	vzdálenost ujetá předjížděným vozidlem (1) během fáze 3 [m]
S_{2f1}	vzdálenost ujetá předjíždějícím vozidlem (2) během fáze 1 [m]
S_{2f2}	vzdálenost ujetá předjíždějícím vozidlem (2) během fáze 2 [m]
S_{2f3}	vzdálenost ujetá předjíždějícím vozidlem (2) během fáze 3 [m]
S_{3f4}	vzdálenost ujetá protijedoucím vozidlem (3) [m]
S_x	čelní plocha vozidla [m^2]
t	doba trvání manévru [s] (Chochol, 1989)
t_{f1}	doba trvání fáze 1 [s]
t_{f2}	doba trvání fáze 2 [s]
t_{f3}	doba trvání fáze 3 [s]
t_{pp}	čas příčného přemístění [s]
t_{rA}	reakční doba řidiče vozu A [s] (Chochol, 1989)
t_{r1}	reakční doba řidiče předjížděného vozidla (1) [s]
t_{r2}	reakční doba řidiče předjíždějícího vozidla (2) [s]
v	okamžitá rychlost [m/s]
v_1	rychlost předjížděného vozidla (1) [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]
v_2	rychlost předjíždějícího vozidla (2) na počátku manévru [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]
v_{2f1}	rychlost předjíždějícího vozidla (2) na konci fáze 1 [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]
v_{2f2}	rychlost předjíždějícího vozidla (2) na konci fáze 2 [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]
v_{2f3}	rychlost předjíždějícího vozidla (2) na konci fáze 3 [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$]
v_3	rychlost vozidla (3) [$\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$]
$v_{n(s)}$	návrhová/směrodatná rychlost [km/h] (ČSN 73 6101, 2004)
v_n	okamžitá rychlost kroku n [m/s]
v_{n+1}	okamžitá rychlost kroku n+1 [m/s]
v_p	rychlost vozidla v protisměru [km/h] (Sétra, 2006)
v_r	náporová rychlost proudění vzduchu kolem vozidla [m/s]
y	vzdálenost příčného přemístění [m]
Z_k	výslednice sil reakce vozovky [N]

Seznam příloh

Příloha 1	Referenční vozidla
Příloha 2	Převodové poměry
Příloha 3	Podrobné výsledky

Příloha 1 Referenční vozidla

Součástí této přílohy jsou podrobná data o jednotlivých modelech referenčních vozidel. Převodové poměry jsou pro přehlednost uvedeny v samostatné příloze.

Informace uvedené v této příloze byly čerpány ze zdrojů dostupných na internetu (<http://skoda.katalog-automobilu.cz/> ; <http://www.ownersmanualsforcars.com/manuals.category.499/Skoda-Octavia-Owners-Manuals.html> ; <http://www.auto.cz/> ; <http://www.skoda-club.net/>).

8.4. Škoda Felicia

Model vozu Škoda Felicia byl vyráběn v letech 1994 – 2001. Vůz byl vyráběn ve variantě hatchback, combi, pick up a van plus. V počátku výroby byl vůz dodáván s motory 1,3 BMM o výkonech 40 kW a 50 kW. Od roku 1997 byl dodáván se dvěma benzínovými motory 1,3 MPI (40 kW), 1,3 MPI (50 kW) a od roku 1995 1,6 MPI (55 kW). Diesellovou variantu tvořil motor 1,9 D. Rozměry vozu jsou uvedeny v tabulce P1-1, hmotnosti vozu v tabulce P1-2 a ostatní technické parametry jednotlivých motorů v tabulce P1-3. Průběhy výkonových křivek a točivých momentů jsou zakresleny v grafech v obrázcích P1-1 a P1-2. Převodové poměry jsou uvedeny v Příloze 2.

V simulacích je uvažováno s motory a převodovkami vyráběnými od roku 1997. Jedná se o modely 1,9D, 1,3 MPI 40 kW a 50kW a model 1,6MPI. Řešeny byly varianty hatchback a combi.

Tabulka P1 1 Rozměry vozidla Škoda Felicia

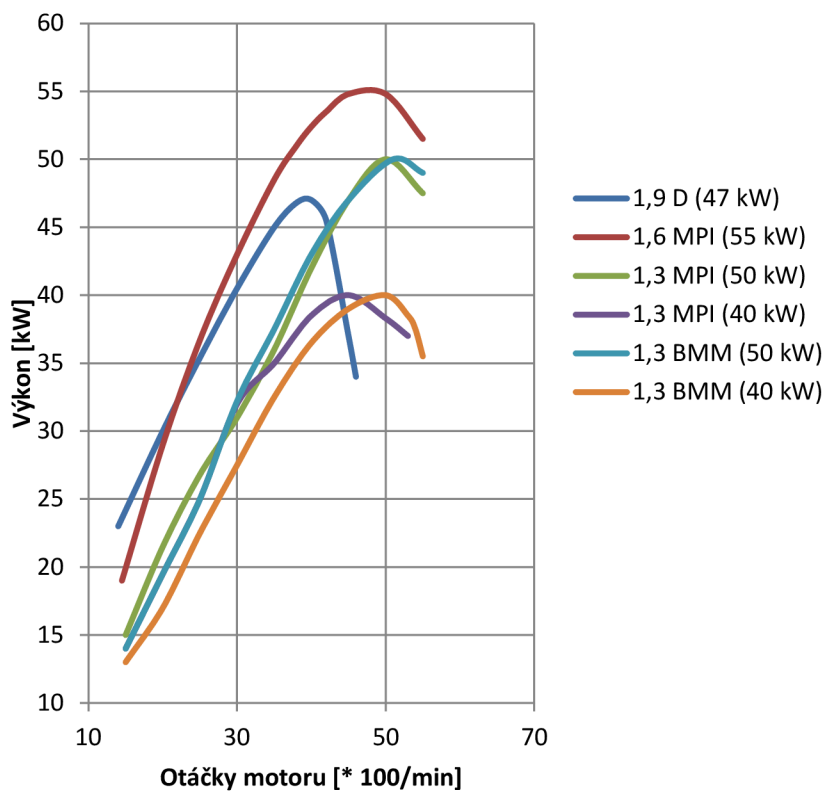
	<i>Hatchback</i>	<i>Combi</i>
Délka vozu	3883 mm	4237 mm
Šířka vozu	1635 mm	1635 mm
Výška vozu	1415 mm	1420 mm
Rozvor	2450 mm	2450 mm
Rozchod vpředu	1420 mm	1420 mm
Rozchod vzadu	1380 mm	1380 mm

Tabulka P1 2 Celková hmotnost vozu [kg]

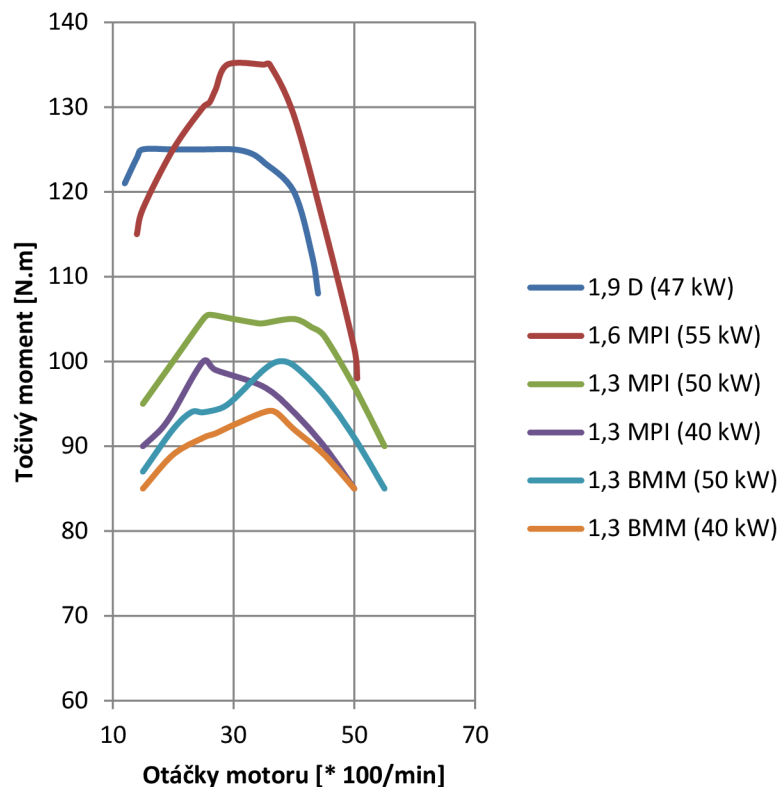
Model vozu	1,9D	1,3 MPI (40 kW)	1,3 MPI (50 kW)	1,6 MPI
Hatchback	1480	1345 – 1395	1420	1450
Combi	1520	-	1460	1490

Tabulka P1 3 Technické parametry vozidla Škoda Felicia - hatchback

	1,9D	1,3 MPI (40 kW)	1,3 MPI (50 kW)	1,6 MPI
Zdvihový objem	1890 cm ³	1289 cm ³	1289 cm ³	1598 cm ³
Druh motoru	Vznětový	Zážehový	Zážehový	Zážehový
Válců	4	4	4	4
Výkon	47 kW	40 kW	50 kW	55 kW
	4300 min ⁻¹	5000 min ⁻¹	5000 min ⁻¹	4500 min ⁻¹
Točivý moment	124 N.m;	94 N.m	100 N.m	135 N.m
	2500 – 3200 min ⁻¹	3250 min ⁻¹	2600 - 3750 min ⁻¹	3500 min ⁻¹
Typ převodovky / počet stupňů	Manuální / 5	Manuální / 5	Manuální / 5	Manuální / 5
Max. rychlost	156 km/h	151 km/h	162 km/h	170 km/h
Zrychlení 0 - 100 km/h	16,5 s	15,5 s	13,6 s	12,1 s
Součinitel odporu vzduchu			0,35	
Čelní plocha vozidla			1,92 m ²	
Pneumatiky			165/70/13	



Obrázek P1 1 Průběh výkonových křivek motorů vozu Škoda Felicia



Obrázek P1 2 Průběh křivek točivých momentů motorů vozu Škoda Felicia

8.5. Škoda Fabia

Model vozů Fabia se začal vyrábět v roce 2000. Do roku 2007 se model vyráběl v první verzi, od roku 2008 se vyrábí ve verzi Fabia II. Druhá verze vozu v provedení hatchback se vyrábí již od roku 2007. V roce 2014 byla uvedena na trh třetí verze modelu.

Škoda Fabia se ve svých počátcích vyráběla i s motorem 1,0 MPI (37 kW), který byl určen pro nejlevnější verze vozu. Tento motor však nebyl pro vůz dostatečný a přestal se po osmi měsících vyrábět. Dále se vyráběly motory 1,4 MPI (44 kW) a 1,4 MPI (50 kW). Později se začaly vyrábět tříválcové motory 1,2 HTP (40 kW), 1,2 HTP (47 kW), které nahradily předchozí motory. Silnější verze vozu jsou nabízeny s motory 1,4 16V (55 kW) a motory 1,4 16V (74 kW). Nejsilnějším benzinovým motorem v nabídce je 2,0 MPI (85 kW). Diesellových motorů dodávaných s vozem je rovněž celá řada. Základním modelem byl motor 1,9 SDI (47 kW), dále pak 1,4 TDI-PD (55 kW). Tento motor byl později modifikován do dvou verzí 1,4 TDI-PD (51 kW) a 1,4 TDI-PD (59 kW). Moderní přeplňovanou verzí motoru je 1,9 TDI-PD (74 kW). Pro verzi RS byl určen motor 1,9 TDI-PD (96 kW).

U verze vozu II je základním motorem tříválec 1,2 HTP (44 kW) se dvěma ventily na válec a silnější verze 1,2 HTP (51 kW) se čtyřmi ventily. Model je také dodáván se čtyřválcí 1,4 16V (63 kW) a 1,6 16V (77 kW).

Po faceliftu modelu jsou silnější verze dodávány s přeplňovanými motory 1,2 TSI (63 kW) a 1,2 TSI (77 kW). Nejsilnějším motorem je 1,4 TSI (132 kW), který je určen pro verzi RS.

Diesellové motory verze II jsou 1,4 TDI-PD (51 kW), 1,4 TDI-PD (59 kW), nejsilnějším motorem byl 1,9 TDI-PD (77 kW). Po faceliftu modelu došlo k výměně všech vznětových motorů. Nadále je vůz dodáván s motory 1,6 TDI (55 kW), 1,6 TDI (66 kW) a 1,6 TDI (77 kW).

8.5.1. Škoda Fabia I

Rozměry vozu dle typu karoserie jsou uvedeny v tabulce P1-4, hmotnostní charakteristiky vozu v tabulce P1-5, další technické parametry v tabulce P1-6. Průběhy křivek výkonů a točivých momentů motorů jsou zakresleny v grafech na obrázcích P1-3 až P1-6. Převodové poměry jsou uvedeny v Příloze 2.

Tabulka P1 4 Rozměry vozu Škoda Fabia I

	<i>Fabia</i>	<i>Combi</i>
Délka vozu	3970 mm	4232 mm
Šířka vozu	1646 mm	1646 mm
Výška vozu	1451 mm	1452 mm
Rozvor	2462 mm	2462 mm
Rozchod vpředu	1435 mm	1435 mm
Rozchod vzadu	1424 mm	1424 mm

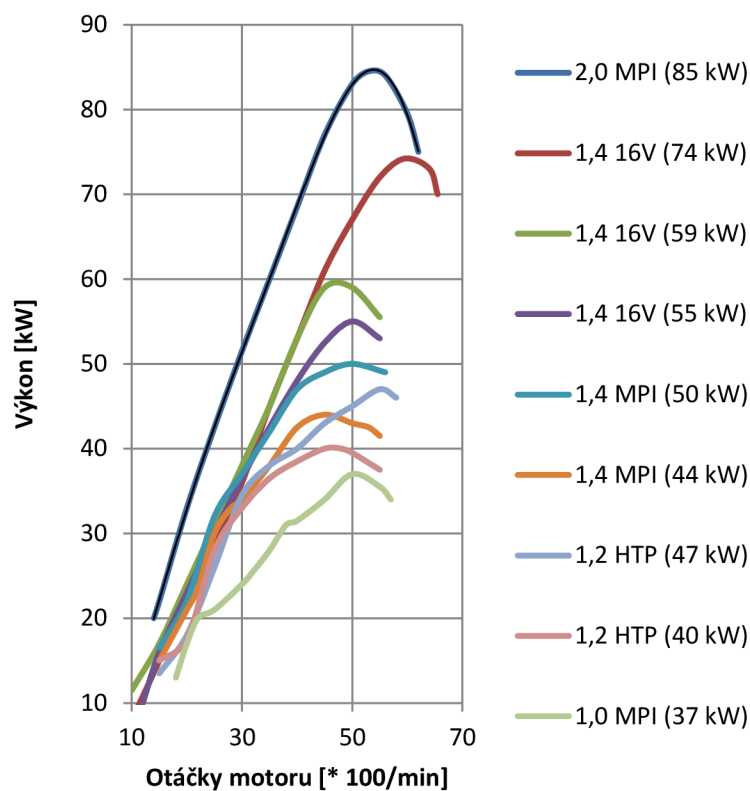
Tabulka P1 5 Celková hmotnost vozu Škoda Fabia I [kg]

Model vozu	1,4 MPI (44 kW)	1,2 HTP (40 kW)	1,2 HTP (47 kW)	1,4 16V (55 kW)	1,9 SDI (47 kW)	1,4 TDI- PD (51 kW)
Fabia	1575	1560	1570	1610	1640	1635
Combi	1610	1595	1605	1645	1675	1670

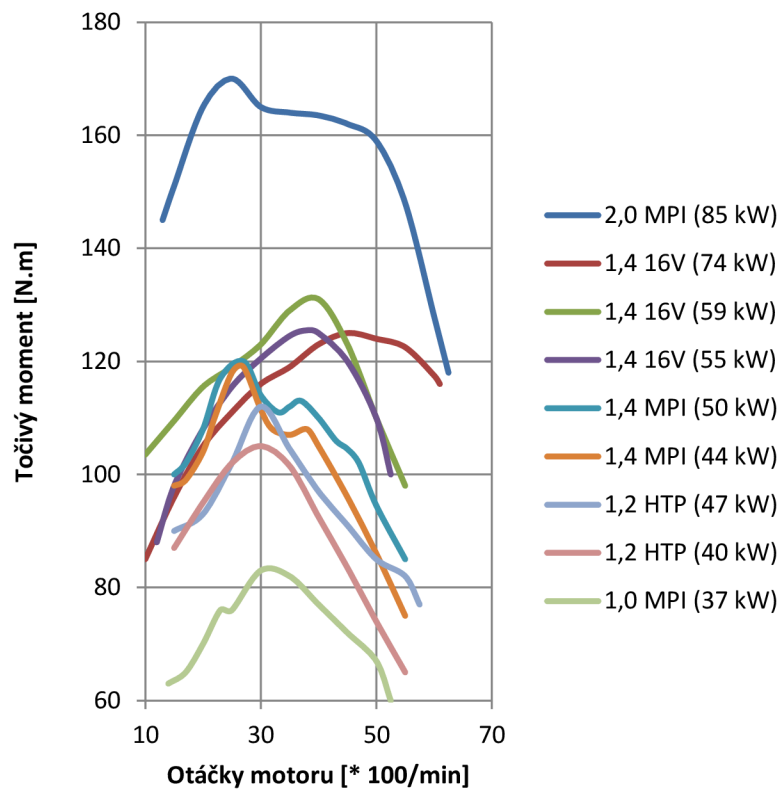
Tabulka P1 6 Technické parametry vozidla Škoda Fabia I]

	<i>1,4 MPI (44 kW)</i>	<i>1,2 HTP (40 kW)</i>	<i>1,2 HTP (47 kW)</i>	<i>1,4 16V (55 kW)</i>	<i>1,9 SDI (47 kW)</i>	<i>1,4 TDI- PD (51 kW)</i>
Zdvihový objem	1397 cm ³	1198 cm ³	1198 cm ³	1390 cm ³	1896 cm ³	1422 cm ³
Druh motoru	zážehový	zážehový	zážehový	zážehový	vznětový	vznětový
Válců	4	3	3	4	4	2
Výkon	44 kW	40 kW	47 kW	55 kW	47 kW	51 kW

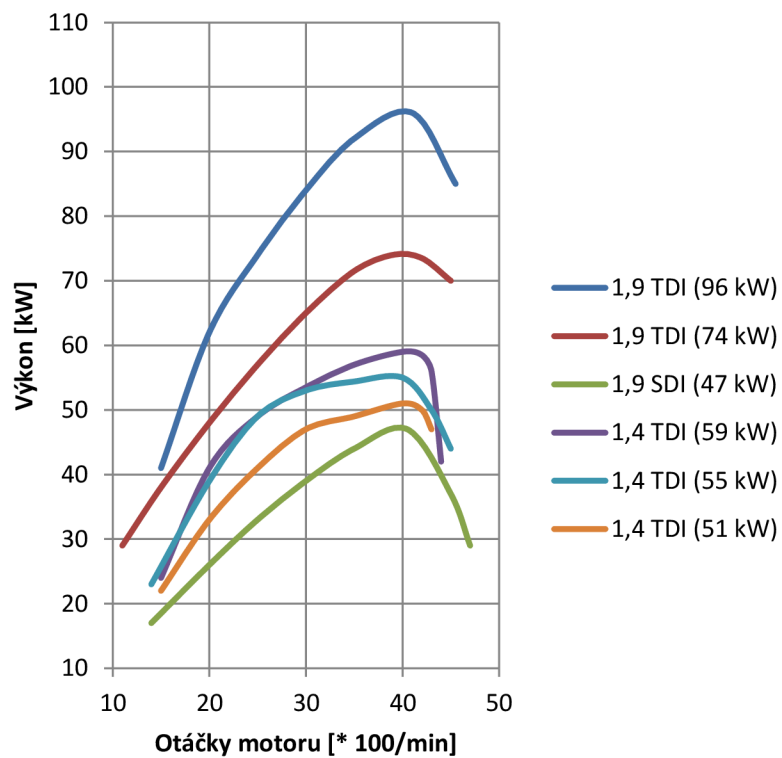
Točivý moment	118 Nm	106 Nm	112 Nm	126 Nm	125 Nm	155 Nm
Typ převodovky / počet stupňů	5	5	5	5	5	5
Max. rychlost	157 km/h	151 km/h	159 km/h	167 km/h	154 km/h	162 km/h
Zrychlení 0 - 100 km/h	16,5 s	18,5 s	15,9 s	13,9 s	18,6 s	15,6 s
Součinitel odporu vzduchu	0,33 hatchback; 0,34combi					
Čelní plocha vozidla	2,00 m ²					
Pneumatiky	165/70 R 15 T					



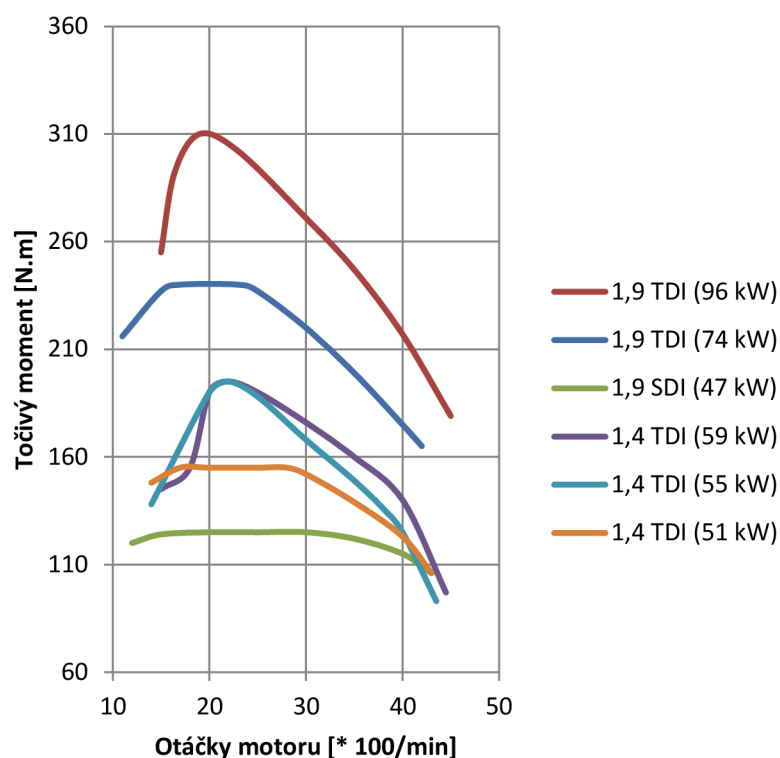
Obrázek P1 3 Průběh výkonových křivek benzinových motorů vozu Škoda Fabia I



Obrázek P1 4 Průběh křivek točivých momentů benzinových motorů vozu Škoda Fabia I



Obrázek P1 5 Průběh výkonových křivek dieselových motorů vozu Škoda Fabia I



Obrázek P1 6 Průběh křivek točivých momentů dieselových motorů vozu Škoda Fabia I

8.5.2. Škoda Fabia II

Rozměry vozu karoserií typu hatchback a combi jsou uvedeny v tabulce P1-7, hmotnostní charakteristiky vozu v tabulce P1-8, další technické parametry v tabulce P1-9. Průběhy křivek výkonů a točivých momentů motorů jsou zakresleny v grafech na obrázcích P1-7 až P1-10. Převodové poměry jsou uvedeny v Příloze 2.

Tabulka P1 7 Rozměry vozu Škoda Fabia II

	<i>Hatchback</i>	<i>Combi</i>
Délka vozu	4000 mm	4247 mm
Šířka vozu	1642 mm	1642 mm
Výška vozu	1498 mm	1498 mm
Rozvor	2465 mm	2465 mm
Rozchod vpředu	1433 mm	1433 mm
Rozchod vzadu	1426 mm	1426 mm

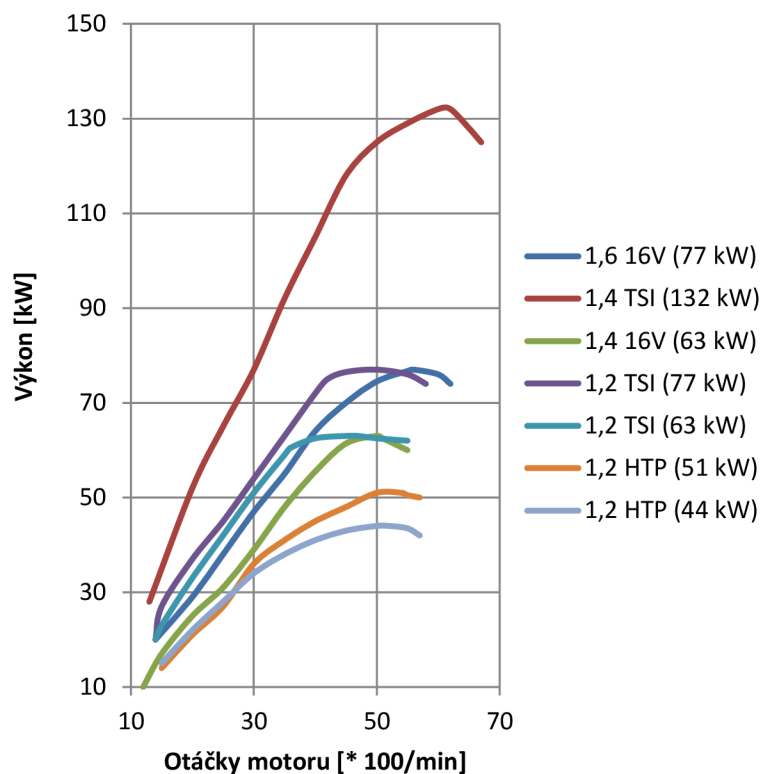
Tabulka P1 8 Celková hmotnost vozu [kg]

Model	1,2 HTP	1,2 HTP	1,4 16V	1,2 TSI	1,4 TDI-	1,6 TDI

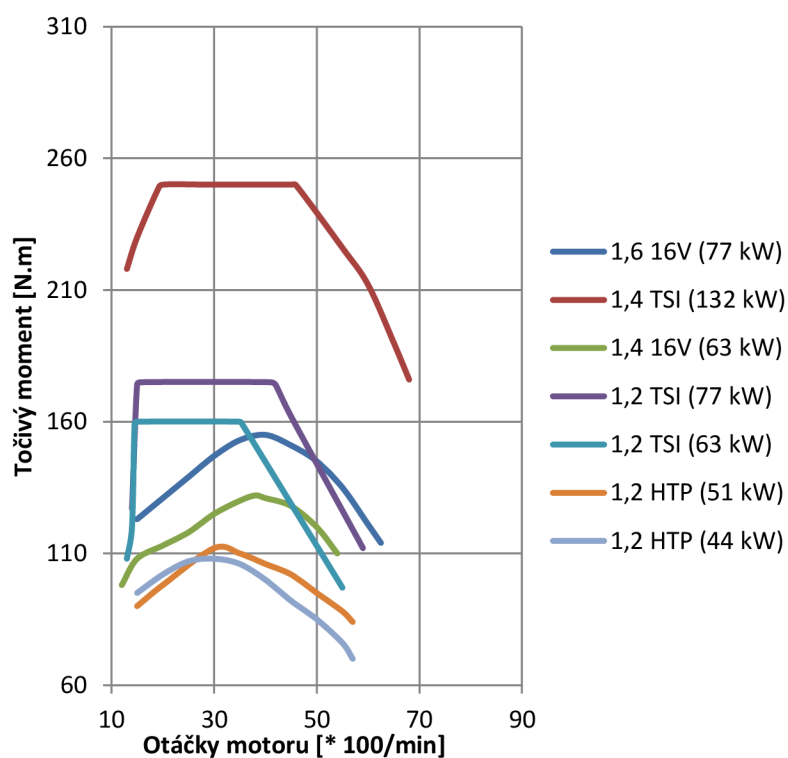
vozu	(44 kW)	(51 kW)	(63 kW)	(63 kW)	PD (51 kW)	(55 kW)
Hatchback	1555	1565	1575	1571	1640	1659
Combi	1575	1585	1595	1591	1660	1679

Tabulka P1 9 Technické parametry vozidla Škoda Fabia II

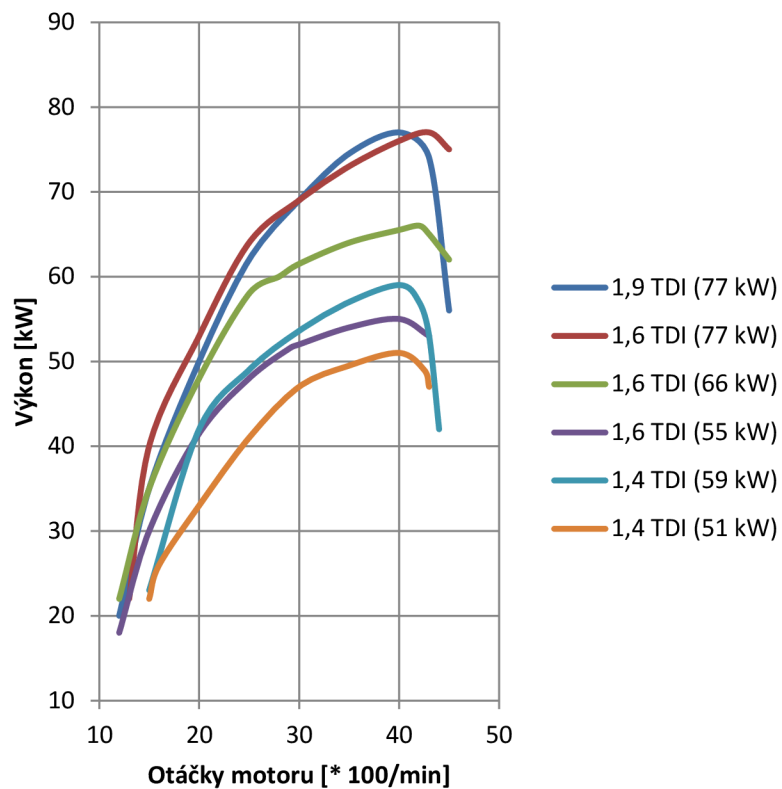
	<i>1,2 HTP (44 kW)</i>	<i>1,2 HTP (51 kW)</i>	<i>1,4 16V (63 kW)</i>	<i>1,2 TSI (63 kW)</i>	<i>1,4 TDI- PD (51 kW)</i>	<i>1,6 TDI (55 kW)</i>
Zdvihový objem	1198 cm ³	1198 cm ³	1390 cm ³	1197 cm ³	1422 cm ³	1598 cm ³
Druh motoru	zážehový	zážehový	zážehový	zážehový	vznětový	vznětový
Válců	3	3	4	4	3	4
Výkon	44 kW	51 kW	63kW	63 Kw	51 kW	55 kW
Točivý moment	108 Nm	112 Nm	132 Nm	160 Nm	155 Nm	195 Nm
Typ převodovky / počet stupňů	5	5	5	5	5	5
Max. rychlost	156 km/h	164 km/h	175 km/h	177 km/h	164 km/h	166 km/h
Zrychlení 0 - 100 km/h	15,1 s	15,1 s	12,7 s	11,7 s	15,4 s	14,1s
Součinitel odporu vzduchu				0,33		
Čelní plocha vozidla				1,98 m ²		
Pneumatiky						165/70 R 14, 195/55 R 15



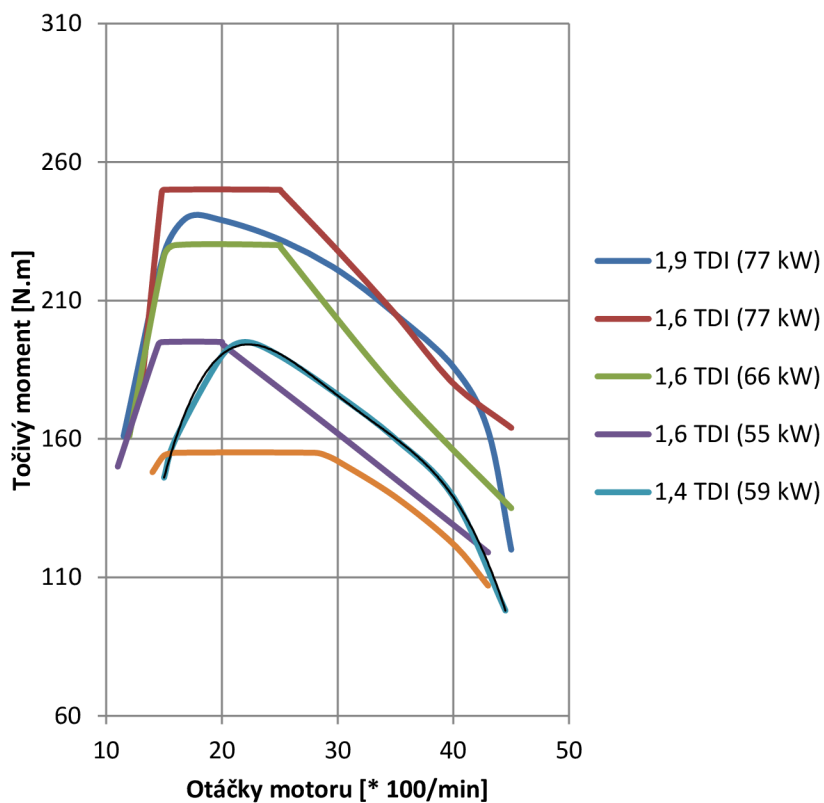
Obrázek P1 7 Průběh výkonových křivek benzinových motorů vozu Škoda Fabia II



Obrázek P1 8 Průběh křivek točivých momentů benzinových motorů vozu Škoda Fabia II



Obrázek P1 9 Průběh výkonových křivek dieselových motorů vozu Škoda Fabia II



Obrázek P1 10 Průběh křivek točivých momentů dieselových motorů vozu Škoda Fabia II

8.6. Škoda Octavia

Vůz Škoda Octavia je na trhu s vozidly již od roku 1997. Mezi lety 1997 – 2004 se vyráběla první varianta tohoto vozu. Od roku 2004 se na trhu objevuje Octavia II, od roku 2009 i třetí verze tohoto vozu Octavia III. V roce 2013 byla na trh uvedena i čtvrtá verze tohoto vozu Octavia IV.

Model vozu byl dodáván s celou řadou motorů. Prvním motorem pro nenáročné zákazníky byl motor 1,6 (55 kW) a motor 1,4 (44 kW). Brzy byly oba tyto motory nahrazeny modelem 1,4 (55 kW), který se vyznačoval výrazně nižší spotřebou než oba předchozí modely. Silnějším motorem byl 1,6 (74 kW), který byl ovšem brzy nahrazen motorem 1,6 (75 kW), který splňoval přísnější emisní normu. Nejsilnější verzi tvořil motor 1,8 (92 kW), který byl později nahrazen motorem 2,0 (85 kW). Nejsilnějším benzinovým motorem vozu byl přeplňovaný motor 1,8 T (110 kW), pro verzi RS s výkonem 132 kW.

Vůz byl také dodáván s pěticí vznětových motorů. Nejslabším modelem byl motor 1,9 SDI (50 kW). Dalšími modely byly 1,9 TDI (66 kW), 1,9 TDI (81 kW) a 1,9 TDI (96 kW). Pro verzi 4x4 byl určen motor 1,9 TDI (74 kW).

Novější model vozu **Octavia II** byl původně dodáván s motory 1,4 16V (55 kW), 1,6 MPI (75 kW), 1,6 FSI (85 kW) a 2,9 FSI (110 kW). Pro verzi RS byl určen motor 2,0 TFSI (147 kW). V druhé polovině výrobního cyklu se v nabídce objevily nové motory. Základním motorem se stal 1,4 16V (59 kW). Dalšími motory byly motory s přímým vstřikováním přeplňované turbodmyčadlem 1,2 TSI (77 kW), 1,4 TSI (90 kW) a 1,8 TSI (118 kW).

Z počátku by vůz dodáván pouze se dvěma typy vznětových motorů 1,9 TDI (77 kW) a 2,0 TDI-PD (103 kW). Později byl model dodáván se třemi typy motorů, 1,6 TDI (77 kW), 2,0 TDI-CR (103 kW) a 2,0 TDI-CR (125 kW).

Model Octavia III je nabízen s motory 1,4 MPI (59 kW), 1,4 TSI (90 kW), 1,6 MPI (75 kW), 1,6 TDI (77 kW), 1,8 TSI (118 kW), 1,9 TDI (77 kW), 2,0 TDI (103 kW), v letech 2010 – 2012 byl dodáván také s motorem 1,2 TSI (77 kW).

Octavia IV je dodávána s motory 1,2 TSI (63 kW), 1,4 TSI (103 kW), 1,6 TDI (77 kW), 1,8 TSI (132 kW), 2,0 TDI (110 kW), 2,0 TDI (135 kW), a varianta RS s motorem 2,0 TSI (162 kW).

Pro výpočty této studie je uvažováno s motory variant vozu Octavia I a II. U varianty Octavia III jsou u slabších variant osazovány shodné motory jako u Octavia II, u modelu Octavia IV jsou osazovány motory s vyšším výkonem, schopnost vozů akcelarovat je vyšší.

8.6.1. Škoda Octavia I

Model byl dodáván v karoseriích Liftback a Combi. Rozměry karoserií jsou uvedeny v tabulce P1-10, hmotnostní charakteristiky vozu v tabulce P1-11, další technické parametry v tabulce P1-12. Průběhy křivek výkonů a točivých momentů motorů jsou zakresleny v grafech na obrázcích P1-11 až P1-14. Převodové poměry jsou uvedeny v Příloze 2.

Tabulka P1 10 Rozměry vozu Škoda Octavia I [mm]

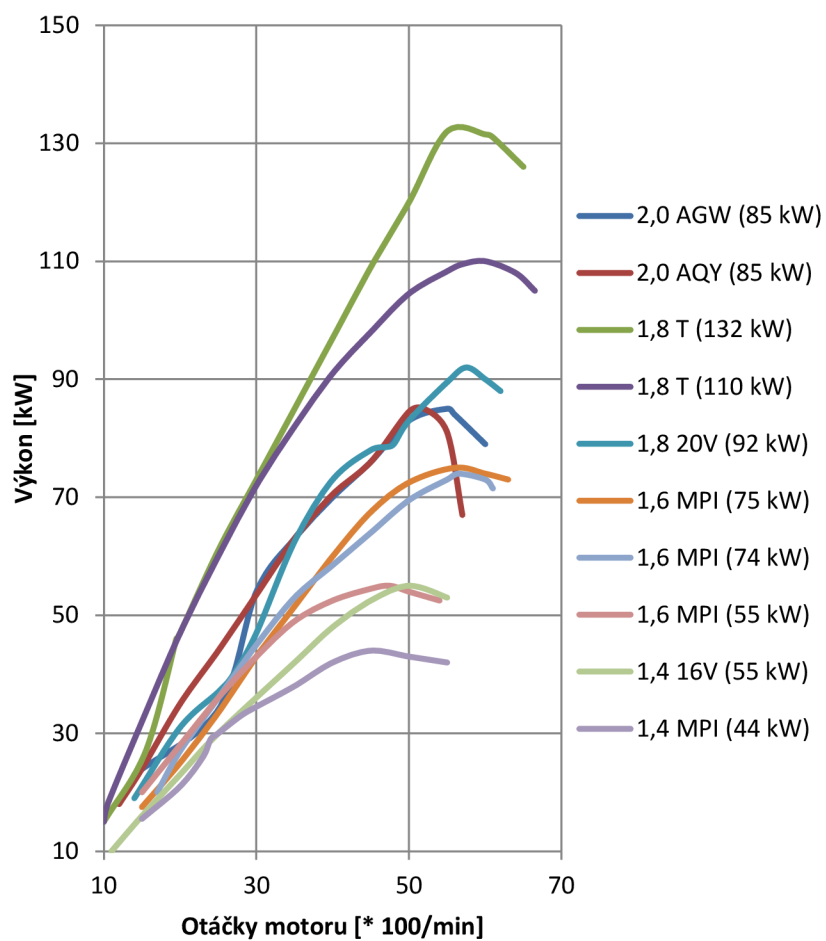
	<i>Liftback</i>	<i>Combi</i>	<i>Liftback RS</i>	<i>Combi 4*4</i>	<i>Combi RS</i>	<i>Scout</i>
Délka vozu	4572	4572	4578	4572	4579	4581
Šířka vozu	1769	1769	1769	1769	1769	1784
Výška vozu	1462	1468	1447	1495	1451	1533
Rozvor	2578	2578	2577	2578	2577	2578
Rozchod vpředu	1539	1539	1526	1533	1526	1534
Rozchod vzadu	1528	1529	1514	1522	1514	1515

Tabulka P1 11 Celková hmotnost vozu [kg]

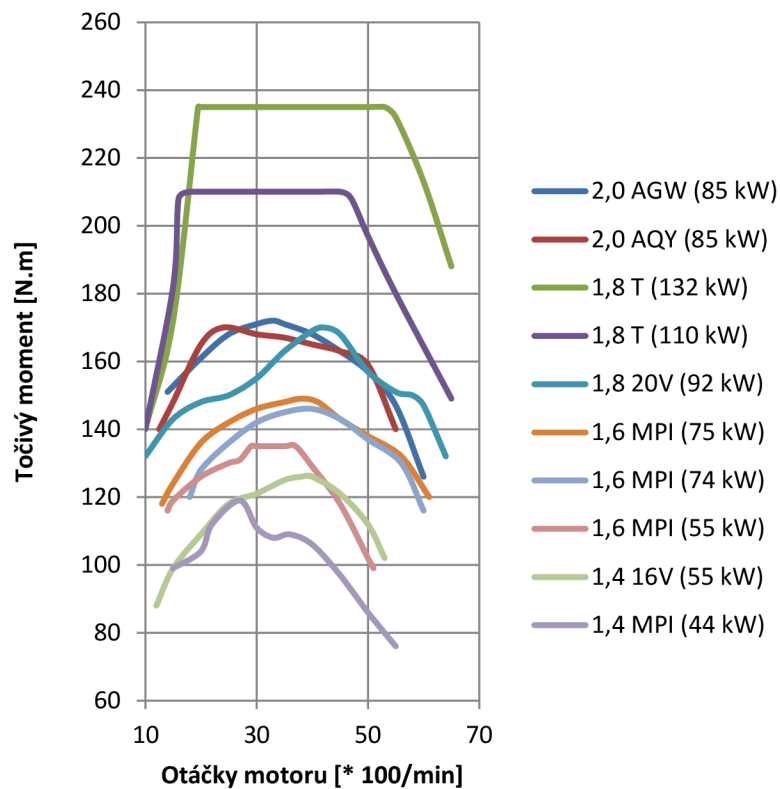
Model vozu	1,4 16V (55 kW)	1,6 MPI (55 kW)	1,6 MPI (74 kW)	1,9 SDI (50 kW)	1,9 TDI (66 kW)
Liftback	1700	1695	1700	1760	1795
Combi	1770	-	1750	1770	1825

Tabulka P1 12 Technické parametry vozidla Škoda Octavia I

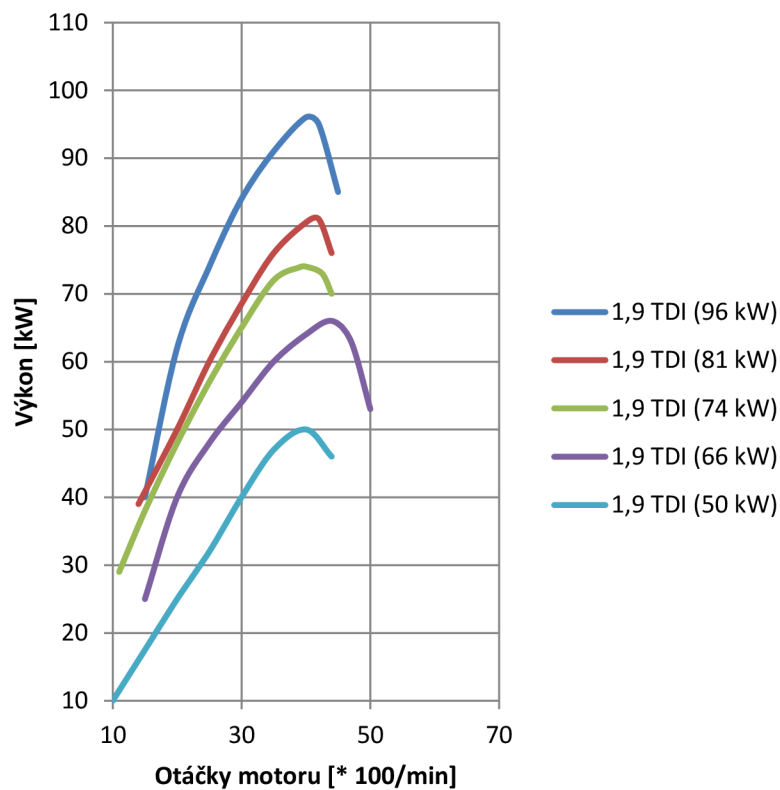
	<i>1,4 16V (55 kW)</i>	<i>1,6 MPI (55 kW)</i>	<i>1,6 MPI (74 kW)</i>	<i>1,9 SDI (50 kW)</i>	<i>1,9 TDI (66 kW)</i>
Zdvihový objem	1390 cm ³	1598 cm ³	1595 cm ³	1896 cm ³	1896 cm ³
Druh motoru	zážehový	zážehový	zážehový	vznětový	vznětový
Válců	5	4	4	4	4
Výkon	55 kW	55 kW	74 kW	50 kW	66 kW
Točivý moment	126 Nm	135 Nm	145 Nm	133 Nm	210 Nm
Typ převodovky / počet stupňů	02T/5	02K/5	02K/5	02K/5	02J/5
Max. rychlost	171 km/h	170 km/h	187 km/h	161 km/h	178 km/h
Zrychlení 0 - 100 km/h	15,3 s	14,6 s	11,9 s	18,3 s	13,7 s
Součinitel odporu vzduchu	0,31				
Čelní plocha vozidla	2,11 m ²				
Pneumatiky	175/80 R14-88T, 195/65R15-91V, 205/60 R15-91 V				



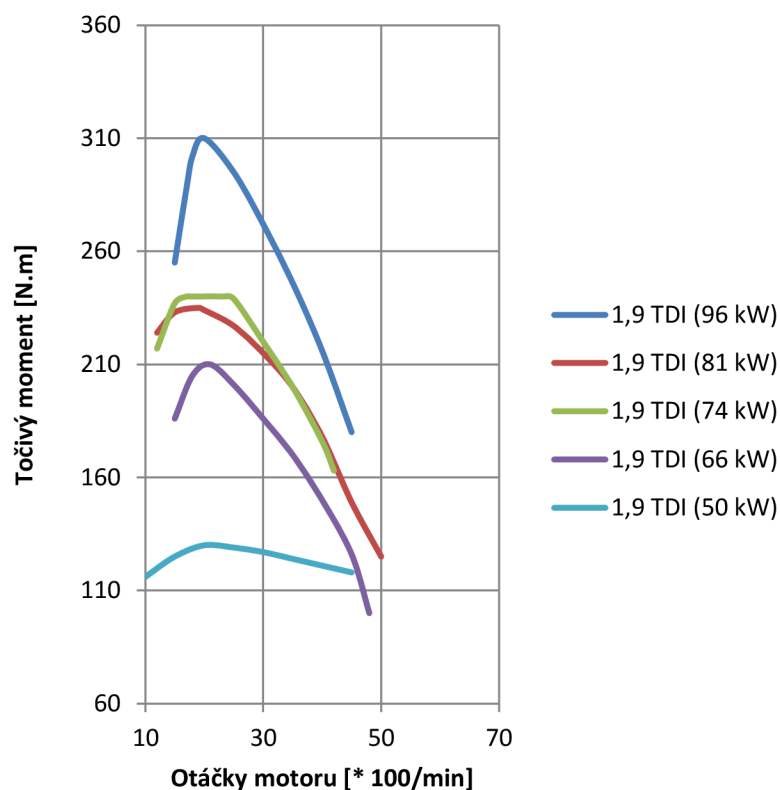
Obrázek P1 11 Průběh výkonových křivek benzinových motorů vozu Škoda Octavia I



Obrázek P1 12 Průběh křivek točivých momentů benzin. motorů vozu Škoda Octavia I



Obrázek P1 13 Průběh výkonových křivek dieselových motorů vozu Škoda Octavia I



Obrázek P1 14 Průběh křivek točivých momentů diesel. motorů vozu Škoda Octavia I

8.6.2. Škoda Octavia II

Rozměry vozu dle typu karoserie jsou uvedeny v tabulce P1-13, hmotnostní charakteristiky vozu v tabulce P1-14, další technické parametry v tabulce P1-15. Průběhy křivek výkonů a točivých momentů motorů jsou zakresleny v grafech na obrázcích P1-15 až P1-18. Převodové poměry jsou uvedeny v Příloze 2.

Tabulka P1 13 Rozměry vozu Škoda Octavia II [mm]

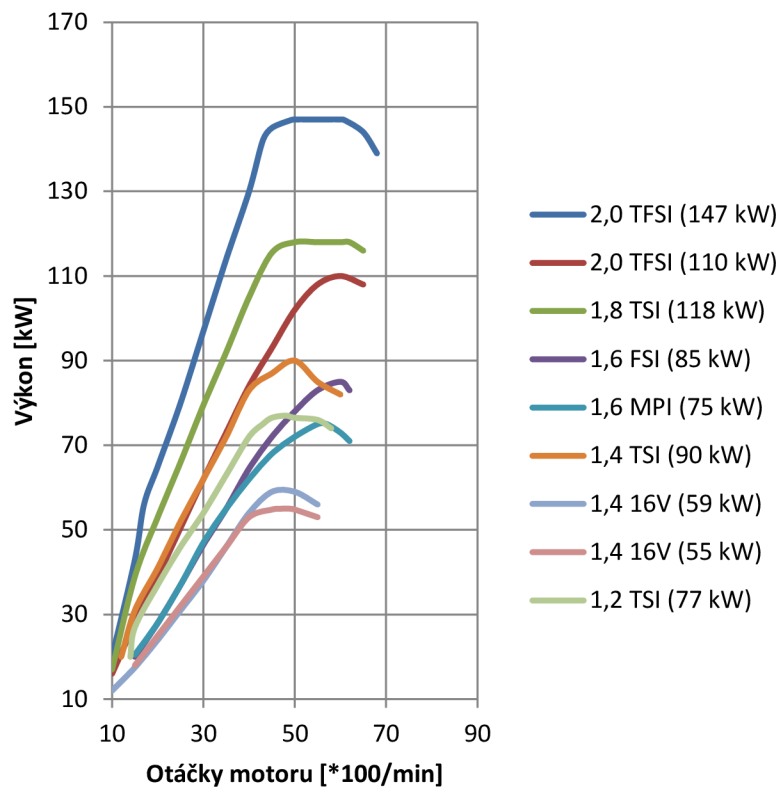
	<i>Liftback</i>	<i>Lifiback RS</i>	<i>Combi</i>	<i>Combi4*4</i>	<i>Combi RS</i>	<i>Scout</i>
Délka vozu	4572	4578	4572	4572	4579	4581
Šířka vozu	1769	1769	1769	1769	1769	1784
Výška vozu	1462	1447	1468	1495	1451	1533
Rozvor	2578	2577	2578	2578	2577	2578
Rozchod vpředu	1539	1526	1539	1533	1526	1534
Rozchod vzadu	1528	1514	1528	1522	1514	1515

Tabulka P1 14 Celková hmotnost vozu [kg]

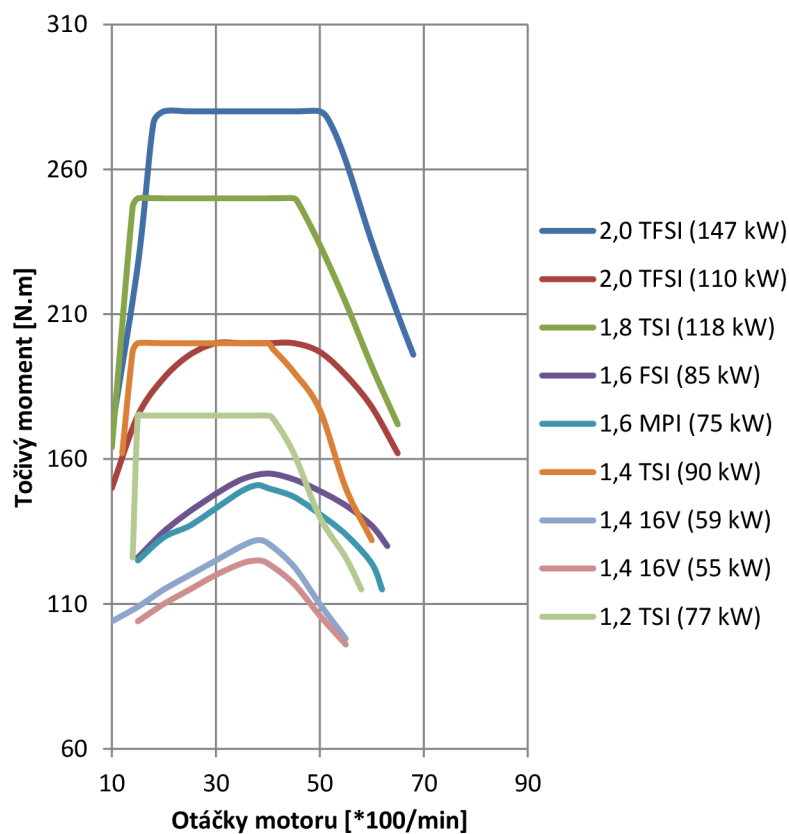
Model vozu	1,4 16V 59 (kW)	1,6 MPI 75 kW	1,6 TDI- CR 77kW	1,9 TDI- PD 77 kW	1,4 TSI (90 kW)
Liftback	1870	1895	1980	1970	1925
Combi	1885	1910	1970	1985	1940

Tabulka P1 15 Technické parametry vozidla Škoda Octavia II (Liftback)

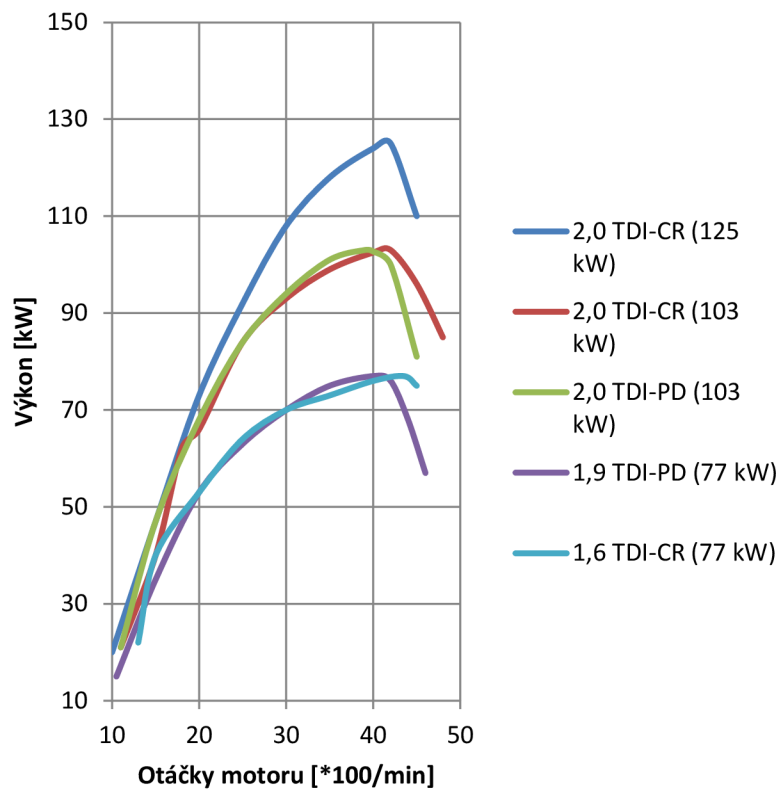
	<i>1,4 16V 59 (kW)</i>	<i>1,6 MPI 75 kW</i>	<i>1,6 TDI- CR 77kW</i>	<i>1,9 TDI- PD 77 kW</i>	<i>1,4 TSI (90 kW)</i>
Zdvihový objem	1390 cm ³	1595	1598	1896	1390
Druh motoru	zážehový	zážehový	vznětový	vznětový	zážehový
Válců	4	4	4	4	4
Výkon	59 kW	75 kW	77kW	77 kW	90 kW
Točivý moment	133Nm	148 Nm	250 Nm	250 Nm	200 Nm
Typ převodovky / počet stupňů	/5	09G/6 automat, 0AF/5	/5	0A4/5 02Q/6	/6
Max. rychlost	173	190	190	192	203
Zrychlení 0 - 100 km/h	14,2	12,3	11,8	11,8	9,7
Součinitel odporu vzduchu			0,31		
Čelní plocha vozidla			2,08 m ²		
Pneumatiky			175/80 R14T		



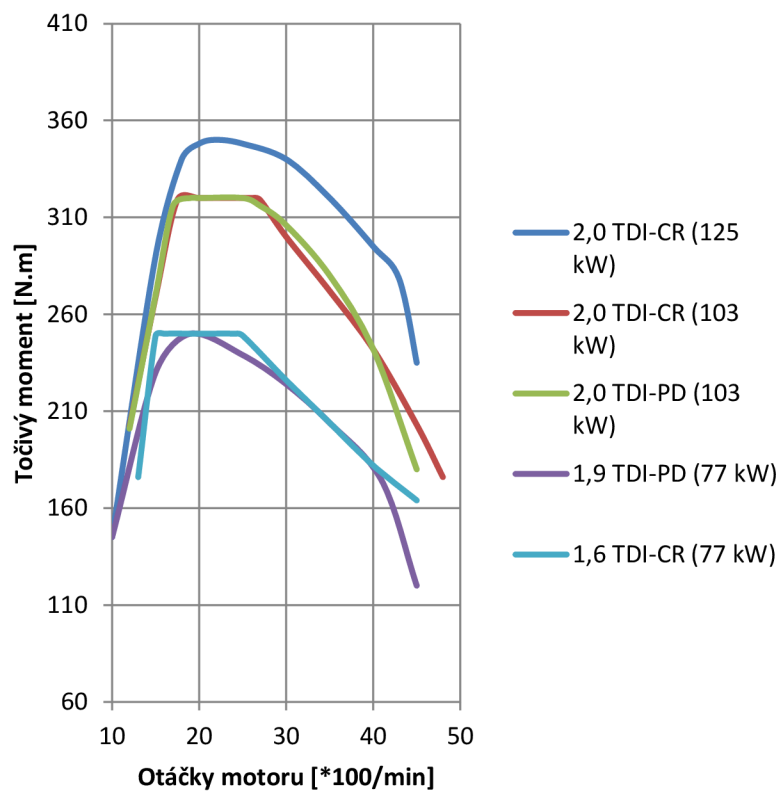
Obrázek P1 15 Průběh výkonových křivek benzinových motorů vozu Škoda Octavia II



Obrázek P1 16 Průběh křivek točivých momentů benzin. motorů vozu Škoda Octavia II



Obrázek P1 17 Průběh výkonových křivek dieselových motorů vozu Škoda Octavia II



Obrázek P1 18 Průběh křivek točivých momentů diesel. motorů vozu Škoda Octavia II

Příloha 2 Převodové poměry

Obsahem této přílohy jsou podrobná data o převodových poměrech použitých pro motory v rámci simulačního software. Veškerá data byla zjištěna z dílenských příruček určených pro jednotlivé modely vozů. Jedná se o tabulky P2- 1 až 41.

2.1. Škoda Felicia

Tabulka P2 1 Převodové poměry pro motor 1,9 D (47 kW)

1,9 D (47 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,462	1,957	1,310	0,975	0,756	2,923
Stálý převod	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579	3,579
Celkový převod	12,390	7,004	4,688	3,490	2,706	10,461

Tabulka P2 2 Převodové poměry pro motor 1,3 MPI (40 kW)

1,3 MPI (40 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,462	1,957	1,310	0,975	0,756	2,923
Stálý převod	3,833	3,833	3,833	3,833	3,833	3,833
Celkový převod	13,270	7,501	5,021	3,737	2,898	11,204

Tabulka P2 3 Převodové poměry pro motor 1,3 MPI (50 kW)

1,3 MPI (50 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,462	1,957	1,310	0,975	0,756	2,923
Stálý převod	4,118	4,118	4,118	4,118	4,118	4,118
Celkový převod	14,257	8,059	5,395	4,015	3,113	12,037

Tabulka P2 4 Převodové poměry pro motor 1,6 MPI (55 kW)

1,6 MPI (55 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,462	1,957	1,310	0,975	0,756	2,923
Stálý převod	3,833	3,833	3,833	3,833	3,833	3,833
Celkový převod	13,270	7,501	5,021	3,737	2,898	11,204

2.2. Škoda Fabia I

Tabulka P2 5 Převodové poměry pro motor 1,4 MPI (44 kW)

1,4 MPI (44 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,462	1,957	1,310	0,975	0,756	2,923
Stálý převod	4,118	4,118	4,118	4,118	4,118	4,118
Celkový převod	14,257	8,059	5,395	4,015	3,113	12,037

Tabulka P2 6 Převodové poměry pro motor 1,2 HTP (40 kW)

1,2 HTP (40 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,455	1,955	1,281	0,927	0,740	3,182
Stálý převod	4,533	4,533	4,533	4,533	4,533	4,533
Celkový převod	15,162	8,862	5,807	4,202	3,354	14,424

Tabulka P2 7 Převodové poměry pro motor 1,2 HTP (47 kW)

1,2 HTP (47 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,455	1,955	1,387	1,026	0,851	3,182
Stálý převod	4,188	4,188	4,188	4,188	4,188	4,188
Celkový převod	14,470	8,188	5,809	4,297	3,564	13,326

Tabulka P2 8 Převodové poměry pro motor 1,4 16V (55 kW)

1,4 16V (55 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,455	2,095	1,387	1,026	0,813	3,182
Stálý převod	3,882	3,882	3,882	3,882	3,882	3,882
Celkový převod	13,412	8,133	5,384	3,983	3,156	12,353

Tabulka P2 9 Převodové poměry pro motor 1,9 D (47 kW); výroba do 02/2002

1,9 SDI (47 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,455	1,955	1,281	0,927	0,740	3,182
Stálý převod	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368	3,368
Celkový převod	11,636	6,584	4,314	3,122	2,492	10,717

Tabulka P2 10 Převodové poměry pro motor 1,9 D (47 kW); výroba od 02/2002

1,9 SDI (47 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,455	1,955	1,281	0,927	0,740	3,182
Stálý převod	3,611	3,611	3,611	3,611	3,611	3,611
Celkový převod	12,476	7,060	4,626	3,347	2,672	11,490

Tabulka P2 11 Převodové poměry pro motor 1,4 TDI-PD (51 kW)

1,4 TDI-PD (51 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,455	1,955	1,281	0,927	0,740	3,182
Stálý převod	3,611	3,611	3,611	3,611	3,611	3,611
Celkový převod	12,476	7,060	4,626	3,347	2,672	11,490

Tabulka P2 12 Převodové poměry pro motor 1,9 TDI-PD (74 kW)

1,9 TDI-PD (74 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,778	2,063	1,304	0,903	0,700	3,600
Stálý převod	3,158	3,158	3,158	3,158	3,158	3,158
Celkový převod	11,931	6,515	4,118	2,852	2,211	11,369

Tabulka P2 13 Převodové poměry pro motor 1,4 16V (74 kW)

1,4 16V (74 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,455	2,095	1,433	1,079	0,891	3,182
Stálý převod	3,882	3,882	3,882	3,882	3,882	3,882
Celkový převod	13,198	8,133	5,563	4,189	3,459	12,353

Tabulka P2 14 Převodové poměry pro motor 2,0 MPI (85 kW)

2,0 MPI (85 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,455	2,095	1,455	1,103	0,889	3,182
Stálý převod	3,353	3,353	3,353	3,353	3,353	3,353
Celkový převod	11,585	7,025	4,879	3,698	2,980	10,669

2.3. Škoda Fabia II

Tabulka P2 15 Převodové poměry pro motor 1,2 HTP (44 kW)

1,2 HTP (44 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,769	2,095	1,387	1,026	0,776	3,182
Stálý převod	4,929	4,929	4,929	4,929	4,929	4,929
Celkový převod	18,577	10,327	6,836	5,055	3,822	15,684

Tabulka P2 16 Převodové poměry pro motor 1,2 HTP (44 kW)

1,2 HTP (51 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,769	2,095	1,387	1,026	0,776	3,182
Stálý převod	4,929	4,929	4,929	4,929	4,929	4,929
Celkový převod	18,577	10,327	6,836	5,055	3,822	15,684

Tabulka P2 17 Převodové poměry pro motor 1,4 16V (63 kW)

1,4 16V (63 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,769	2,095	1,387	1,026	0,813	3,182
Stálý převod	4,188	4,188	4,188	4,188	4,188	4,188
Celkový převod	15,784	8,774	5,808	4,295	3,402	13,326

Tabulka P2 18 Převodové poměry pro motor 1,2 TSI (63 kW)

1,2 TSI (63 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,769	1,955	1,281	0,927	0,740	3,182
Stálý převod	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625	3,625
Celkový převod	13,663	7,087	4,644	3,360	2,683	11,535

Tabulka P2 19 Převodové poměry pro motor 1,4 TDI-PD (51 kW)

1,4 TDI-PD (51 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,769	2,095	1,387	1,026	0,776	2,923
Stálý převod	3,611	3,611	3,611	3,611	3,611	3,611
Celkový převod	13,610	7,565	5,008	3,705	2,802	10,555

2.4. Škoda Octavia I

Tabulka P2 20 Převodové poměry pro motor 1,4 16V (55 kW)

1,4 16V (55 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,769	2,095	1,387	1,026	0,813	3,182
Stálý převod	4,533	4,533	4,533	4,533	4,533	4,533
Celkový převod	17,085	9,497	6,287	4,651	2,685	14,424

Tabulka P2 21 Převodové poměry pro motor 1,6 MPI 55 (kW)

1,6 MPI (55 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,460	1,940	1,290	0,940	0,750	3,170
Stálý převod	4,467	4,467	4,467	4,467	4,467	4,467
Celkový převod	15,456	8,666	5,762	4,199	3,350	14,160

Tabulka P2 22 Převodové poměry pro motor 1,6 MPI 74 kW)

1,6 MPI (74 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,460	1,940	1,370	1,030	0,850	3,170
Stálý převod	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250
Celkový převod	14,705	8,245	5,823	4,378	3,613	13,473

Tabulka P2 23 Převodové poměry pro motor 1,9 SDI (50 kW)

1,9 SDI (50 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,460	1,940	1,290	0,940	0,710	3,170
Stálý převod	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250	4,250
Celkový převod	14,705	8,245	5,483	3,995	3,018	13,473

Tabulka P2 24 Převodové poměry pro motor 1,9 TDI (66 kW)

1,9 TDI (66 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,778	2,118	1,360	0,971	0,756	3,600
Stálý převod	3,389	3,389	3,389	3,389	3,389	3,389
Celkový převod	12,804	7,178	4,609	3,291	2,562	12,200

Tabulka P2 25 Převodové poměry pro motor 1,8 20V (92 kW)

1,8 20V (92 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,300	1,940	1,308	1,029	0,837	3,060
Stálý převod	4,235	4,235	4,235	4,235	4,235	4,235
Celkový převod	13,976	8,216	5,539	4,358	3,545	

Tabulka P2 26 Převodové poměry pro motor 1,9 TDI (81 kW)

1,9TDI (81 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,778	2,063	1,348	0,967	0,769	3,600
Stálý převod	3,389	3,389	3,389	3,389	3,389	3,389
Celkový převod	12,803	6,992	4,568	3,277	2,606	

Tabulka P2 27 Převodové poměry pro motor 1,8 T (110 kW)

1,8T (110 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,300	1,944	1,308	1,029	0,837	3,060
Stálý převod	3,684	3,684	3,684	3,684	3,684	3,684
Celkový převod	12,157	7,162	4,819	3,791	3,084	

Tabulka P2 28 Převodové poměry pro motor 1,9 TDI (74 kW)

1,9 TDI (74 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,778	2,063	1,304	0,903	0,700	3,600
Stálý převod	3,158	3,158	3,158	3,158	3,158	3,158
Celkový převod	11,931	6,515	4,118	2,852	2,211	11,369

Tabulka P2 29 Převodové poměry pro motor 2,0 (85 kW)

2,0 AGW (85 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,455	2,095	1,455	1,103	0,889	3,182
Stálý převod	3,353	3,353	3,353	3,353	3,353	3,353
Celkový převod	11,585	7,025	4,879	3,698	2,981	10,669

2.5. Škoda Octavia II

Tabulka P2 30 Převodové poměry pro motor 1,4 16V (59 kW)

1,4 16V (59 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,769	2,095	1,387	1,026	0,813	3,182
Stálý převod	4,533	4,533	4,533	4,533	4,533	4,533
Celkový převod	17,085	9,497	6,287	4,651	3,685	3,182

Tabulka P2 31 Převodové poměry pro motor 1,6 MPI (75 kW) - automat

1,6 MPI (75 kW) - automat	I	II	III	IV	V	VI	R
Převodová rychlost	4,148	2,370	1,556	1,155	0,859	0,686	3,394
Stálý převod	4,067	4,067	4,067	4,067	4,067	4,067	4,067
Celkový převod	16,870	9,639	6,328	4,697	3,494	2,790	13,820

Tabulka P2 32 Převodové poměry pro motor 1,6 MPI (75 kW)

1,6 MPI (75 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,455	1,955	1,281	0,975	0,813	3,182
Stálý převod	4,533	4,533	4,533	4,533	4,533	4,533
Celkový převod	15,662	8,862	5,806	4,420	3,685	14,424

Tabulka P2 33 Převodové poměry pro motor 1,6 TDI-CR (77 kW)

1,6 TDI-CR (77 kW)	I	II	III	IV	V	VI	R
Převodový poměr	3,769	1,958	1,257	0,869	0,857	0,717	4,549
Stálý převod	4,235 pro I až IV, 3,273 pro V a VI						4,235
Celkový převod	15,962	8,292	5,323	3,680	2,805	2,347	19,265

Tabulka P2 34 Převodové poměry pro motor 1,9 TDI-PD (77 kW)

1,9 TDI-PD (77 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,778	2,063	1,348	0,967	0,744	3,600
Stálý převod	3,389	3,389	3,389	3,389	3,389	3,389
Celkový převod	12,804	6,992	4,568	3,277	2,521	12,200

Tabulka P2 35 Převodové poměry pro motor 1,9 TDI-PD (77 kW)

1,9 TDI-PD (77 kW)	I	II	III	IV	V	VI	R
Převodový poměr	3,769	2,087	1,324	0,911	0,902	0,756	4,549
Stálý převod	4,235 pro I až IV, 3,273 pro V a VI						4,235
Celkový převod	15,962	8,838	5,607	3,858	2,952	2,474	19,265

Tabulka P2 36 Převodové poměry pro motor 1,4 TSI (90 kW)

1,4 TSI (90 kW)	I	II	III	IV	V	VI	R
Převodový poměr	3,615	1,954	1,281	0,973	0,777	0,646	3,182
Stálý převod	4,055	4,055	4,055	4,055	4,055	4,055	4,055
Celkový převod	14,659	7,923	5,194	3,946	3,151	2,620	12,903

Tabulka P2 37 Převodové poměry pro motor 2,0 TDI-PD (103 kW)

2,0 TDI-PD (103 kW)	I	II	III	IV	V	VI	R
Převodový poměr	3,769	2,087	1,324	0,977	0,975	0,814	4,549
Stálý převod	3,450	3,450	3,450	3,450	2,760	2,760	
Celkový převod	13,003	7,200	4,568	3,371	2,691	2,247	

Tabulka P2 38 Převodové poměry pro motor 2,0 TDI-PD (103 kW) - DSG

2,0 TDI-PD (103 kW)	I	II	III	IV	V	VI	R
Převodový poměr	3,462	2,050	1,300	0,902	0,914	0,756	3,989
Stálý převod	4,118	4,118	4,118	4,118	3,043	3,043	
Celkový převod	14,257	8,442	5,353	3,714	2,781	2,301	

Tabulka P2 39 Převodové poměry pro motor 2,0 TFSI (110 kW)

2,0 TFSI (110 kW)	I	II	III	IV	V	VI	R
Převodový poměr	3,778	2,267	1,524	1,185	0,967	0,816	3,600
Stálý převod	3,647	3,647	3,647	3,647	3,647	3,647	
Celkový převod	13,778	8,268	5,558	4,322	3,527	2,976	

Tabulka P2 40 Převodové poměry pro motor 1,6 FSI (85 kW)

1,6 FSI (85 kW)	I	II	III	IV	V	R
Převodový poměr	3,455	1,955	1,281	0,975	0,776	3,182
Stálý převod	4,533	4,533	4,533	4,533	4,533	
Celkový převod	15,662	8,862	5,807	4,420	3,517	

Tabulka P2 41 Převodové poměry pro motor 2,0 TFSI (147 kW)

2,0 TFSI (147 kW)	I	II	III	IV	V	VI	R
Převodový poměr	3,357	2,087	1,469	1,098	1,108	0,927	3,990
Stálý převod	3,944	3,944	3,944	3,944	3,087	3,087	
Celkový převod	13,240	8,231	5,794	4,331	3,420	2,862	

Příloha 3 Podrobné výsledky

Výpočet byl proveden pro 43 různých variant vozů a motorů značky Škoda, medián výkonu byl 66 kW. 22 vozidel mělo výkon nižší, 21 vyšší. Předjížděné vozidlo bylo uvažováno délkou 18,0 m, jeho zpomalení při kritickém brždění bylo 5,0 m/s².

3.1. Rychlost 60 km/h

3.1.1. Protijedoucí 60 km/h

Tabulka P3 1 Podrobné výsledky pro rychlost 60 km/h, protijedoucí jede rychlostí 60 km/h, třídění podle objemu motoru

Rychlost 60/60 km/h - do 1400 ccm							Rychlost 60/60 km/h - nad 1400 ccm						
Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	8,53	0,329	309	5,9	299	317	-15	8,01	0,377	301	6,0	290	310
-14	8,68	0,371	312	7,2	300	322	-14	8,12	0,402	302	6,7	290	313
-13	8,85	0,409	315	8,5	302	328	-13	8,23	0,431	304	7,7	288	317
-12	9,04	0,444	320	9,6	304	334	-12	8,36	0,467	307	8,5	288	321
-11	9,26	0,487	325	10,8	307	342	-11	8,50	0,505	309	9,6	287	326
-10	9,50	0,542	331	12,1	310	349	-10	8,66	0,547	313	10,8	288	331
-9	9,77	0,597	337	13,8	314	357	-9	8,83	0,609	317	12,5	291	338
-8	10,06	0,654	344	14,9	316	366	-8	9,02	0,662	321	13,7	292	345
-7	10,36	0,719	352	16,9	320	376	-7	9,24	0,721	326	15,3	294	353
-6	10,70	0,796	360	18,8	323	387	-6	9,48	0,787	332	17,1	295	362
-5	11,08	0,882	369	21,0	330	402	-5	9,74	0,866	338	19,3	297	373
-4	11,49	0,985	379	23,4	334	416	-4	10,01	0,941	345	21,3	298	383
-3	11,98	1,114	391	26,8	340	432	-3	10,33	1,034	353	23,7	300	395
-2	12,53	1,208	404	29,5	354	451	-2	10,68	1,143	361	26,3	301	409
-1	13,13	1,404	419	34,1	356	474	-1	11,06	1,276	371	29,5	305	424
0	13,84	1,596	436	39,0	366	502	0	11,49	1,424	381	33,1	307	440
1	14,65	1,813	456	44,1	377	534	1	11,98	1,608	393	37,6	311	462
2	15,54	2,014	477	48,2	390	562	2	12,53	1,821	407	42,7	314	491
3	16,61	2,257	501	52,1	403	592	3	13,13	2,081	421	48,6	317	523
4	18,08	2,675	536	59,8	420	631	4	13,88	2,468	440	58,1	323	567
5	20,18	3,525	586	78,0	437	714	5	14,75	3,000	461	71,5	329	628
6	23,20	5,160	659	114,0	460	855	6	15,83	3,808	487	92,0	335	717
7	24,87	5,448	706	127,8	492	894	7	17,33	5,173	525	127,9	342	863
8	28,71	9,192	824	257,2	538	1343	8	19,78	8,106	588	209,2	349	1195
9	33,64	15,377	967	444,5	576	2100	9	21,59	10,773	633	268,8	357	1629
10	42,94	23,113	1213	622,1	637	2505	10	26,18	17,987	763	501,9	365	2783
11	51,93	26,343	1463	747,7	707	2679	11	41,88	47,348	1213	1331,0	373	5713
12	33,51	7,164	969	185,6	800	1275	12	36,96	31,608	1094	913,6	386	3866
13	43,29	17,150	1258	454,9	861	2011	13	42,71	36,536	1226	1003,0	397	4094
14	37,13	5,588	1097	162,8	872	1251	14	39,54	32,947	1149	935,6	409	4163
15	43,28	10,808	1260	296,4	908	1633	15	51,37	44,483	1463	1230,8	424	4370

u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět

Tabulka P3 2 Podrobné výsledky pro rychlost 60 km/h, protijedoucí jede rychlostí 60 km/h, třídění podle výkonu motoru

Rychlost 60/60 km/h - do 66 kW							Rychlost 60/60 km/h - nad 66 kW						
Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	8,54	0,294	309	5,2	300	317	-15	7,93	0,338	299	5,4	290	310
-14	8,69	0,328	312	6,3	301	322	-14	8,03	0,354	301	5,8	290	311
-13	8,85	0,360	316	7,3	302	328	-13	8,14	0,380	302	6,7	288	314
-12	9,06	0,391	320	8,3	306	334	-12	8,26	0,407	304	7,1	288	316
-11	9,28	0,427	325	9,6	308	342	-11	8,39	0,434	307	7,9	287	319
-10	9,53	0,475	332	10,5	311	349	-10	8,54	0,467	310	8,7	288	324
-9	9,80	0,520	338	11,8	315	357	-9	8,69	0,505	313	9,4	291	327
-8	10,09	0,561	345	12,5	321	366	-8	8,86	0,552	317	10,6	292	333
-7	10,41	0,612	353	14,0	327	376	-7	9,06	0,595	322	11,8	294	340
-6	10,75	0,674	361	15,6	334	387	-6	9,28	0,649	327	13,6	295	349
-5	11,14	0,745	371	17,4	341	402	-5	9,51	0,704	332	14,9	297	356
-4	11,56	0,824	381	19,2	348	416	-4	9,76	0,761	338	16,5	298	364
-3	12,06	0,934	393	22,0	356	432	-3	10,05	0,826	346	18,1	300	373
-2	12,59	1,049	406	25,1	365	451	-2	10,38	0,906	354	20,1	301	385
-1	13,22	1,195	421	28,6	374	474	-1	10,71	1,002	362	22,5	305	396
0	13,93	1,370	439	33,0	386	502	0	11,10	1,104	372	25,0	307	409
1	14,76	1,560	459	37,4	401	534	1	11,53	1,218	382	27,6	311	424
2	15,66	1,737	480	41,1	416	562	2	12,01	1,353	394	30,9	314	439
3	16,73	1,956	505	44,3	433	592	3	12,54	1,527	407	35,0	317	453
4	18,23	2,326	540	50,8	453	631	4	13,15	1,731	422	40,1	323	471
5	20,34	3,102	591	67,2	480	714	5	13,83	1,979	439	46,0	329	502
6	23,37	4,641	664	100,7	506	855	6	14,62	2,305	458	54,0	335	545
7	25,50	4,910	721	113,3	541	894	7	15,63	2,815	483	66,9	342	607
8	30,43	8,908	862	239,5	577	1343	8	17,02	3,610	517	87,6	349	705
9	36,99	16,524	1043	456,9	587	2100	9	18,71	4,561	563	116,8	357	825
10	50,36	26,598	1422	738,8	639	2783	10	21,00	6,102	620	154,0	365	933
11	73,93	53,253	2084	1511,8	707	5713	11	28,66	26,593	846	754,2	373	3913
12	48,20	26,270	1441	832,2	800	2846	12	33,24	27,677	975	779,8	386	3866
13	54,06	20,361	1528	552,5	939	2145	13	39,91	34,649	1154	951,6	397	4094
14	44,45	3,850	1269	99,5	1169	1368	14	39,02	30,926	1138	878,2	409	4163
15	72,75	15,350	2049	416,0	1633	2465	15	49,48	41,948	1415	1160,0	424	4370

u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět

3.1.2. Protijedoucí 70 km/h

Tabulka P3 3 Podrobné výsledky pro rychlost 60 km/h, protijedoucí jede rychlostí 70 km/h, třídění podle objemu motoru

Rychlost 60/70 km/h - do 1400 ccm							Rychlost 60/70 km/h - nad 1400 ccm						
Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	8,52	0,337	326	6,3	315	334	-15	8,00	0,366	317	6,3	305	327
-14	8,66	0,378	329	7,3	317	339	-14	8,10	0,389	318	6,9	305	330
-13	8,83	0,415	332	8,8	319	346	-13	8,22	0,418	321	7,8	304	334
-12	9,04	0,444	337	9,7	321	351	-12	8,34	0,453	323	8,6	304	339
-11	9,26	0,487	342	10,8	324	359	-11	8,48	0,486	326	9,6	303	344
-10	9,50	0,542	348	12,4	327	367	-10	8,64	0,525	330	10,5	304	348
-9	9,77	0,597	355	14,0	331	375	-9	8,80	0,582	333	12,1	307	356
-8	10,06	0,654	362	15,4	333	385	-8	8,99	0,634	338	13,4	308	363
-7	10,36	0,719	370	17,8	337	396	-7	9,20	0,687	343	14,9	310	372

-6	10,70	0,796	379	19,6	341	407	-6	9,44	0,749	349	16,9	311	382
-5	11,08	0,882	389	22,1	348	423	-5	9,70	0,823	355	19,1	313	393
-4	11,49	0,985	399	24,7	351	438	-4	9,96	0,890	362	20,8	315	404
-3	11,98	1,114	412	28,2	357	454	-3	10,28	0,976	370	23,3	317	417
-2	12,53	1,208	426	31,1	372	474	-2	10,62	1,077	379	26,0	318	432
-1	13,13	1,404	441	36,0	374	499	-1	10,99	1,199	389	29,0	322	447
0	13,84	1,596	459	41,1	385	529	0	11,41	1,331	400	32,3	324	464
1	14,65	1,813	480	46,1	397	562	1	11,88	1,495	412	36,4	329	486
2	15,54	2,014	502	50,7	410	592	2	12,41	1,678	426	40,7	332	507
3	16,61	2,257	528	54,5	424	623	3	12,99	1,897	440	45,8	335	536
4	18,08	2,675	564	62,4	442	663	4	13,70	2,231	458	54,2	340	577
5	20,18	3,525	616	81,4	459	750	5	14,51	2,674	479	65,4	347	632
6	23,20	5,160	693	118,8	484	897	6	15,50	3,339	505	82,4	353	709
7	24,87	5,448	743	134,2	518	938	7	16,85	4,479	539	111,8	361	832
8	28,71	9,192	870	274,9	565	1425	8	18,94	6,880	594	173,6	368	1096
9	33,64	15,377	1024	476,1	606	2239	9	20,91	10,155	648	262,4	377	1716
10	42,94	23,113	1284	662,0	670	2656	10	25,04	17,090	774	509,5	386	2965
11	51,93	26,343	1552	799,9	748	2849	11	38,62	45,763	1195	1376,5	394	6093
12	33,51	7,164	1026	197,0	847	1352	12	36,51	30,774	1148	952,9	408	4124
13	36,33	20,704	1134	591,9	326	2135	13	42,30	35,546	1288	1040,2	419	4370
14	30,02	13,244	957	393,1	329	1334	14	40,12	31,905	1234	968,0	432	4444
15	34,67	17,612	1087	514,8	332	1735	15	53,82	43,940	1625	1295,6	449	4643
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

Tabulka P3 4 Podrobné výsledky pro rychlost 60 km/h, protijedoucí jede rychlostí 70 km/h, třídění podle výkonu motoru

Rychlost 60/70 km/h - do 66 kW							Rychlost 60/70 km/h - nad 66 kW						
Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	8,54	0,294	326	5,4	316	334	-15	7,93	0,338	316	5,8	305	327
-14	8,69	0,328	329	6,3	318	339	-14	8,03	0,354	317	6,1	305	328
-13	8,85	0,360	333	7,4	319	346	-13	8,14	0,380	319	7,0	304	331
-12	9,06	0,391	338	8,4	323	351	-12	8,26	0,407	321	7,3	304	333
-11	9,28	0,427	343	9,5	325	359	-11	8,39	0,434	324	8,2	303	336
-10	9,53	0,475	349	10,8	328	367	-10	8,54	0,467	327	8,9	304	341
-9	9,80	0,520	356	12,1	332	375	-9	8,69	0,505	330	9,8	307	345
-8	10,09	0,561	363	13,0	339	385	-8	8,86	0,552	334	10,9	308	350
-7	10,41	0,612	371	14,9	344	396	-7	9,06	0,595	339	12,0	310	358
-6	10,75	0,674	380	16,4	351	407	-6	9,28	0,649	344	13,8	311	367
-5	11,14	0,745	391	18,3	359	423	-5	9,51	0,704	350	15,4	313	375
-4	11,56	0,824	401	20,2	367	438	-4	9,76	0,761	356	16,9	315	383
-3	12,06	0,934	414	23,1	375	454	-3	10,05	0,826	364	18,9	317	393
-2	12,59	1,049	428	26,3	384	474	-2	10,38	0,906	372	20,9	318	405
-1	13,22	1,195	444	30,1	394	499	-1	10,71	1,002	381	23,5	322	417
0	13,93	1,370	462	34,8	407	529	0	11,10	1,104	392	26,2	324	431
1	14,76	1,560	484	39,1	422	562	1	11,53	1,218	403	28,8	329	447
2	15,66	1,737	506	43,1	438	592	2	12,01	1,353	415	32,2	332	462
3	16,73	1,956	531	46,3	456	623	3	12,54	1,527	429	36,6	335	477
4	18,23	2,326	568	52,9	476	663	4	13,15	1,731	445	42,0	340	496
5	20,34	3,102	621	69,9	504	750	5	13,83	1,979	462	48,2	347	530
6	23,37	4,641	698	104,7	535	897	6	14,62	2,305	482	56,6	353	575
7	25,50	4,910	759	118,8	572	938	7	15,63	2,815	508	70,3	361	640
8	30,43	8,908	910	255,1	610	1425	8	17,02	3,610	545	92,3	368	745
9	36,99	16,524	1102	487,5	620	2239	9	18,71	4,561	593	123,7	377	877
10	50,36	26,598	1508	788,2	676	2965	10	21,00	6,102	654	163,0	386	989

11	73,93	53,253	2215	1616,1	748	6093	11	28,66	26,593	896	806,3	394	4176
12	48,20	26,270	1536	898,3	847	3054	12	33,24	27,677	1034	833,2	408	4124
13	44,96	25,753	1362	738,3	326	2278	13	39,91	34,649	1224	1014,3	419	4370
14	32,53	17,150	1006	486,5	329	1450	14	39,02	30,926	1208	938,9	432	4444
15	51,45	32,625	1563	941,7	333	2620	15	49,47	41,948	1502	1236,9	449	4643
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

3.1.3. Protijedoucí 80 km/h

Tabulka P3 5 Podrobné výsledky pro rychlost 60 km/h, protijedoucí jede rychlostí 80 km/h, třídění podle objemu motoru

Rychlost 60/80 km/h - do 1400 ccm							Rychlost 60/80 km/h - nad 1400 ccm						
Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	8,52	0,337	342	6,3	331	350	-15	8,00	0,366	333	6,3	320	343
-14	8,66	0,378	345	7,5	333	356	-14	8,10	0,389	334	7,0	320	346
-13	8,83	0,415	348	9,2	335	363	-13	8,22	0,418	337	8,0	319	351
-12	9,04	0,444	354	10,3	337	369	-12	8,34	0,453	339	8,9	319	356
-11	9,26	0,487	359	11,5	340	377	-11	8,48	0,486	342	10,1	318	361
-10	9,50	0,542	366	13,2	343	386	-10	8,64	0,525	346	11,0	320	366
-9	9,77	0,597	373	14,9	347	394	-9	8,80	0,582	350	12,8	323	375
-8	10,06	0,654	381	16,2	349	404	-8	8,99	0,634	355	14,2	324	382
-7	10,36	0,719	389	18,5	354	416	-7	9,20	0,687	360	15,7	326	391
-6	10,70	0,796	398	20,4	358	427	-6	9,44	0,749	367	17,8	327	402
-5	11,08	0,882	408	23,1	365	444	-5	9,70	0,823	373	20,1	329	413
-4	11,49	0,985	419	25,6	369	459	-4	9,96	0,890	380	21,8	331	425
-3	11,98	1,114	432	29,5	375	477	-3	10,28	0,976	389	24,3	333	438
-2	12,53	1,208	447	32,6	391	498	-2	10,62	1,077	398	27,1	334	454
-1	13,13	1,404	463	37,9	393	524	-1	10,99	1,199	409	30,3	338	471
0	13,84	1,596	482	43,0	404	555	0	11,41	1,331	420	33,6	341	488
1	14,65	1,813	504	48,6	417	591	1	11,88	1,495	433	38,0	346	511
2	15,54	2,014	527	53,3	430	622	2	12,41	1,678	447	42,6	349	533
3	16,61	2,257	554	57,1	445	654	3	12,99	1,897	463	47,9	352	562
4	18,08	2,675	592	64,9	464	695	4	13,70	2,231	482	56,8	358	606
5	20,18	3,525	647	84,8	482	786	5	14,51	2,674	504	68,6	365	663
6	23,20	5,160	727	123,6	508	940	6	15,50	3,339	530	86,4	372	744
7	24,87	5,448	780	140,5	544	982	7	16,85	4,479	567	117,1	380	873
8	28,71	9,192	917	292,6	592	1508	8	18,94	6,880	624	182,0	387	1151
9	33,64	15,377	1080	507,9	636	2379	9	20,91	10,155	681	275,9	397	1804
10	42,94	23,113	1356	701,6	704	2806	10	25,04	17,090	815	541,8	406	3148
11	51,93	26,343	1640	852,2	789	3019	11	38,62	45,763	1264	1464,2	415	6473
12	33,51	7,164	1083	208,4	894	1429	12	36,51	30,774	1215	1015,8	429	4381
13	43,29	17,150	1415	511,3	968	2259	13	42,30	35,546	1361	1104,7	442	4646
14	37,13	5,588	1235	186,7	978	1416	14	40,12	31,905	1306	1030,5	456	4725
15	43,28	10,808	1417	335,4	1015	1836	15	53,82	43,940	1719	1376,3	474	4915
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

Tabulka P3 6 Podrobné výsledky pro rychlost 60 km/h, protijedoucí jede rychlostí 80 km/h, třídění podle výkonu motoru

Rychlost 60/80 km/h - do 66 kW							Rychlost 60/80 km/h - nad 66 kW						
Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	8,54	0,294	342	5,4	332	350	-15	7,93	0,338	332	5,9	320	343

-14	8,69	0,328	345	6,5	334	356	-14	8,03	0,354	333	6,2	320	344
-13	8,85	0,360	349	7,8	335	363	-13	8,14	0,380	335	7,1	319	347
-12	9,06	0,391	355	9,0	339	369	-12	8,26	0,407	337	7,4	319	349
-11	9,28	0,427	360	10,1	341	377	-11	8,39	0,434	340	8,4	318	353
-10	9,53	0,475	367	11,5	344	386	-10	8,54	0,467	344	9,1	320	358
-9	9,80	0,520	374	12,8	349	394	-9	8,69	0,505	347	10,1	323	362
-8	10,09	0,561	382	13,5	356	404	-8	8,86	0,552	351	11,4	324	368
-7	10,41	0,612	390	15,5	362	416	-7	9,06	0,595	356	12,6	326	376
-6	10,75	0,674	400	17,0	369	427	-6	9,28	0,649	362	14,5	327	386
-5	11,14	0,745	410	18,9	378	444	-5	9,51	0,704	368	16,2	329	394
-4	11,56	0,824	422	20,8	386	459	-4	9,76	0,761	375	17,8	331	402
-3	12,06	0,934	435	24,1	394	477	-3	10,05	0,826	383	19,7	333	413
-2	12,59	1,049	449	27,6	404	498	-2	10,38	0,906	391	21,8	334	425
-1	13,22	1,195	466	31,7	414	524	-1	10,71	1,002	401	24,5	338	438
0	13,93	1,370	485	36,4	428	555	0	11,10	1,104	411	27,1	341	452
1	14,76	1,560	508	41,1	443	591	1	11,53	1,218	423	29,9	346	469
2	15,66	1,737	531	45,3	459	622	2	12,01	1,353	436	33,6	349	486
3	16,73	1,956	558	48,4	478	654	3	12,54	1,527	451	38,4	352	501
4	18,23	2,326	597	54,9	500	695	4	13,15	1,731	467	43,9	358	521
5	20,34	3,102	652	72,6	529	786	5	13,83	1,979	486	50,6	365	557
6	23,37	4,641	733	108,8	564	940	6	14,62	2,305	507	59,3	372	605
7	25,50	4,910	797	124,3	603	982	7	15,63	2,815	534	73,7	380	674
8	30,43	8,908	958	270,8	644	1508	8	17,02	3,610	572	97,1	387	785
9	36,99	16,524	1162	518,4	654	2379	9	18,71	4,561	623	130,9	397	930
10	50,36	26,598	1594	837,8	712	3148	10	21,00	6,102	688	172,1	406	1045
11	73,93	53,253	2346	1720,4	789	6473	11	28,66	26,593	947	858,2	415	4438
12	48,20	26,270	1631	964,0	894	3261	12	33,24	27,677	1093	886,3	429	4381
13	54,06	20,361	1715	623,6	1051	2412	13	39,91	34,649	1295	1077,3	442	4646
14	44,45	3,850	1422	111,0	1311	1533	14	39,02	30,926	1278	999,5	456	4725
15	72,75	15,350	2306	469,5	1836	2775	15	49,48	41,948	1589	1313,9	474	4915
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

3.1.4. Protijedoucí 90 km/h

Tabulka P3 7 Podrobné výsledky pro rychlost 60 km/h, protijedoucí jede rychlostí 90 km/h, třídění podle objemu motoru

Rychlost 60/90 km/h - do 1400 ccm							Rychlost 60/90 km/h - nad 1400 ccm						
Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	8,52	0,337	358	6,6	347	367	-15	8,03	0,392	350	7,3	336	364
-14	8,66	0,378	361	7,6	349	372	-14	8,14	0,417	351	7,9	336	367
-13	8,83	0,415	365	9,2	351	380	-13	8,25	0,446	354	8,7	335	370
-12	9,04	0,444	371	10,7	353	387	-12	8,38	0,483	357	9,7	335	374
-11	9,26	0,487	377	11,9	357	395	-11	8,52	0,522	360	11,1	334	382
-10	9,50	0,542	384	13,8	360	404	-10	8,69	0,568	364	12,5	335	391
-9	9,77	0,597	391	15,6	364	413	-9	8,86	0,630	368	14,5	338	400
-8	10,06	0,654	399	17,1	366	424	-8	9,05	0,685	373	16,1	340	407
-7	10,36	0,719	408	19,4	370	436	-7	9,27	0,745	379	18,0	342	418
-6	10,70	0,796	417	21,5	375	448	-6	9,51	0,813	386	20,3	343	430
-5	11,08	0,882	428	24,3	382	465	-5	9,78	0,891	393	22,7	345	440
-4	11,49	0,985	440	26,8	387	481	-4	10,05	0,971	401	25,0	347	454
-3	11,98	1,114	453	30,9	393	500	-3	10,38	1,067	411	27,8	350	472
-2	12,53	1,208	468	34,1	409	522	-2	10,73	1,178	421	31,2	351	489
-1	13,13	1,404	486	39,7	412	549	-1	11,11	1,314	432	34,8	355	508
0	13,84	1,596	506	45,0	424	582	0	11,54	1,455	444	38,5	357	526
1	14,65	1,813	529	50,8	437	619	1	12,03	1,615	458	42,5	363	540

2	15,54	2,014	553	55,7	451	652	2	12,56	1,800	473	46,9	366	559
3	16,61	2,257	580	59,6	466	685	3	13,16	2,031	489	52,3	369	589
4	18,08	2,675	620	67,6	486	727	4	13,91	2,411	510	62,3	376	634
5	20,18	3,525	678	88,2	505	822	5	14,78	2,926	534	76,3	383	694
6	23,20	5,160	762	128,7	532	983	6	15,87	3,716	565	97,5	390	779
7	24,87	5,448	818	147,4	569	1027	7	17,39	5,081	607	134,0	399	914
8	28,71	9,192	963	310,3	619	1591	8	18,94	6,880	654	190,4	407	1205
9	33,64	15,377	1137	539,3	666	2518	9	20,91	10,155	715	289,3	417	1891
10	42,94	23,113	1428	741,3	738	2957	10	25,04	17,090	857	573,9	427	3330
11	51,93	26,343	1729	904,4	830	3189	11	38,62	45,763	1333	1551,7	436	6853
12	33,51	7,164	1140	219,3	941	1505	12	36,51	30,774	1283	1078,7	451	4638
13	43,29	17,150	1493	539,6	1021	2383	13	42,30	35,546	1435	1168,8	465	4921
14	37,13	5,588	1304	198,1	1032	1498	14	40,12	31,905	1377	1092,7	479	5005
15	43,28	10,808	1496	354,9	1069	1938	15	53,82	43,940	1813	1456,7	499	5187
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

Tabulka P3 8 Podrobné výsledky pro rychlost 60 km/h, protijedoucí jede rychlostí 90 km/h, třídění podle výkonu motoru

Rychlost 60/90 km/h - do 66 kW							Rychlost 60/90 km/h - nad 66 kW						
Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	8,54	0,294	359	5,6	348	367	-15	7,93	0,338	348	6,1	336	360
-14	8,69	0,328	362	6,5	350	372	-14	8,03	0,354	349	6,5	336	361
-13	8,85	0,360	366	7,7	351	380	-13	8,14	0,380	352	7,4	335	364
-12	9,06	0,391	372	9,3	356	387	-12	8,26	0,407	354	7,8	335	366
-11	9,28	0,427	378	10,4	358	395	-11	8,39	0,434	357	8,5	334	369
-10	9,53	0,475	384	12,0	361	404	-10	8,54	0,467	360	9,3	335	374
-9	9,80	0,520	392	13,5	365	413	-9	8,69	0,505	364	10,3	338	379
-8	10,09	0,561	400	14,3	373	424	-8	8,86	0,552	368	11,8	340	386
-7	10,41	0,612	409	16,1	380	436	-7	9,06	0,595	373	13,1	342	394
-6	10,75	0,674	419	17,9	387	448	-6	9,28	0,649	380	15,1	343	404
-5	11,14	0,745	430	19,9	396	465	-5	9,51	0,704	386	16,9	345	413
-4	11,56	0,824	442	21,7	405	481	-4	9,76	0,761	393	18,6	347	422
-3	12,06	0,934	456	25,3	414	500	-3	10,05	0,826	401	20,4	350	433
-2	12,59	1,049	471	28,9	423	522	-2	10,38	0,906	410	22,7	351	446
-1	13,22	1,195	489	33,3	434	549	-1	10,71	1,002	420	25,5	355	459
0	13,93	1,370	509	38,1	448	582	0	11,10	1,104	432	28,3	357	474
1	14,76	1,560	533	43,0	464	619	1	11,53	1,218	444	31,2	363	492
2	15,66	1,737	557	47,2	481	652	2	12,01	1,353	458	35,1	366	509
3	16,73	1,956	584	50,4	500	685	3	12,54	1,527	473	39,9	369	525
4	18,23	2,326	625	57,0	523	727	4	13,15	1,731	490	45,8	376	547
5	20,34	3,102	683	75,3	553	822	5	13,83	1,979	509	52,8	383	584
6	23,37	4,641	767	113,0	591	983	6	14,62	2,305	532	62,1	390	635
7	25,50	4,910	836	130,1	634	1027	7	15,63	2,815	560	77,3	399	708
8	30,43	8,908	1007	286,4	678	1591	8	17,02	3,610	600	101,9	407	825
9	36,99	16,524	1222	548,7	688	2518	9	18,71	4,561	654	138,1	417	983
10	50,36	26,598	1680	887,1	749	3330	10	21,00	6,102	722	181,2	427	1101
11	73,93	53,253	2477	1824,8	830	6853	11	28,66	26,593	997	910,1	436	4700
12	48,20	26,270	1726	1029,5	941	3468	12	33,24	27,677	1152	939,4	451	4638
13	54,06	20,361	1808	659,0	1107	2545	13	39,91	34,649	1365	1139,8	465	4921
14	44,45	3,850	1499	117,0	1382	1616	14	39,02	30,926	1348	1059,8	479	5005
15	72,75	15,350	2434	496,0	1938	2930	15	49,48	41,948	1676	1390,7	499	5187
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

3.2. Rychlost 70 km/h

3.2.1. Protijedoucí 70 km/h

Tabulka P3 9 Podrobné výsledky pro rychlost 70 km/h, protijedoucí jede rychlostí 70 km/h, třídění podle objemu motoru

Rychlost 70/70 km/h - do 1400 ccm							Rychlost 70/70 km/h - nad 1400 ccm						
Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	9,42	0,478	386	12,6	362	410	-15	8,74	0,480	368	12,8	337	384
-14	9,65	0,497	393	13,0	370	417	-14	8,90	0,500	372	13,1	340	388
-13	9,88	0,523	399	13,8	375	426	-13	9,12	0,571	378	15,1	343	407
-12	10,15	0,551	407	14,4	383	436	-12	9,31	0,614	383	16,6	346	416
-11	10,42	0,573	415	14,8	391	445	-11	9,53	0,656	390	17,5	349	423
-10	10,72	0,631	423	16,4	397	456	-10	9,76	0,704	396	19,2	351	434
-9	11,05	0,667	433	17,5	405	469	-9	10,00	0,756	403	20,6	355	443
-8	11,42	0,739	444	19,5	411	482	-8	10,26	0,808	411	22,3	359	455
-7	11,83	0,807	456	21,3	420	498	-7	10,56	0,875	420	24,4	364	469
-6	12,27	0,896	468	23,3	429	509	-6	10,87	0,944	429	26,3	368	483
-5	12,75	0,951	482	24,2	441	523	-5	11,19	1,021	438	28,3	374	499
-4	13,30	1,059	498	27,4	452	544	-4	11,60	1,096	450	30,5	378	516
-3	13,93	1,237	516	32,3	465	573	-3	12,02	1,202	462	33,5	383	531
-2	14,66	1,450	537	38,9	471	603	-2	12,48	1,330	475	37,0	387	550
-1	15,51	1,737	562	46,4	486	645	-1	13,00	1,490	490	41,5	391	579
0	16,50	2,137	591	58,5	492	694	0	13,58	1,681	507	46,7	396	611
1	17,74	2,650	627	73,4	500	763	1	14,22	1,925	525	54,2	404	657
2	19,33	3,443	674	97,2	511	862	2	15,01	2,244	549	63,7	412	713
3	21,46	4,730	737	136,5	521	1022	3	15,90	2,666	575	76,6	419	785
4	24,07	6,285	822	200,0	542	1296	4	17,00	3,263	606	95,6	428	889
5	26,87	7,117	901	223,5	566	1344	5	18,37	4,017	647	117,6	437	991
6	31,14	8,809	1010	255,0	597	1446	6	19,97	4,792	691	133,5	444	1025
7	39,12	21,429	1258	656,9	634	3192	7	22,49	6,924	764	193,4	454	1301
8	54,83	31,483	1764	958,7	680	3651	8	24,99	9,503	839	277,9	465	1889
9	66,41	40,165	2117	1218,2	744	3926	9	25,46	8,517	856	243,1	477	1466
10	44,64	18,791	1441	602,3	830	2424	10	32,45	20,580	1068	614,4	490	2966
11	50,22	16,368	1635	533,5	968	2274	11	56,72	74,764	1902	2451,5	502	8592
12	90,97	54,375	3018	1784,5	1233	4802	12	33,65	20,140	1121	613,6	518	2915
13	63,35	0,000	2232	0,0	2232	2232	13	38,48	21,387	1278	674,7	539	2789
14	45,10	0,000	1575	0,0	1575	1575	14	54,49	59,306	1777	1848,7	563	6921
15	46,00	0,000	1546	0,0	1546	1546	15	51,04	31,042	1698	980,7	582	3467

u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět

Tabulka P3 10 Podrobné výsledky pro rychlost 70 km/h, protijedoucí jede rychlostí 70 km/h, třídění podle výkonu motoru

Rychlost 70/70 km/h - do 66 kW							Rychlost 70/70 km/h - nad 66 kW						
Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	9,44	0,425	387	10,9	370	410	-15	8,69	0,468	366	12,3	337	383
-14	9,66	0,450	393	11,6	373	417	-14	8,84	0,487	370	12,6	340	387
-13	9,92	0,466	401	11,9	380	426	-13	9,01	0,510	375	13,0	343	391
-12	10,19	0,495	409	12,6	386	436	-12	9,20	0,542	380	14,1	346	399
-11	10,46	0,519	416	13,2	394	445	-11	9,41	0,579	386	15,0	349	406
-10	10,76	0,571	425	14,5	400	456	-10	9,62	0,621	392	16,3	351	414
-9	11,09	0,614	434	15,6	406	469	-9	9,86	0,665	399	17,5	355	422

-8	11,46	0,673	446	17,1	416	482	-8	10,11	0,703	406	18,7	359	430
-7	11,88	0,736	458	18,9	425	498	-7	10,39	0,755	414	20,2	364	441
-6	12,32	0,815	471	20,5	434	509	-6	10,68	0,809	423	21,5	368	451
-5	12,79	0,879	484	22,0	446	523	-5	11,00	0,871	432	23,2	374	463
-4	13,35	0,989	500	25,2	458	544	-4	11,40	0,938	444	25,0	378	476
-3	13,99	1,139	518	29,5	468	573	-3	11,79	1,021	455	27,4	383	491
-2	14,73	1,317	540	34,5	482	603	-2	12,21	1,126	467	29,9	387	506
-1	15,60	1,562	565	41,6	496	645	-1	12,69	1,249	481	33,2	391	527
0	16,62	1,905	595	51,7	515	694	0	13,20	1,387	496	36,9	396	549
1	17,87	2,373	632	65,2	536	763	1	13,78	1,560	512	41,6	404	574
2	19,49	3,071	680	86,1	557	862	2	14,45	1,761	532	47,1	412	602
3	21,68	4,226	745	120,9	579	1022	3	15,19	2,003	552	53,5	419	641
4	24,33	5,662	831	180,7	597	1296	4	16,10	2,350	578	62,7	428	684
5	27,23	6,368	914	200,4	614	1344	5	17,25	2,829	612	75,7	437	740
6	31,44	7,866	1021	225,5	656	1446	6	18,65	3,429	652	91,6	444	791
7	39,77	19,395	1278	593,0	713	3192	7	20,47	4,359	704	115,6	454	886
8	54,42	28,437	1745	868,7	788	3651	8	22,26	5,283	757	141,0	465	1030
9	66,20	36,015	2101	1097,6	903	3926	9	23,15	5,909	789	163,7	477	1085
10	62,75	20,820	1978	672,9	1110	2966	10	25,60	9,383	864	260,1	490	1568
11	111,68	72,009	3658	2401,8	1663	7036	11	26,83	9,847	920	324,1	502	1785
12	145,35	0,000	4802	0,0	4802	4802	12	33,87	19,366	1129	590,3	518	2915
13	-	-	-	-	-	-	13	40,55	21,599	1358	697,8	539	2789
14	-	-	-	-	-	-	14	53,56	56,333	1757	1754,9	563	6921
15	-	-	-	-	-	-	15	50,48	29,310	1681	925,9	582	3467
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

3.2.2. Protijedoucí 80 km/h

Tabulka P3 11 Podrobné výsledky pro rychlost 70 km/h, protijedoucí jede rychlostí 80 km/h, třídění podle objemu motoru

Rychlost 70/80 km/h - do 1400 ccm							Rychlost 70/80 km/h - nad 1400 ccm						
Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	9,42	0,478	404	13,3	378	429	-15	8,74	0,480	384	13,4	353	402
-14	9,65	0,497	411	13,5	387	436	-14	8,90	0,500	389	13,9	356	406
-13	9,88	0,523	418	14,2	393	446	-13	9,12	0,571	396	16,0	359	426
-12	10,15	0,551	426	14,8	401	456	-12	9,31	0,614	401	17,5	362	435
-11	10,42	0,573	434	15,3	410	465	-11	9,53	0,656	408	18,4	365	442
-10	10,72	0,631	443	16,9	416	477	-10	9,76	0,704	415	20,1	367	454
-9	11,05	0,667	453	17,9	424	490	-9	10,00	0,756	422	21,4	371	463
-8	11,42	0,739	464	20,1	430	503	-8	10,26	0,808	430	23,3	375	476
-7	11,83	0,807	477	21,9	440	520	-7	10,56	0,875	439	25,2	381	490
-6	12,27	0,896	490	24,2	449	532	-6	10,87	0,944	448	27,3	385	505
-5	12,75	0,951	504	25,4	461	547	-5	11,19	1,021	458	29,7	391	523
-4	13,30	1,059	521	28,4	473	568	-4	11,60	1,096	471	31,7	396	540
-3	13,93	1,237	540	33,6	486	598	-3	12,02	1,202	484	35,0	401	556
-2	14,66	1,450	562	40,3	492	629	-2	12,48	1,330	497	38,7	405	576
-1	15,51	1,737	588	48,3	509	674	-1	13,00	1,490	513	43,3	409	606
0	16,50	2,137	619	60,8	516	725	0	13,58	1,681	531	48,7	415	640
1	17,74	2,650	656	76,5	524	797	1	14,22	1,925	550	56,5	423	688
2	19,33	3,443	705	101,7	535	901	2	15,01	2,244	574	66,6	431	748
3	21,46	4,730	771	143,0	545	1068	3	15,90	2,666	601	80,2	438	824
4	24,07	6,285	862	211,0	567	1363	4	17,00	3,263	635	100,1	448	934
5	26,87	7,117	944	235,8	592	1412	5	18,37	4,017	677	123,3	457	1042
6	31,14	8,809	1057	267,2	625	1517	6	19,97	4,792	723	139,4	464	1070
7	39,12	21,429	1319	691,6	664	3356	7	22,49	6,924	800	202,0	475	1357

8	54,83	31,483	1852	1008,7	711	3824	8	24,99	9,503	878	291,3	486	1982
9	66,41	40,165	2224	1281,0	779	4120	9	25,46	8,517	897	254,3	498	1539
10	44,64	18,791	1512	636,1	870	2552	10	32,45	20,580	1119	645,2	512	3121
11	50,22	16,368	1718	564,8	1015	2398	11	56,72	74,764	2005	2593,9	525	9083
12	90,97	54,375	3185	1888,0	1297	5073	12	33,65	20,140	1176	645,2	542	3062
13	63,35	0,000	2363	0,0	2363	2363	13	38,48	21,387	1343	711,8	564	2937
14	45,10	0,000	1664	0,0	1664	1664	14	54,49	59,306	1868	1948,1	589	7289
15	46,00	0,000	1628	0,0	1628	1628	15	51,04	31,042	1788	1034,6	608	3652
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

Tabulka P3 12 Podrobné výsledky pro rychlost 70 km/h, protijedoucí jede rychlostí 80 km/h, třídění podle výkonu motoru

Rychlost 70/80 km/h - do 66 kW							Rychlost 70/80 km/h - nad 66 kW						
Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	9,44	0,425	405	11,4	387	429	-15	8,69	0,468	383	12,9	353	401
-14	9,66	0,450	411	12,0	391	436	-14	8,84	0,487	387	13,3	356	405
-13	9,92	0,466	420	12,2	398	446	-13	9,01	0,510	392	13,6	359	409
-12	10,19	0,495	428	12,9	405	456	-12	9,20	0,542	397	14,9	362	418
-11	10,46	0,519	435	13,6	412	465	-11	9,41	0,579	404	15,9	365	425
-10	10,76	0,571	445	14,9	419	477	-10	9,62	0,621	410	17,0	367	433
-9	11,09	0,614	454	15,9	425	490	-9	9,86	0,665	418	18,2	371	442
-8	11,46	0,673	466	17,6	435	503	-8	10,11	0,703	425	19,5	375	450
-7	11,88	0,736	479	19,4	445	520	-7	10,39	0,755	434	20,9	381	461
-6	12,32	0,815	492	21,3	454	532	-6	10,68	0,809	442	22,2	385	472
-5	12,79	0,879	506	23,0	466	547	-5	11,00	0,871	452	24,1	391	484
-4	13,35	0,989	523	26,1	479	568	-4	11,40	0,938	464	25,7	396	497
-3	13,99	1,139	542	30,6	489	598	-3	11,79	1,021	476	28,4	401	513
-2	14,73	1,317	565	35,6	504	629	-2	12,21	1,126	488	31,1	405	529
-1	15,60	1,562	591	43,2	519	674	-1	12,69	1,249	504	34,6	409	551
0	16,62	1,905	623	53,8	539	725	0	13,20	1,387	519	38,3	415	574
1	17,87	2,373	661	68,0	562	797	1	13,78	1,560	536	43,2	423	600
2	19,49	3,071	711	90,1	583	901	2	14,45	1,761	556	48,9	431	630
3	21,68	4,226	780	126,6	607	1068	3	15,19	2,003	578	55,6	438	671
4	24,33	5,662	871	190,7	626	1363	4	16,10	2,350	605	65,1	448	715
5	27,23	6,368	957	211,5	643	1412	5	17,25	2,829	640	78,8	457	775
6	31,44	7,866	1068	236,1	687	1517	6	18,65	3,429	682	95,2	464	828
7	39,77	19,395	1339	624,1	747	3356	7	20,47	4,359	737	120,2	475	930
8	54,42	28,437	1832	914,2	825	3824	8	22,26	5,283	793	146,7	486	1074
9	66,20	36,015	2207	1154,8	945	4120	9	23,15	5,909	827	170,7	498	1133
10	62,75	20,820	2075	711,3	1162	3121	10	25,60	9,383	905	271,3	512	1636
11	111,68	72,009	3859	2544,9	1741	7438	11	43,55	61,025	1546	2116,4	525	9083
12	145,35	0,000	5073	0,0	5073	5073	12	33,87	19,366	1185	620,7	542	3062
13	-	-	-	-	-	-	13	40,55	21,599	1428	737,5	564	2937
14	-	-	-	-	-	-	14	53,56	56,333	1848	1849,1	589	7289
15	-	-	-	-	-	-	15	50,48	29,310	1770	976,8	608	3652
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

3.2.3. Protijedoucí 90 km/h

Tabulka P3 13 Podrobné výsledky pro rychlost 70 km/h, protijedoucí jede rychlostí 90 km/h, třídění podle objemu motoru

Rychlost 70/90 km/h - do 1400 ccm							Rychlost 70/90 km/h - nad 1400 ccm						
Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	9,42	0,478	422	13,9	395	448	-15	8,74	0,480	401	14,1	368	420
-14	9,65	0,497	429	14,0	404	455	-14	8,90	0,500	406	14,6	371	424
-13	9,88	0,523	437	14,7	411	465	-13	9,12	0,571	413	16,7	375	445
-12	10,15	0,551	445	15,3	419	476	-12	9,31	0,614	419	18,3	378	455
-11	10,42	0,573	454	15,9	428	486	-11	9,53	0,656	426	19,1	381	462
-10	10,72	0,631	463	17,6	434	497	-10	9,76	0,704	433	21,0	383	474
-9	11,05	0,667	473	18,6	443	511	-9	10,00	0,756	441	22,3	388	484
-8	11,42	0,739	485	20,8	449	525	-8	10,26	0,808	449	24,1	392	497
-7	11,83	0,807	498	22,9	459	543	-7	10,56	0,875	459	26,5	397	512
-6	12,27	0,896	512	25,1	469	555	-6	10,87	0,944	469	28,4	402	527
-5	12,75	0,951	527	26,2	482	570	-5	11,19	1,021	479	30,9	408	546
-4	13,30	1,059	544	29,6	494	593	-4	11,60	1,096	492	33,1	414	564
-3	13,93	1,237	564	34,8	508	624	-3	12,02	1,202	505	36,2	419	580
-2	14,66	1,450	587	41,8	514	656	-2	12,48	1,330	519	40,3	423	602
-1	15,51	1,737	615	50,1	533	703	-1	13,00	1,490	536	45,2	427	634
0	16,50	2,137	646	63,3	539	756	0	13,58	1,681	554	50,9	433	670
1	17,74	2,650	686	79,8	547	832	1	14,22	1,925	574	58,9	442	720
2	19,33	3,443	737	106,0	559	940	2	15,01	2,244	600	69,5	450	783
3	21,46	4,730	806	149,4	569	1115	3	15,90	2,666	628	83,7	458	863
4	24,07	6,285	901	222,3	592	1430	4	17,00	3,263	663	104,8	468	980
5	26,87	7,117	987	248,1	618	1479	5	18,37	4,017	707	129,1	477	1093
6	31,14	8,809	1104	279,1	653	1588	6	19,97	4,792	756	145,3	485	1115
7	39,12	21,429	1379	726,1	693	3519	7	22,49	6,924	836	210,4	495	1413
8	54,83	31,483	1941	1058,5	743	3997	8	24,99	9,503	917	304,7	507	2075
9	66,41	40,165	2330	1343,7	814	4314	9	25,46	8,517	937	265,6	520	1612
10	44,64	18,791	1582	670,3	909	2680	10	32,45	20,580	1170	676,2	534	3277
11	50,22	16,368	1801	595,8	1062	2521	11	56,72	74,764	2108	2736,6	548	9575
12	90,97	54,375	3352	1992,0	1360	5344	12	33,65	20,140	1232	676,8	566	3209
13	63,35	0,000	2495	0,0	2495	2495	13	38,48	21,387	1407	748,9	588	3085
14	45,10	0,000	1752	0,0	1752	1752	14	54,49	59,306	1959	2047,8	615	7658
15	46,00	0,000	1709	0,0	1709	1709	15	51,04	31,042	1878	1088,7	634	3838

u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět

Tabulka P3 14 Podrobné výsledky pro rychlost 70 km/h, protijedoucí jede rychlostí 90 km/h, třídění podle výkonu motoru

Rychlost 70/90 km/h - do 66 kW							Rychlost 70/90 km/h - nad 66 kW						
Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	9,44	0,425	423	11,9	404	448	-15	8,69	0,468	400	13,5	368	419
-14	9,66	0,450	430	12,4	409	455	-14	8,84	0,487	404	13,9	371	423
-13	9,92	0,466	438	12,7	416	465	-13	9,01	0,510	410	14,3	375	427
-12	10,19	0,495	447	13,3	423	476	-12	9,20	0,542	415	15,4	378	436
-11	10,46	0,519	455	14,1	430	486	-11	9,41	0,579	422	16,4	381	444
-10	10,76	0,571	464	15,4	437	497	-10	9,62	0,621	429	17,7	383	452
-9	11,09	0,614	475	16,5	444	511	-9	9,86	0,665	436	18,9	388	461
-8	11,46	0,673	487	18,1	455	525	-8	10,11	0,703	444	20,2	392	470
-7	11,88	0,736	500	20,2	464	543	-7	10,39	0,755	453	21,9	397	482

-6	12,32	0,815	514	22,0	474	555	-6	10,68	0,809	462	23,0	402	492
-5	12,79	0,879	529	23,7	487	570	-5	11,00	0,871	472	24,9	408	505
-4	13,35	0,989	546	27,1	500	593	-4	11,40	0,938	485	26,8	414	519
-3	13,99	1,139	567	31,7	511	624	-3	11,79	1,021	498	29,3	419	535
-2	14,73	1,317	590	37,0	526	656	-2	12,21	1,126	510	32,4	423	553
-1	15,60	1,562	618	44,9	542	703	-1	12,69	1,249	526	36,0	427	575
0	16,62	1,905	650	55,9	562	756	0	13,20	1,387	542	39,8	433	599
1	17,87	2,373	691	70,9	587	832	1	13,78	1,560	560	44,9	442	626
2	19,49	3,071	743	93,9	610	940	2	14,45	1,761	581	50,9	450	658
3	21,68	4,226	815	132,1	635	1115	3	15,19	2,003	604	57,5	458	700
4	24,33	5,662	911	200,9	654	1430	4	16,10	2,350	632	67,5	468	747
5	27,23	6,368	1001	222,5	672	1479	5	17,25	2,829	668	82,0	477	810
6	31,44	7,866	1116	246,5	718	1588	6	18,65	3,429	712	98,8	485	865
7	39,77	19,395	1400	655,2	780	3519	7	20,47	4,359	770	124,8	495	973
8	54,42	28,437	1919	959,6	862	3997	8	22,26	5,283	828	152,3	507	1119
9	66,20	36,015	2312	1211,8	987	4314	9	23,15	5,909	864	178,1	520	1182
10	62,75	20,820	2173	750,2	1214	3277	10	25,60	9,383	946	282,7	534	1704
11	111,68	72,009	4060	2688,2	1819	7840	11	43,55	61,025	1624	2232,8	548	9575
12	145,35	0,000	5344	0,0	5344	5344	12	33,87	19,366	1242	651,1	566	3209
13	-	-	-	-	-	-	13	40,55	21,599	1498	777,5	588	3085
14	-	-	-	-	-	-	14	53,56	56,333	1939	1943,7	615	7658
15	-	-	-	-	-	-	15	50,48	29,310	1859	1027,8	634	3838
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

3.3. Rychlost 80 km/h

3.3.1. Protijedoucí 80 km/h

Tabulka P3 15 Podrobné výsledky pro rychlost 80 km/h, protijedoucí jede rychlostí 80 km/h, třídění podle objemu motoru

Rychlost 80/80 km/h - do 1400 ccm							Rychlost 80/80 km/h - nad 1400 ccm						
Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	10,59	0,370	482	12,0	458	501	-15	9,79	0,444	457	14,5	421	487
-14	10,85	0,403	491	13,1	464	512	-14	10,01	0,478	464	15,5	427	497
-13	11,15	0,432	502	13,8	473	523	-13	10,23	0,510	472	16,7	429	505
-12	11,46	0,476	512	15,4	482	537	-12	10,48	0,550	480	18,0	437	517
-11	11,82	0,521	524	16,9	489	549	-11	10,75	0,585	489	19,3	441	528
-10	12,20	0,569	537	18,3	501	568	-10	11,03	0,634	498	20,8	447	542
-9	12,60	0,637	550	20,7	510	583	-9	11,33	0,690	508	22,4	454	554
-8	13,04	0,713	564	23,6	521	604	-8	11,67	0,755	520	25,2	458	572
-7	13,54	0,785	581	25,5	536	624	-7	12,03	0,811	532	26,4	468	585
-6	14,10	0,875	599	28,5	549	648	-6	12,42	0,882	545	28,5	475	598
-5	14,75	1,000	621	32,7	565	679	-5	12,84	0,981	559	31,9	483	619
-4	15,48	1,147	645	37,4	581	712	-4	13,32	1,094	574	35,9	489	645
-3	16,34	1,315	674	42,8	602	752	-3	13,84	1,235	592	41,0	497	676
-2	17,34	1,531	707	48,8	626	796	-2	14,43	1,424	611	47,3	506	712
-1	18,60	1,859	748	58,7	648	854	-1	15,13	1,663	635	55,5	512	758
0	20,09	2,261	797	70,1	676	909	0	15,94	2,001	662	67,5	515	814
1	21,97	2,943	859	89,6	709	1012	1	16,88	2,422	693	81,8	524	895
2	24,70	4,245	949	130,0	745	1176	2	18,04	3,007	733	102,1	535	1007
3	28,93	7,045	1088	218,1	794	1491	3	19,53	3,914	783	132,0	548	1185
4	35,26	13,009	1300	414,1	850	2262	4	21,56	5,771	853	193,9	560	1551
5	76,06	123,186	1992	1726,7	889	7715	5	25,87	16,080	1001	555,2	576	3496
6	97,42	125,455	2796	2253,1	948	8020	6	34,89	44,526	1328	1616,7	590	8830
7	124,74	132,481	3605	2463,9	1086	7720	7	36,14	28,446	1374	1053,2	600	5741

8	76,37	46,187	2802	1690,6	1204	5393	8	34,24	12,682	1284	442,6	618	2518
9	39,15	0,000	1473	0,0	1473	1473	9	48,57	38,078	1836	1453,0	637	7379
10	56,85	0,000	2098	0,0	2098	2098	10	53,86	42,507	2046	1623,3	660	7596
11	210,95	0,000	7744	0,0	7744	7744	11	62,86	48,368	2370	1821,4	685	7595
12	-	-	-	-	-	-	12	62,31	43,130	2337	1548,9	712	6195
13	-	-	-	-	-	-	13	61,72	36,575	2336	1341,3	741	4906
14	-	-	-	-	-	-	14	59,51	42,259	2280	1595,3	778	4966
15	-	-	-	-	-	-	15	43,80	16,148	1654	596,5	821	2186
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

Tabulka P3 16 Podrobné výsledky pro rychlost 80 km/h, protijedoucí jede rychlostí 80 km/h, třídění podle výkonu motoru

Rychlost 80/80 km/h - do 66 kW							Rychlost 80/80 km/h - nad 66 kW						
Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	10,54	0,379	481	11,8	458	501	-15	9,70	0,399	453	12,6	421	478
-14	10,81	0,412	490	12,9	464	512	-14	9,90	0,424	460	13,2	427	486
-13	11,09	0,443	500	13,8	473	523	-13	10,13	0,463	468	15,0	429	496
-12	11,41	0,481	511	15,0	482	537	-12	10,36	0,492	475	15,7	437	503
-11	11,76	0,523	523	16,3	489	549	-11	10,61	0,516	484	16,6	441	516
-10	12,13	0,574	535	17,9	501	568	-10	10,89	0,561	493	17,9	447	526
-9	12,54	0,634	548	19,8	510	583	-9	11,17	0,602	502	18,8	454	538
-8	12,98	0,705	563	22,4	521	604	-8	11,49	0,655	513	21,2	458	551
-7	13,47	0,774	579	24,1	536	624	-7	11,83	0,700	525	22,1	468	562
-6	14,01	0,862	597	27,2	549	648	-6	12,21	0,770	537	24,3	475	580
-5	14,66	0,978	619	30,9	565	679	-5	12,60	0,840	550	26,7	483	595
-4	15,39	1,116	643	35,3	581	712	-4	13,04	0,913	564	29,2	489	611
-3	16,24	1,279	672	40,4	602	752	-3	13,51	0,997	580	32,3	497	626
-2	17,23	1,490	705	46,3	626	796	-2	14,04	1,120	597	36,0	506	651
-1	18,47	1,811	746	55,9	648	854	-1	14,68	1,279	618	41,4	512	680
0	19,95	2,197	795	66,6	676	909	0	15,38	1,495	642	49,0	515	712
1	21,81	2,878	856	86,9	709	1012	1	16,19	1,720	669	56,4	524	751
2	24,46	4,141	944	126,3	745	1176	2	17,17	1,999	702	65,6	535	801
3	28,57	6,737	1080	207,2	794	1491	3	18,33	2,343	741	77,1	548	866
4	34,83	12,265	1291	387,9	850	2262	4	19,72	2,803	788	92,5	560	957
5	71,97	112,184	1994	1622,6	924	7715	5	21,41	3,491	844	114,0	576	1088
6	99,39	120,320	3021	2556,4	1022	8830	6	23,67	4,688	918	154,2	590	1307
7	118,16	119,898	3589	2312,8	1164	7720	7	27,10	7,342	1038	262,2	600	1900
8	69,52	39,607	2556	1447,4	1204	5393	8	31,45	10,326	1183	352,5	618	2036
9	56,42	17,275	2085	611,5	1473	2696	9	45,94	37,972	1742	1452,2	637	7379
10	56,85	0,000	2098	0,0	2098	2098	10	52,18	41,666	1981	1591,7	660	7596
11	210,95	0,000	7744	0,0	7744	7744	11	60,46	47,212	2277	1779,8	685	7595
12	-	-	-	-	-	-	12	59,98	41,505	2243	1496,5	712	6195
13	-	-	-	-	-	-	13	61,72	36,575	2336	1341,3	741	4906
14	-	-	-	-	-	-	14	59,51	42,259	2280	1595,3	778	4966
15	-	-	-	-	-	-	15	43,80	16,148	1654	596,5	821	2186
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

3.3.2. Protijedoucí 90 km/h

Tabulka P3 17 Podrobné výsledky pro rychlost 80 km/h, protijedoucí jede rychlostí 90 km/h, třídění podle objemu motoru

Rychlost 80/90 km/h - do 1400 ccm							Rychlost 80/90 km/h - nad 1400 ccm						
Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	10,54	0,406	500	14,2	472	522	-15	9,77	0,452	475	15,6	438	507
-14	10,80	0,436	510	15,0	482	533	-14	9,99	0,485	482	16,3	445	518
-13	11,09	0,472	520	16,2	488	544	-13	10,21	0,520	490	17,8	446	525
-12	11,40	0,517	531	18,0	496	559	-12	10,46	0,561	499	19,2	455	538
-11	11,75	0,567	543	19,5	506	571	-11	10,72	0,596	508	20,8	459	550
-10	12,12	0,622	556	21,5	514	591	-10	11,01	0,645	518	22,1	465	564
-9	12,52	0,692	569	24,1	524	607	-9	11,30	0,704	529	23,9	473	577
-8	12,95	0,768	584	26,7	536	629	-8	11,64	0,769	540	26,7	477	595
-7	13,44	0,852	601	29,5	545	650	-7	12,00	0,826	553	27,9	488	609
-6	13,99	0,942	620	32,2	563	675	-6	12,38	0,899	566	30,5	494	623
-5	14,62	1,082	642	37,4	573	707	-5	12,81	0,999	581	33,8	503	644
-4	15,35	1,220	667	42,2	593	742	-4	13,27	1,115	597	38,3	509	671
-3	16,18	1,408	696	48,0	615	783	-3	13,78	1,259	614	43,6	518	703
-2	17,16	1,650	730	55,1	632	829	-2	14,37	1,450	635	50,3	527	742
-1	18,39	1,980	772	66,3	657	889	-1	15,06	1,692	659	58,9	533	788
0	19,83	2,412	821	78,0	690	945	0	15,86	2,034	687	71,5	536	847
1	21,65	3,112	883	100,2	712	1053	1	16,79	2,460	719	86,7	546	931
2	24,27	4,432	973	142,3	750	1223	2	17,93	3,056	760	108,3	557	1047
3	28,31	7,228	1111	233,4	792	1547	3	19,40	3,976	812	140,1	570	1234
4	34,28	13,100	1320	432,7	863	2351	4	21,40	5,850	882	205,2	583	1614
5	72,14	119,545	1937	1576,6	878	7280	5	25,70	16,145	1037	582,5	599	3649
6	92,04	122,440	2723	2217,0	898	8419	6	34,73	44,578	1381	1697,0	614	9252
7	116,29	129,899	3468	2495,1	931	8089	7	35,99	28,523	1430	1108,4	625	6022
8	66,14	46,105	2539	1767,4	979	5648	8	34,06	12,826	1333	467,4	643	2631
9	34,00	5,150	1317	221,5	1095	1538	9	48,31	38,229	1911	1533,7	662	7754
10	45,72	11,125	1735	456,5	1278	2191	10	53,36	42,776	2126	1716,8	687	7983
11	210,95	0,000	8115	0,0	8115	8115	11	60,46	47,212	2382	1870,9	713	7979
12	-	-	-	-	-	-	12	59,98	41,505	2345	1568,4	741	6484
13	-	-	-	-	-	-	13	61,72	36,575	2446	1407,3	771	5142
14	-	-	-	-	-	-	14	59,51	42,259	2388	1677,6	809	5213
15	-	-	-	-	-	-	15	43,80	16,148	1728	625,8	854	2287

u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět

Tabulka P3 18 Podrobné výsledky pro rychlost 80 km/h, protijedoucí jede rychlostí 90 km/h, třídění podle výkonu motoru

Rychlost 80/90 km/h - do 66 kW							Rychlost 80/90 km/h - nad 66 kW						
Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	10,54	0,379	501	12,2	477	522	-15	9,70	0,399	472	13,2	438	498
-14	10,81	0,412	510	13,6	483	533	-14	9,90	0,424	479	13,6	445	505
-13	11,09	0,443	521	14,3	492	544	-13	10,13	0,463	487	15,5	446	516
-12	11,41	0,481	532	15,5	502	559	-12	10,36	0,492	495	16,4	455	524
-11	11,76	0,523	544	16,9	509	571	-11	10,61	0,516	504	17,4	459	537
-10	12,13	0,574	557	18,7	521	591	-10	10,89	0,561	513	18,7	465	547
-9	12,54	0,634	571	20,7	531	607	-9	11,17	0,602	523	19,5	473	560
-8	12,98	0,705	586	23,1	543	629	-8	11,49	0,655	534	22,0	477	573
-7	13,47	0,774	603	25,2	558	650	-7	11,83	0,700	546	22,8	488	585

-6	14,01	0,862	622	28,2	572	675	-6	12,21	0,770	559	25,4	494	603
-5	14,66	0,978	644	32,1	588	707	-5	12,60	0,840	573	27,7	503	619
-4	15,39	1,116	670	36,5	606	742	-4	13,04	0,913	587	30,4	509	636
-3	16,24	1,279	699	42,0	627	783	-3	13,51	0,997	604	33,6	518	651
-2	17,23	1,490	734	47,9	652	829	-2	14,04	1,120	622	37,5	527	678
-1	18,47	1,811	776	58,2	674	889	-1	14,68	1,279	644	43,2	533	708
0	19,95	2,197	828	68,9	703	945	0	15,38	1,495	669	51,0	536	742
1	21,81	2,878	891	89,9	738	1053	1	16,19	1,720	696	58,8	546	782
2	24,46	4,141	983	130,6	775	1223	2	17,17	1,999	731	68,3	557	833
3	28,57	6,737	1124	214,3	826	1547	3	18,33	2,343	772	80,5	570	900
4	34,83	12,265	1344	402,2	885	2351	4	19,72	2,803	821	96,3	583	995
5	43,43	19,901	1683	725,2	961	3649	5	21,41	3,491	879	118,7	599	1131
6	72,69	63,480	2843	2458,9	1063	9252	6	23,67	4,688	957	160,5	614	1360
7	88,79	58,336	3458	2254,7	1211	8089	7	27,10	7,342	1081	274,7	625	1990
8	69,52	39,607	2671	1517,9	1256	5648	8	31,45	10,326	1233	367,9	643	2119
9	56,42	17,275	2178	639,5	1538	2817	9	45,94	37,972	1821	1528,3	662	7754
10	56,85	0,000	2191	0,0	2191	2191	10	52,18	41,666	2073	1674,9	687	7983
11	210,95	0,000	8115	0,0	8115	8115	11	60,46	47,212	2382	1870,9	713	7979
12	-	-	-	-	-	-	12	59,98	41,505	2345	1568,4	741	6484
13	-	-	-	-	-	-	13	61,72	36,575	2446	1407,3	771	5142
14	-	-	-	-	-	-	14	59,51	42,259	2388	1677,6	809	5213
15	-	-	-	-	-	-	15	43,80	16,148	1728	625,8	854	2287
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

3.4. Rychlost 90 km/h

3.4.1. Protijedoucí 90 km/h

Tabulka P3 19 Podrobné výsledky pro rychlost 90 km/h, protijedoucí jede rychlostí 90 km/h, třídění podle objemu motoru

Rychlost 90/90 km/h - do 1400 ccm							Rychlost 90/90 km/h - nad 1400 ccm						
Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skł.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	11,69	0,457	588	15,5	558	609	-15	10,83	0,483	556	18,1	523	588
-14	11,99	0,504	599	16,9	569	624	-14	11,06	0,515	565	19,1	532	607
-13	12,31	0,553	611	19,0	580	639	-13	11,32	0,548	574	20,3	536	616
-12	12,67	0,610	624	20,9	592	655	-12	11,62	0,585	586	21,6	547	632
-11	13,10	0,667	641	23,3	602	674	-11	11,92	0,620	597	22,6	557	646
-10	13,55	0,756	658	26,6	611	697	-10	12,27	0,689	611	25,7	564	667
-9	14,05	0,853	676	30,6	620	719	-9	12,63	0,738	624	27,3	574	678
-8	14,61	0,956	698	34,3	643	748	-8	13,04	0,803	640	29,5	587	699
-7	15,25	1,080	722	39,2	659	779	-7	13,48	0,886	656	32,8	598	724
-6	15,97	1,222	749	44,7	680	816	-6	13,96	0,995	674	36,9	610	751
-5	16,81	1,400	781	51,0	703	859	-5	14,51	1,105	695	41,0	627	783
-4	17,81	1,630	820	59,8	726	913	-4	15,10	1,320	717	50,9	603	820
-3	19,00	1,941	865	70,8	758	980	-3	15,80	1,502	744	57,6	614	862
-2	20,41	2,372	919	87,7	790	1065	-2	16,61	1,746	775	66,8	627	912
-1	22,10	2,974	984	113,4	823	1180	-1	17,53	2,040	809	77,7	639	978
0	24,15	3,466	1061	130,3	866	1316	0	18,58	2,423	848	92,1	654	1069
1	26,93	4,161	1163	149,2	916	1385	1	19,90	3,033	898	114,4	672	1185
2	31,55	6,125	1337	216,7	982	1718	2	21,63	4,006	963	150,9	690	1367
3	40,18	11,885	1667	420,2	1060	2552	3	23,99	5,785	1052	217,3	709	1683
4	42,51	11,399	1801	445,4	1167	2492	4	27,86	10,340	1198	385,9	732	2444
5	56,81	26,721	2384	1068,5	1317	4698	5	34,90	30,873	1499	1315,1	757	7408

6	52,28	16,791	2199	647,4	1542	3175	6	33,71	9,833	1428	386,2	779	2400
7	125,53	101,919	5354	4253,1	1612	12182	7	44,04	25,250	1853	1035,3	805	5596
8	67,97	22,376	2871	946,1	1690	4006	8	52,20	31,639	2207	1341,0	838	6235
9	150,73	86,803	6341	3705,1	2179	11179	9	63,61	36,324	2695	1508,8	870	5635
10	-	-	-	-	-	-	10	59,56	42,834	2512	1770,9	913	6338
11	-	-	-	-	-	-	11	81,37	72,830	3384	3027,3	959	9841
12	-	-	-	-	-	-	12	54,80	22,677	2291	957,7	1014	3654
13	-	-	-	-	-	-	13	96,72	59,159	4074	2533,4	1080	7275
14	-	-	-	-	-	-	14	26,85	0,000	1159	0,0	1159	1159
15	-	-	-	-	-	-	15	29,55	0,000	1262	0,0	1262	1262
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													

Tabulka P3 20 Podrobné výsledky pro rychlost 90 km/h, protijedoucí jede rychlostí 90 km/h, třídění podle výkonu motoru

Rychlost 90/90 km/h - do 66 kW							Rychlost 90/90 km/h - nad 66 kW						
Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled				Skl.	Čas manévru		Nutný rozhled			
[%]	[s]		[m]				[%]	[s]		[m]			
	prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max		prům.	sm. o.	prům.	sm. o.	min	max
-15	11,69	0,400	588	13,6	558	609	-15	10,71	0,408	551	14,9	523	570
-14	11,99	0,449	599	15,4	569	624	-14	10,94	0,418	560	14,8	532	578
-13	12,31	0,485	612	16,7	580	639	-13	11,19	0,449	569	16,1	536	589
-12	12,68	0,537	625	18,7	592	655	-12	11,47	0,475	580	16,9	547	603
-11	13,11	0,582	642	20,3	604	674	-11	11,76	0,495	591	17,3	557	616
-10	13,57	0,643	659	22,5	619	697	-10	12,08	0,547	603	19,5	564	631
-9	14,06	0,714	678	25,2	633	719	-9	12,41	0,590	615	20,8	574	646
-8	14,63	0,817	699	29,1	648	748	-8	12,81	0,643	631	22,9	587	664
-7	15,26	0,921	723	33,3	662	779	-7	13,22	0,692	646	24,5	598	681
-6	15,98	1,048	750	38,2	680	816	-6	13,67	0,766	663	27,3	610	704
-5	16,80	1,204	781	43,9	703	859	-5	14,18	0,833	683	29,6	627	729
-4	17,79	1,399	820	51,3	726	913	-4	14,71	1,006	702	38,2	603	755
-3	18,94	1,661	864	60,6	758	980	-3	15,36	1,125	727	43,0	614	785
-2	20,29	2,016	914	74,1	790	1065	-2	16,08	1,282	754	49,0	627	822
-1	21,91	2,536	975	96,5	823	1180	-1	16,92	1,475	786	56,5	639	861
0	23,89	2,977	1049	112,0	866	1316	0	17,84	1,682	820	64,6	654	909
1	26,66	3,590	1151	128,2	916	1385	1	18,97	1,961	862	75,0	672	967
2	31,09	5,323	1317	187,9	982	1718	2	20,37	2,381	915	91,2	690	1042
3	39,10	10,401	1622	368,9	1060	2552	3	22,11	2,976	981	114,6	709	1166
4	45,09	11,095	1870	412,8	1167	2492	4	24,46	3,976	1070	154,0	732	1352
5	69,40	41,296	2885	1731,5	1317	7408	5	27,43	5,409	1184	211,3	757	1545
6	54,17	14,328	2265	563,0	1542	3175	6	32,19	8,092	1368	310,5	779	1852
7	131,76	87,106	5576	3644,9	1944	12182	7	37,73	12,792	1600	504,7	805	2955
8	104,40	33,267	4386	1381,0	2917	6235	8	44,90	18,913	1909	825,4	838	4041
9	199,23	65,175	8423	2756,5	5666	11179	9	61,17	34,268	2589	1423,6	870	5635
10	-	-	-	-	-	-	10	57,49	40,437	2426	1672,0	913	6338
11	-	-	-	-	-	-	11	78,78	67,724	3276	2815,4	959	9841
12	-	-	-	-	-	-	12	122,10	136,120	5116	5714,6	1014	16416
13	-	-	-	-	-	-	13	96,72	59,159	4074	2533,4	1080	7275
14	-	-	-	-	-	-	14	26,85	0,000	1159	0,0	1159	1159
15	-	-	-	-	-	-	15	29,55	0,000	1262	0,0	1262	1262
u takto označených sklonů nebyla některá vozidla schopna předjíždět													