



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ
INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

VYBRANÁ MĚŘENÍ POHYBU JÍZDNÍCH KOL – JÍZDA OBLOUKEM A PŘÍČNÉ PŘEMÍSTĚNÍ

SELECTED MEASUREMENTS OF THE MOTION OF BICYCLES – RIDE IN THE CURVE,
TRANSVERSE MOVEMENT

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTERS THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JAN KŘENEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Bc. MAREK SEMELA, Ph.D.

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství

Akademický rok: 2010/11

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Jan Křenek

který/která studuje v **magisterském studijním programu**

obor: **Expertní inženýrství v dopravě (3917T002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Vybraná měření pohybu jízdních kol - jízda obloukem a příčné přemístění

v anglickém jazyce:

Selected Measurements of the Motion of Bicycles - Travelling Around Bends, Transverse Movement

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úkolem je analyzovat problematické manévry jízdních kol (cyklistů) podle nejčastějších typů nehod za účasti jízdních kol, statisticky vyhodnotit podíl nehod s cyklisty na ostatních nehodách, vymyslet, připravit, provést a vyhodnotit pohyb jízdních kol po známých poloměrech oblouku a změřit a vyhodnotit příčné přemístění (vyhýbání) jízdních kol před překážkou. Měření by měla probíhat s několika konstrukčně rozdílnými typy jízdních kol (typ skládací kolo, horské, krosové, trekové a silniční) a dostatečným vzorkem účastníků rozdělených podle pohlaví, věku, resp. zkušenosti.

Měření průjezdu obloukem a příčného přemístění by měla být zaměřena na obvyklou rychlost průjezdu ve vztahu k poloměru oblouku (variace poloměru) pro různé druhy kol a úroveň cyklistů a na dosažitelné (obvyklé až možné) příčné přemístění a trajektorii pohybu při vyhýbání před překážkou.

Závěrem práce by mělo být celkové zhodnocení výsledků, popřípadě vlastní návrhy.

Cíle diplomové práce:

Cílem práce je:

- vyhodnotit pohyb jízdních kol po zvolených poloměrech oblouku pro reprezentativní vzorek cyklistů a jízdních kol,
- vyhodnotit pohyb příčným přemístěním jízdních kol různých typů na třech různých površích pro reprezentativní vzorek cyklistů a jízdních kol.
- zhodnotit výsledky, popřípadě formulovat vlastní návrhy a postřehy.

Seznam odborné literatury:

BRADÁČ A. a kol.: Soudní inženýrství. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 1997, ISBN 80-7204-057-X.

BURG H., RAU H.: Handbuch der Verkehrsunfall-Rekonstruktion, Kippenheim, 1981.

KASANICKÝ G., KOHÚT P.: Analýza nehód jednostopových vizidiel, Žilinská univerzita v Žilině, 2000.

RÁBEK, V. a kol.: Databáze informací a postupů analýzy dopravních nehod, databáze na DVD, 2006.

BURG H., MOSER A.: Handbuch der Verkehrsunfall-Rekonstruktion, VIEWEG, 1. vydání 2007, ISBN 978-3-8348-0172-2.

HUGEMANN W. a rozsáhlý autorský tým.: Unfall-rekonstruktion, dva svazky, 1. vydání, 2007, ISBN 3-00-019419-3.

Dále různé elektronické zdroje.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/11.

V Brně, dne 30.11.2010




prof. Ing. Albert Bradáč, DrSc.
Ředitel vysokoškolského ústavu

Abstrakt

Diplomová práce s názvem Měření pohybu jízdních kol zachycuje historii a vývoj jízdního kola, popis komponentů a částí jízdních kol, analýzu nehodovosti s cyklisty. Krom jiného je úkolem zorganizovat a provést měření jízdy obloukem a příčného přemístění. Změřené hodnoty poslouží pro práci soudních znalců – analytiků dopravních nehod. Před samotným zpracováním měření je proveden rozbor dostupných naměřených dat. Po rozboru dostupných dat následuje zpracování provedených měření – brzdné zkoušky, jízdy obloukem a příčného přemístění jízdních kol na nejčastějších typech povrchů s účastí dostatečného počtu jezdců a jízdních kol. Na závěr přichází srovnání výstupů s dříve provedenými pokusy jiných autorů.

Abstract

Diploma work named Selected measurements of motion of bicycles starts with history and development of bicycle. There are components of bicycles described and analysis accidents with cyclist. There is a goal organise and realize measurement of ride in the curve and tranverse movement. The outputs are going to be use by experts in sphere of transport accident analysis. There will be exists data analysis then starts maeasurement. After then compile sources from measurement – break testing, ride in the curve testing and tranverse movement on the most frequently road surfaces with part of enaugh cyclist and bycycles. The end of work is already existing data with hold of measurement data comparison.

Klíčová slova

Jízdní kolo, dopravní nehoda, jízda obloukem, příčné přemístění.

Keywords

Bicycle, accident, ride in the curve, transverse movement.

Bibliografická citace mé práce:

KŘENEK, J. Vybraná měření pohybu jízdních kol - jízda obloukem a příčné přemístění. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2011. 84 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Bc. Marek Semela, Ph.D..

Vzor prohlášení

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 27.5.2011

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Bc. Marku Semelovi, Ph.D. za příkladné vedení. Děkuji figurantům za ochotu a trpělivost při měření.

OBSAH

OBSAH.....	9
ÚVOD.....	11
1 HISTORIE, TEORIE	12
1.1 Vývoj jízdního kola	12
1.2 Konstrukce jízdního kola, druhy kol	14
1.2.1 Druhy jízdních kol	15
1.2.2 Velikost kola	17
1.2.3 Typy brzd	18
1.2.4 Typy řazení	21
1.2.5 Pohonný systém kola	22
1.2.6 Náboje kol.....	24
1.2.7 Řídítka a představce	24
1.2.8 Odpružení	25
1.3 Nehodovost v ČR.....	26
1.3.1 Nehodovost v roce 2009	27
1.3.2 Nehodovost v roce 2010	30
1.3.3 Přehled nehod zaviněných cyklisty v letech 2003 – 2010.....	32
1.4 Nehody jednostopých vozidel a jejich zvláštnosti.....	34
2 MĚŘENÍ POHYBU JÍZDNÍCH KOL – SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ.....	37
2.1 Hodnoty vypočítané Ing. I. Krejsou	38
2.2 Měření brzdění a příčného přemístění ÚSI Žilinské univerzity	39
2.3 nehody s jednostopými vozidly	40
3 VLASTNÍ MĚŘENÍ PŘÍČNÉHO PŘEMÍSTĚNÍ, JÍZDY OBLOUKEM A BZDĚNÍ	41
3.1 brzdění	41
3.1.1 Charakteristika jezdců a kol	42
3.1.2 Výsledné hodnoty.....	47

3.1.3	<i>Zhodnocení měření:</i>	50
3.2	Příčné přemístění a jízda obloukem.....	51
3.2.1	<i>Charakteristika jezdců a kol</i>	51
3.2.2	<i>Příčné přemístění dvěma oblouky</i>	54
3.2.3	<i>Výsledky výpočtů příčného přemístění v grafech</i>	55
3.2.4	<i>Jízda obloukem</i>	65
3.2.5	<i>Výsledky výpočtů jízdy obloukem v grafech</i>	66
3.2.6	<i>Fakta zjištěná při měření:</i>	76
4	SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ	80
	ZÁVĚR.....	81
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	82
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	83
	SEZNAM PŘÍLOH	84

ÚVOD

Diplomová práce s názvem Měření pohybu jízdních kol má za úkol zorganizovat a provést měření jízdy obloukem a příčného přemístění cyklistů. Toto téma bude řešeno zejména kvůli získání dat pro potřeby soudních znalců, kteří řeší dopravní nehody. Údajů k nehodám s cyklisty není mnoho.

Vhodným začátkem práce je popsání historie a vývoje jízdního kola. V této části práce se autor věnuje také technickému popisu jízdního kola, včetně podrobného popisu konstrukčních částí. Následuje rozbor nehodovosti s cyklisty na území ČR za poslední dva roky. Z rozboru nehodovosti plynou nejčastější příčiny dopravních nehod – následné zaměření na samotné pokusy.

Ve druhé části práce je podroben analýze současný stav poznání – data, která byla změřena, kým, za jakých podmínek. Dostupných údajů je poměrně málo.

Třetí část práce obsahuje samotné pokusy – brzdné zkoušky jízdních kol na dvou typech povrchů s účastí třech jezdců na třech různých kolech. Jízda obloukem a příčné přemístění bylo měřeno na třech typech nejčastějších povrchů – asfalt, dlažba z kostek a štěrk (i za podmínek mokrého povrchu). Tyto povrchy byly vybrány záměrně, kvůli nejčastějšímu výskytu. Měření se zúčastnilo pět jezdců různého věku. Jezdci jezdili každý na jiném kole, snahou bylo také začlenit do měření různé typy kol. Výsledky jsou uvedeny ve formě grafů.

V závěrečné kapitole je shrnutí naměřených hodnot a srovnání s hodnotami naměřenými jinými autory.

1 HISTORIE, TEORIE

1.1 VÝVOJ JÍZDNÍHO KOLA

Prvním jednostopým a skutečně lidovým dopravním prostředkem se stala na začátku 19. století drezína, která dostala jméno podle svého vynálezce němce K. L. Draisa. Drezína měla dvě kola spojená dřevěným trámem s jednoduchým sedlem. Na něm seděl obkročmo jezdec a nohama se odrážel od země. Zadní kolo bylo pevné, přední kolo bylo upevněno ve vidlici, kterou bylo možné pomocí řídítek otáčet. Mnozí mechanici se pokoušeli drezínu vylepšit, největší zásluha při její přeměně na velocipéd (starší druh jízdního kola) se připisuje francouzskému zámečníkovi P. E. Michauxovi, který roku 1855 na osu předního kola připevnil šlapací pedály a odstranil tak odrážení se nohama.[1]



Obr. č. 1 - Drezína [2]



Obr. č. 2 - Velocipéd [2]

Spolu s Angličanem Lallemontem založil Michaux první továrnu na jízdní kola. Sídlem výroby se stalo město Coventry. Přestože jejich výrobky nebyly odpružené a jízda na nich byla nepohodlná, u lidí získaly velkou oblibu.

Největší rozvoj dosáhla jízdní kola ve Velké Británii. Rám se vyráběl z ocelových trubek a kola byla vypletena dráty. Angličan Cowper nahradil původně radiální vypletení dodnes běžně používaným tangenciálním výpletem, při kterém je namáhání drátů rovnoměrněji rozdělené. V roce 1867 se začali u jízdních kol požívat valivá ložiska a o dva roky později vyrobili Angličané první jízdní kolo s koly, na kterých byly po obvodu úzké gumové obruče. [1]

Aby se zvýšila rychlost jízdních kol, začali výrobci přední kolo s pedály zvětšovat, až dosáhlo přemrštěných rozměrů. Už samotné nastupování na kolo se podobalo akrobacii a jízda na něm byla nebezpečná a často končila pády. A tak v letech 1885 – 1890 používali

jízdní kola spíše sportovci. Pro starší muže a ženy se začaly vyrábět bezpečné tříkolky. Tříkolky se ovšem nemohly vyrovnat lehkostí a rychlostí jízdním kolům. Lidé o ně ztratili zájem hned poté, co se objevilo nízké jízdní kolo. Jeho předchůdcem bylo jízdní kolo Kangaroo, na kterém se síla z pedálů přenášela pomocí dvojicí řetězů na osu předního kola. Tím, že pedály byly odděleny od osy kola, jezdec mohl pohodlněji nasedat a sesedat. Díky řetězovému převodu se dosáhlo větších otáček kola, aniž by jezdec musel rychle šlapat. Tato skutečnost, i zdokonalení rámu, přispěli k rychlému vítězství nízkého kola nad vysokým.[1]



Obr. č. 3 - Kangaroo [2]



Obr. č. - 4 Nízké jízdní kolo [2]

Roku 1873 zkonstruoval Angličan H. Lawson jízdní kolo s pedály umístěnými na spodní části rámu mezi předním a zadním kolem, přičemž řetěz přenášel hnací sílu na ozubené kolečko spojené se zadním kolem. James Starley zlepšil v roce 1885 rám téměř na současnou podobu a zmenšil kola zhruba na dnešní rozměry – 28 palců (1 palec = 25,4 mm). Tato jízdní kola vyhrávala na závodech a dobře se osvědčila při cestování.[1]

K dalšímu zlepšení pohodlí při jízdě na jízdním kole přispěl vynález Angličana J. B. Dunlopa, který roku 1888 namontoval na synovu trojkolku první pneumatiku. Byla to slepená a vzduchem naplněná hadice, připevněná v žlábků na obvodu kola. Ostatní země Dunlopův patent neuznaly, patent na pneumatiku připsaly už v roce 1845 Angličanovi R. W. Thomsonovi. Dunlop založil společnost Dunlop Pneumatic Tyre Co Ltd., která pneumatiky vylepšila. Připevnila na pneumatiku ventil a podle Welchova patentu ji rozdělila na měkkou duši a pevnější tvarovaný plášť se zesílenou obručí.[1]

Vynálezci a konstruktéři se nejrozličnějšími způsoby pokoušeli zlepšit šlapací mechanismus s převodem a zmenšit hmotnost jízdního kola. Roku 1898 se objevil dvourychlostní převod Hironnelle s dvěma řetězy. Kardanový převod (hřídel na konci

s kloubovou spojkou) ani pákové systémy na kmitavé šlapání se neosvědčily tak jako moderní lehké válečkové řetězy společně se všestranným uplatněním valivých ložisek ve všech otáčejících se částech jízdního kola.[1]

Nevyhovující čelist'ová přitlačná brzda zůstala jen na předním kole laciných jízdních kol. Na zadních kolech se uplatňují čelist'ové brzdy, které vynalezl inženýr Bowden, anebo protišlapací středová brzda s rozevíratelnými válcovými čelistmi, která se podle nejrozšířenějšího typu v Evropě začala nazývat „torpédo“.[1]

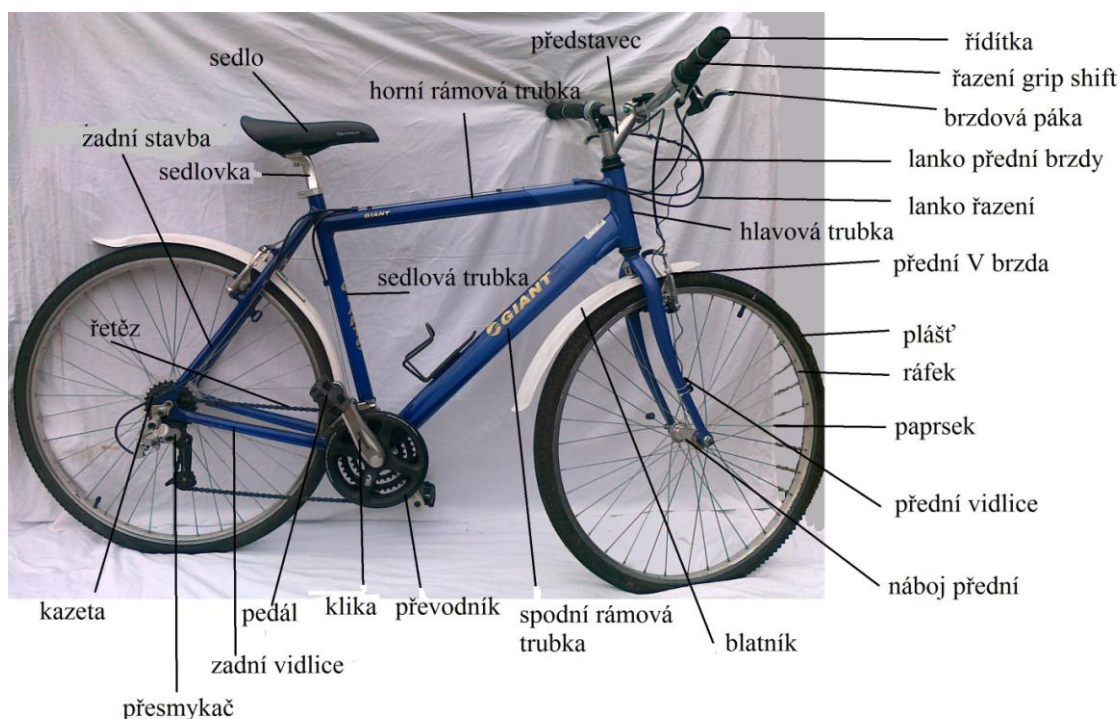


Obr. č. 5 - Čelist'ová brzda [2]

Klasické jízdní kolo, vhodné na cesty do práce a nákupy, je neobyčejně rozšířené v Indii, Číně a Holandsku. Ve střední Evropě se jízdní kolo používá převážně pro sportovní účely a zábavu. Jízdní kolo se stalo prvním hromadně vyráběným lidovým vozidlem a některé jeho prvky se uplatnily při vývoji motocyklu a prvních automobilů.[1]

1.2 KONSTRUKCE JÍZDNÍHO KOLA, DRUHY KOL

Cílem této kapitoly je seznámit se s jízdním kolem po technické stránce. Budou zde popsány části jízdních kol, blíže rozebereme ložiska kol, typy brzd, vhodný výběr kola pro jezdce. Začneme rozborem druhů kol, které lze dnes pořídit.



Obr. č. 6 - Popis jízdního kola

1.2.1 Druhy jízdních kol

V obchodech je k dostání velké množství kol, která lze rozdělit do několika základních kategorií.

Horská kola

Původně byla určena ke sjíždění horských strání, avšak jejich univerzálnost je předurčuje i k jízdě ve městě, kde je třeba překonávat obrubníky, díry a různé terénní nerovnosti. Navíc patří k těm nejlevnějším, zvláště pokud je koupíte v některém z obchodních řetězců. Základní modely jsou s hliníkovým nebo ocelovým rámem, těžkými koly a pláštěmi a limitovanou škálou převodů. Na trhu je i široká nabídka drahých kol, s karbonovými, duralovými rámy a s rámy ze sliny hliníku. Stejně tak široká nabídka komponentů. Cena kol se může vyšplhat do desítek tisíc korun.[3]

Městská kola

Městské kolo má některé komponenty z horského kola, a ty, které lépe vyhovují jízdě po silnici, ze silničního kola. Městské kolo má vzpřímenější posed, užší řídítka a lehčí (a tedy i méně odolná) kola než horské kolo. Hlavní rozdíl mezi horským a městským kolem je v převodech. Je možné vybrat si klasickou přehazovačku, která nabízí velké množství

převodů, ale vyžaduje častější údržbu, nebo řadicí systém integrovaný v náboji zadního kola. Ten sice nabízí pouze omezený počet převodů, ale nevyžaduje takřka žádnou údržbu. Demontáž zadního kola z rámu je mnohem obtížnější než u klasické přehazovačky.[3]

Hybridní kola

Jsou stejné konstrukce jako silniční závodní stroje, ale mají rovná řídítka. Na řídítkách jsou brzdové páky a mechanismus řazení. Některá kola mají odpruženou přední vidlici, která však není u tohoto typu nutná. Tato kola jsou ideální pro dojíždění do práce a jízdu po městě díky rovným řídítkům, která umožňují vzpřímenější pozici a zlepšují pohodlí jezdce. Mají lehká kola se silničními plášti, která zlepšují jízdní vlastnosti a komfort.[3]

Silniční kola

Silniční kola jsou svým zaměřením orientována na rychlost, pro běžnou jízdu jsou trochu nepohodlná. Při nákupu silničního kola se vyplatí navštívit specializovaného prodejce, který pomůže při výběru velikosti rámu, nabídne možnosti dalších úprav, aby kolo jezdcovi sedělo. V posledních letech se objevily novinky, první z nich je tzv. kompaktní převodník, který používá 48, respektive 50 x 39 zubů na převodníku oproti standardním 52, respektive 53 x 39 zubům. Toto řešení umožňuje větší variabilitu při výběru vhodného převodu.[3]

Turistická kola

Turistická kola jsou podkategorií silničních kol s možností přichycení předních i zadních brašen. Jiné úhly rámu dělají kolo pohodlnější. Řazení a převody jsou ve stylu horského kola s 27 převody, stejně jako brzdy.[3]

Trekkingová kola

Tato kola jsou velmi oblíbená. Důraz se klade na komfort, odolnost a schopnost dojet kamkoliv. Existuje mnoho variant těchto kol, od jednoduchých kol s řadicím systémem integrovaným v náboji, až po kola s klasickým řazením a veškerým příslušenstvím pro dalekou cestu.[3]

Fashion kola (designová)

I kolo může být „umělecké dílo“. Většinou mají zajímavou stavbu rámu a jízdní vlastnosti nehrají takovou roli jako celkový vzhled. Jsou populární hlavně v USA.[3]

Skládací kola

Skládací kola jsou další kategorií, které se v poslední době daří, hlavně kvůli počtu lidí, kteří dojíždějí do práce nebo do školy na kole. Skládací kolo umožňuje složení pomocí skládacího mechanismu na rámu a na představci. Nedoporučuje se pro jezdce příliš velkého nebo příliš malého vzrůstu – možnost přizpůsobit si toto kolo je velmi malá.[3]

1.2.2 Velikost kola

Nejdůležitější je koupit správnou velikost kola. Většina lidí si kupuje kolo příliš velké, pak mají řídítka moc daleko. Neodpovídající velikost rámu musí kompenzovat posunem sedla dopředu, což není vhodné řešení.[3]

Pravidlo palce

Podle tohoto pravidla by měla být mezera mezi rozkrokem a horní rámovou trubkou u silničního kola nebo hybridního kola minimálně 2,5 cm = 1 palec. Některé silniční rámy používají sklopenou horní rámovou trubku (tzv. sloping), kde je potřeba mít rezervu větší (2 až 3 palce, tj. 5 – 7,5 cm).

Na horském kole by měl být rozdíl mezi rozkrokem a horní rámovou trubkou minimálně 3 palce (7,5 cm).[3]

Velikost rámu

Velikost rámu je většinou zobrazena na dolní části sedlové trubky. Nejmenší rámy horských kol jsou velké zpravidla 15“, největší 22“ nebo 23“. Dámské rámy jsou nižší. Městská kola jsou odstupňována stejně, ale velikost rámu začíná již na 14“.

Silniční kola začínají na 19“ (49 cm) a jdou až k 25“ (60 – 62 cm). Někdy se objevuje zmenšený systém velikostí SX, S, M, L a XL.

Pro vhodný výběr kola je nesmírně důležité absolvovat zkušební jízdu. Jezdec pozná, jestli se mu na kole dobře jede[3]

Nastavení sedla

Důležité je nastavení výšky sedla – jezdec sedí na sedle a noha, která spočívá na níže položeném pedálu, musí být mírně prohnutá. Je třeba dát pozor na rysku znázorňující maximum na sedlovce – sedlovka se nesmí nad tuto rysku vysunout. Hrozí vylomení ze sedlové trubky rámu a těžký úraz.[3]

1.2.3 Typy brzd

Většina brzdných systémů pracuje na principu přitlačení brzdových špalků k ráfku. Efektivita brzdného účinku je závislá na síle, která tlačí brzdové špalky k ráfku, na tom, jak velká je rovná plocha ráfku a na kvalitě brzdových špalků a jejich přilnavosti.

Brzdové špalky se poměrně rychle opotřebovávají, stejně jako ráfek. Opotřebení ráfku lze minimalizovat udržováním povrchu brzdových špalků v naprosté čistotě. Pokud je ráfek příliš opotřebován, hrozí jeho prodření, které může nastat bez varování.

Naštěstí je v současnosti většina ráfků vybavena bezpečnostní značkou, která hlídá opotřebování. Dokud je tato značka viditelná, není důvod se obávat. Starší kola tuto značku nemají, jezdec musí spoléhat na svůj vlastní odhad. Je dobré kontrolovat stav ráfku pokaždé, když se mění brzdové špalky a čas od času i během provozu.

Výjimkou jsou kotoučové brzdy. Ty mohou být namontovány pouze na ráfcích speciálně uzpůsobených. Kotoučové brzdy jsou mnohem účinnější než cantilever brzdy (hlavně při špatném počasí), a proto jsou ideální na MTB¹ kola. Zároveň odpadá starost o opotřebování ráfků.

Zapouzdřené brzdy jsou stále rozšířenější. Jejich hlavní výhodou je minimální nutnost údržby a odolnost[3]

Excentrické pákové brzdy (rámové)

Dvouosé brzdové čelisti uchycené na čepu k rámu. Jsou standardem na silničních a závodních kolech. Každá z brzdových pák pracuje nezávisle. Jakmile se jednou seřídí a brzdové špalky jsou ve stejné vzdálenosti od ráfku, vyžadují minimální údržbu. Jsou schopny vyvinout podstatně větší brzdou sílu než centrické brzdy.[3]

Cantilever brzdy

Ramena brzd jsou spojena lankem přes unášec lanka. Tyto brzdy se používaly u starších MTB, cyklokrosových a cestovních kol. V současnosti jsou nahrazeny „V“ – brzdami. Přesto se jedná o spolehlivé brzdy s nízkou hmotností, vysokou brzdou účinností a spoustou prostoru, který umožňuje provoz i v blátivém terénu.[3]

¹ MTB – z angličtiny mount bike = horské kolo



Obr. č. 7 - Excentrické brzdy [4]



Obr. č. 8 - Cantilever brzdy [4]

V – brzdy

Jsou standardem na novějších MTB kolech a některých hybridech. Jsou účinné a vyžadují menší úsilí při brzdění. Potřebují však přesnější nastavení a údržbu. Kvůli zanedbávané údržbě je často jejich účinnost mnohem menší, než je jejich potenciál.[3]



Obr. č. 9 - "V" brzdy [4]

Centrické pákové brzdy

Většinou jsou již nahrazeny excentrickými pákovými brzdami. Přesto se s nimi lze setkat na starších silničních kolech. Jejich brzdná účinnost není nejlepší. Při údržbě je důležité řádně brzdy očistit a promazat čep olejem.[3]

Kotoučové brzdy

Pracují na stejném principu jako kotoučové brzdy u motorových vozidel. Jsou vhodné pro MTB i pro silniční kola, kde se oceňuje minimální náročnost na údržbu. Jedná se o nejúčinnější brzdový systém, především za mokra. Rozlišujeme dva typy těchto brzd:

- Hydraulické;
- Mechanické (lankové).

Hydraulické kotoučové brzdy vyžadují minimální úsilí při brzdění. Mechanické nejsou zdaleka tak účinné. Na první pohled nepoznáme rozdíl mezi hydraulickými a mechanickými kotoučovými brzdami, vypadají stejně. Rozdíl spočívá ve spojení brzdové ovládací páky s brzdovým třmenem lankem u mechanické brzdy. U hydraulické brzdy je ovládání pomocí brzdové kapaliny. [3]



Obr. č. 10 - Kotoučové brzdy [4]



Obr. č. 11 - Zapouzdřená brzda [4]

Zapouzdřené brzdy

Existuje několik různých typových provedení zapouzdřených brzd, která se většinou používají na městská kola. Vyžadují minimální údržbu. Zapouzdřená brzda je totožná se zadním (předním) nábojem.[3]

1.2.4 Typy řazení

Téměř všechna kola jsou osazena řazením. Klasický (tzv. Derailleurův systém) má přesmykač vpředu, který přehazuje řetěz mezi prvním až třetím převodníkem a měnič (přehazovačku) vzadu, která může mít až 10 převodů. Existují také zapouzdřené řadicí systémy, které mají menší počet převodů a potřebují čas od času údržbu ve specializovaném servisu.[3]

Přehazovačky

Přehazovačka horského kola s až devíti převody – má velice dlouhou kladku, která umožňuje pokrýt širokou škálu převodů. Ovládá se pomocí řadicích páček na řídítkách.

Přehazovačka silničních kol (až s deseti převody) – závodní nebo sportovní přehazovačky pro použití s dvojpřevodníkem vpředu mají krátkou kladku pro zachování nízké hmotnosti a pro přesnější změnu převodů. Ovládají se kombinovanými pákami brzd (tzv. dualy).

Základní levná přehazovačka – je vyrobena z oceli a ne ze speciální slitiny jako ty dražší. Má většinou patku, která ji pojí s rámem. Používá se u nejlevnějších kol.[3]



Obr. č. 12 - MTB přehazovačka [4]



Obr. č. 13 - Silniční přehazovačka [4]

Zapouzďřené přehazovačky

Zapouzďřené přehazovačky – mohou mít sedm, osm nebo devět převodů. Používají se hlavně na městských a komfortních kolech. Zapouzďřené řazení výrazně ztěžuje vyjmutí zadního kola z rámu. Bývají doplňovány různými typy brzd.

Zapouzďřené přehazovačky se třemi převody – hlavně pro městská kola. Potřebují občas zkontrolovat napnutí lanka a nejnovější verze dokonce nepotřebují žádné mazání. Ovládají se řadicí páčkou na řídítkách a dají se kombinovat s nábojovou brzdou, s kladkovou brzdou nebo brzdou diskovou. Jsou totožné se zadním nábojem.[3]

Přesmykač

Přesmykač silničního kola – přesmykače mají menší kladku než přehazovačky, existují různá provedení pro dvojřevodníky nebo trojřevodníky. Přesmykač drží na sedlové trubce pomocí objímky, dražší silniční kola mají držák přesmykače navařený přímo na rámu. Ovládá se kombinovanou pákou brzd (dualy).



Obr. č. 14 - Přesmykač silniční [4]



Obr. č. 15 - Přesmykač MTB [4]

Přesmykač horského kola – masivnější a odolnější než u silničních kol, takže zvládnou náročnější podmínky a zvládnou i trojřevodníky s velkým rozdílem velikostí řevodových koleček. Ovládají se řadicí páčkou na řídítkách.[3]

1.2.5 Pohonný systém kola

Pohonný systém kola sestává z:

- klika s řevodníky;
- pastorky sestavenými v kazetě;
- řetězu;

- pedálů.



Obr. č. 16 - Klika s převodníky [4]



Obr. č. 18 - Řetěz [4]



Obr. č. 17 - Kazeta [4]



Obr. č. 19 - Pedál [4]

Kolo s klasickým osazením má řetěz velikosti 3/32“. Rozměry řetězu jsou udávány podle počtu pastorků. Kola s počtem pastorků osm, devět nebo deset budou pravděpodobně sestavená v kazetě. Hlavním důvodem sestavení koleček do kazety je zvýšení jejich pevnosti. Než se začaly vyrábět kazety, často docházelo ke zlomení zadní osy.

Pedály se liší podle druhu kola. Na městských nebo trekkingových kolech jsou často plastové nebo gumové. Klipsny používají především jezdci na silničních a horských kolech, kteří jezdí v běžné obuvi. Speciální obuv potřebují nášlapné pedály, které se používají na závodních kolech. V současné době sice existuje obuv na nášlapné pedály, ve které je možné celkem pohodlně chodit, ale klasické závodní cyklistické boty jsou pro chůzi nebezpečné.[3]



Obr. č. 20 - Nášlapný pedál [4]

1.2.6 Náboje kol

Většina kol je vybavena klasickými náboji s kuličkovými ložisky, ale stále větší počet moderních kol je vybaven zapouzdřenými (tzv. průmyslovými) náboji. Používají průmyslově vyráběná ložiska, která se nasadí na osu. Zapouzdřené náboje jsou oproti klasickým nábojům vodotěsné a prachuodolné, téměř bezúdržbové. Podoba obou typů je shodná.

Při údržbě nábojů s kuličkovými ložisky je třeba kontrolovat čistotu nábojů, vůli kónusů (slouží pro vymezování vůle kola). Kónusy musí být utaženy tak, aby se kolo volně, bez odporu otáčelo a zároveň nesmí mít vůli v ložisku. Má-li kolo vůli a nelze-li kónusy dotáhnout, musí se ložisko vyměnit.[3]



Obr. č. 21 - Náboj přední [4]



Obr. č. 22 - Náboj zadní [4]

1.2.7 Řídítka a představce

Řídítka a představec jsou viditelné části řídicího systému kola. Řídicí trubka, která je minimálně stejně důležitá, vidět není a je to právě ona, která ve spojení s představcem přenáší sílu na vidlici. Trnové představce jsou spojeny s řídicí trubkou velkým klínem, který se vzepře uvnitř této trubky a tak ji pevně spojí s představcem.[3]

Druhy řídítek:

- Berany – pro závodní silniční kola, sportovní a turistická kola;
- Rovná řídítka – použití na městských, trekkingových a MTB kolech;
- Zahnutá řídítka – použití na městských a MTB kolech.[3]



Obr. č. 23 - Představec [4]



Obr. č. 25 - Rovná řídítka [4]



Obr. č. 24 - Berany [4]



Obr. č. 26 - Zahnutá řídítka [4]

1.2.8 Odpružení

Odpružení slouží podobně jako u automobilu ke zvýšení jízdního komfortu, tj. pohlcení (tlumení) rázů z nerovností. Odpružené vidlice se používají zejména u horských kol. Při jízdě v terénu a nepevných komunikacích zabezpečují lepší ovladatelnost kola a stabilitu jezdce.

Při nastavování celoodpruženého kola je třeba odhadnout množství síly nutné ke stlačení pružin. Při zatížení kola vlastní vahou by měly být tlumiče stlačené na zhruba 25% maxima. Maximum zde neznamená celkovou délku pružiny, ale vzdálenost, kterou přední nebo zadní kolo urazí mezi maximálním natažením a maximálním stlačením pružiny a

přihlédnutím k limitům daného typu. Pokud se při jízdě stane, že vidlice nebo zadní odpružení urazí celou vymezenou vzdálenost, jedete tzv. „nadoraz“. Jíždě nadoraz je nutné se vyhnout, aby nedošlo k poškození tlumení.

Počáteční stlačení pružiny o 25% vlastní hmotností má zajistit dobrý kontakt kol s povrchem a nerovnostmi, hlavně při jízdě v náročném terénu, z kopce nebo při brzdění. Pokud je kolo vybaveno pružením jen vpředu (tzv. hardtail), platí stejné pravidlo 25% poklesu při zatížení kola vlastní hmotností.

Při nastavování vidlice je nutné ji nastavovat rovnoměrně na obou nohách. Pokud se to nepodaří, bude docházet k nerovnoměrnému opotřebení a dokonce i k ohnutí vidlice. Většina moderních vidlic má pružinu v jedné noze a tlumení v noze druhé, což eliminuje případné problémy. Na většině kvalitních vidlic je kolečko pro regulaci tuhosti tlumení.

Další důležitou věcí na odpruženém kole je plynulost šlapání. Při jízdě by nemělo docházet k houpání kola.

Druhy vidlic:

- Mechanické (pružinové);
- Vzduchové;
- Hydraulické (olejové).[3]



Obr. č. 27 - Odpružená vidlice [4]

1.3 NEHODOVOST V ČR

V této části práce se seznámíme s nehodovostí cyklistů na území České republiky. Pomocí dat z policejních ročenek provedeme analýzu za roky 2009 a 2010. Specifikujeme hlavní příčiny nehod cyklistů, nejčastější příčiny nehod.

1.3.1 Nehodovost v roce 2009

Policie ČR v roce 2009 řešila 20 závažných nehod jízdních kol. Řidiči nemotorových vozidel v roce 2009 zavinili 1988 nehod a při jimi zaviněných nehodách zahynulo 38 osob, 251 bylo těžce zraněno a 1599 bylo lehce zraněno. Nejčetnější skupinou této kategorie jsou cyklisté, kteří zavinili 1909 nehod.

Cyklisté v roce 2009 zavinili o 81 nehod méně (tj. o 4,1%), než v roce 2008. Při nehodách cyklistů zahynulo 38 osob (o 1 osobu méně než v roce 2008), těžce zraněno bylo 245 osob (+ 2 osoby), a 1554 osob bylo lehce zraněno (+100 osob). Přes 76 % nehod zavinili cyklisté v obcích.

Cyklisté představují naprostou většinu v kategorii nemotorových vozidel, v přehledu jsou uvedeny nejčastější příčiny nehod. Četnosti jednotlivých hlavních příčin nehod cyklistů jsou odlišné od zastoupení hlavních příčin u řidičů motorových vozidel. Více jak 2/3 z celkového počtu jimi zaviněných nehod bylo zaviněno z důvodu nesprávného způsobu jízdy, na druhém místě je nedání přednosti v jízdě – téměř ¼ z celkového počtu, následuje nepřiměřená rychlost jízdy a nesprávné předjíždění.

Tab. č. 1 - Hlavní příčiny nehod 2009 [5]

Hlavní příčina nehody rok 2009	Počet nehod	tj. %	Počet usmrcených	tj. %
Nepřiměřená rychlost	170	8,9	2	5,2
Nesprávné předjíždění	13	0,7	0	0,0
Nedání přednosti	448	23,5	9	23,7
Nesprávný způsob jízdy ²	1278	66,9	27	71,1
Suma	1909	100,0	38	100,0

Nejvíce usmrcených bylo u nehod zaviněných nesprávným způsobem jízdy a nedáním přednosti v jízdě. Oproti roku 2008 se počet usmrcených výrazně snížil u nedání přednosti v jízdě (pokles o 7 osob) a naproti tomu bylo více usmrcených u nesprávného způsobu jízdy (o 6 osob).

² Jízda po nesprávné straně vozovky, vjetí do protisměru, chyby při udání změně směru jízdy, náhlé bezdůvodné snížení rychlosti vozidla, zastavení, nedodržení bezpečné vzdálenosti za vozidlem, chyby při otáčení, bezohledná agresivní jízda apod.

Pro informaci je uvedeno deset nejčtenějších a deset nejtragičtějších příčin nehod cyklistů v roce 2009. Nejtragičtější příčinou nehod cyklistů bylo nezvládnutí řízení vozidla – jízdního kola, kdy zahynulo 9 lidí – téměř ¼ z celkového počtu obětí těchto nehod.

Tab. č. 2 - Nejtragičtější příčiny nehod 2009 [5]

Pořadí	Deset nejtragičtějších příčin nehod cyklistů rok 2009	Počet usmrčených
1.	nezvládnutí řízení vozidla	9
2.	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	6
3.	vjetí do protisměru	6
4.	nedání přednosti upravené dopravní značkou "DEJ PŘEDNOST V JÍZDĚ"	3
5.	jiný druh nesprávné jízdy	3
6.	nedání přednosti upravené dopravní značkou "STŮJ, DEJ PŘEDNOST V JÍZDĚ"	2
7.	jiné nedání přednosti	2
8.	nedání přednosti při vjíždění na silnici	1
9.	nepřízpůsobení rychlosti dopravně technickému stavu vozovky	1
10.	chyby při udání směru jízdy	1

Zdroj: Přehled o nehodovosti za rok 2009 Policie ČR

Nejčtenější příčinou nehod cyklistů bylo, podobně jako u řidičů motorových vozidel, nevěnování potřebné pozornosti řízení vozidla a nezvládnutí řízení vozidla.

Tab. č. 3 - Nejčtenější příčiny nehod 2009 [5]

Pořadí	Deset nejčtenějších příčin nehod cyklistů rok 2009	Počet nehod
1.	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	482
2.	nezvládnutí řízení vozidla	457
3.	nedání přednosti při vjíždění na silnici	142
4.	nedání přednosti upravené dopravní značkou "DEJ PŘEDNOST V JÍZDĚ"	115
5.	vjetí do protisměru	108
6.	jiný druh nesprávné jízdy	108
7.	nepřízpůsobení rychlosti dopravně technickému stavu vozovky	89
8.	nedání přednosti vozidlu přijíždějícímu zprava	51
9.	nedání přednosti upravené dopr. značkou "STŮJ, DEJ PŘEDNOST V JÍZDĚ"	41
10.	chyby při udání směru jízdy	41

Nepříznivým specifickým jevem nehod zaviněných cyklisty je vysoký podíl nehod zaviněných pod vlivem alkoholu – v roce 2009 zavinili 522 nehod pod vlivem alkoholu, tj. 27,3 % z celkového počtu (bezmála každou třetí nehodu). Oproti roku 2008 je počet těchto nehod

vyšší o 87 (tj. o 18,7 % více). Z celkového počtu nehod pod vlivem alkoholu za rok 2009 zavinili cyklisté 9,1 % všech nehod.

Následky nehod účastníků silničního provozu na jízdních kolech.

Tab. č. 4 - Následky nehod celkem 2009 [5]

	S přilbou	Bez přilby
Usmrceno	7	65
Těžce zraněno	81	347
Lehce zraněno	580	1986
Nezraněno	105	292

Nehodovost cyklistů mimo obec

Tab. č. 5 - Následky nehod mimo obec 2009 [5]

	S přilbou	Bez přilby
Usmrceno	5	27
Těžce zraněno	26	93
Lehce zraněno	134	406
Nezraněno	16	39

Nehodovost cyklistů v obci.

Tab. č. 6 - Následky nehod v obci 2009 [5]

	S přilbou	Bez přilby
Usmrceno	2	38
Těžce zraněno	55	254
Lehce zraněno	446	1580
Nezraněno	89	253

Celkový počet usmrcených cyklistů

Tab. č. 7 - Počet usmrcených cyklistů 2009 [5]

Počet usmrcených v roce 2009	Celkem	V obci	Mimo obec
cyklisté	72 ³	40	32
z toho děti cyklisté	1	1	0

³ V prvním odstavci kapitoly 1.3.1 je uvedeno 38 mrtvých. V tabulce 7 je jich 72 - rozdíl spočívá v tom, že v případě 38 mrtvých jde o nehody zaviněné cyklisty a celkové následky těchto nehod, zatímco 72 mrtvých jsou celkové následky nehod - zaviněných i nezaviněných cyklisty

1.3.2 Nehodovost v roce 2010

Řidiči nemotorových vozidel zavinili 1851 dopravních nehod, z toho na území obce to bylo 1402 nehod. Ve srovnání s rokem 2009 je to o 137 nehod méně. Při těchto nehodách zahynulo 40 osob, těžce zraněno bylo 260 osob a 1399 zraněno lehce. Účastníků nehod pod vlivem alkoholu bylo 536.

Největší kategorii činí cyklisté, kteří zavinili 1790 nehod, z toho na území obce 1340 (tj. 75 %). Při nehodách bylo usmrceno 40 osob, těžce zraněno 253 osob, lehce zraněno 1375. Cyklistů pod vlivem alkoholu bylo 532.

V tabulce je uveden přehled nehodovosti – nejčastější příčiny dopravních nehod s účastí cyklistů. Největší počet nehod se stal vlivem nesprávného způsobu jízdy, druhá nejčastější příčina byla nedání přednosti. Nejvíce osob zahynulo z důvodu nesprávného způsobu jízdy, nedání přednosti v jízdě jinému vozidlu.

Tab. č. 8 - Hlavní příčiny nehod 2010 [6]

Hlavní příčina nehody rok 2010	Počet nehod	tj. %	Počet usmrcených	tj. %
Nepřiměřená rychlost	198	11,1	6	15,0
Nesprávné předjíždění	11	0,6	0	0,0
Nedání přednosti	396	22,1	13	32,5
Nesprávný způsob jízdy	1172	65,5	21	52,5
Technická závada	13	0,7	0	0,0
Suma	1790	100,0	40	100,0

V tabulce č. 9 je uveden přehled nejtragičtějších příčin nehod.

Tab. č. 9 - Nejtragičtější příčiny nehod 2010 [6]

Pořadí	Deset nejtragičtějších příčin nehod cyklistů rok 2010	Počet usmrcených
1.	nezvládnutí řízení vozidla	10
2.	nedání přednosti proti příkazu d.z. DEJ PŘEDNOST	4
3.	nepřizpůsobení rychlosti dopr.techn.stavu vozovky	3
4.	jízda po nesprávné straně vozovky, vjetí do protisměru	3
5.	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	3
6.	nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky	2
7.	nedání přednosti při vjíždění na silnici	2
8.	nedání přednosti při odboč. vlevo souběžně jedouc. voz.	2
9.	jiné nedání přednosti	2
10.	jiný druh nesprávné jízdy	2

V tab. č. 10 je uvedeno deset nejčastějších příčin nehod s účastí cyklistů.

Tab. č. 10 - Nejčtenější příčiny nehod 2010 [6]

Pořadí	Deset nejčtenějších příčin nehod cyklistů rok 2010	Počet nehod
1.	řidič se plně nevěnoval řízení vozidla	444
2.	nezvládnutí řízení vozidla	406
3.	nedání přednosti při vjíždění na silnici	130
4.	nedání přednosti proti příkazu d.z. DEJ PŘEDNOST	113
5.	jiný druh nesprávné jízdy	111
6.	nepřizpůsobení rychlosti dopr.techn.stavu vozovky	97
7.	jízda po nesprávné straně vozovky, vjetí do protisměru	89
8.	nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky	42
9.	chyby při udání směru jízdy	35
10.	nedání přednosti vozidlu přijíždějícímu zprava	34

Následky nehod účastníků silničního provozu na jízdních kolech v roce 2010

Tab. č. 11 - Následky nehod celkem 2010 [6]

	S přilbou	Bez přilby
Usmrceno	7	63
Těžce zraněno	76	316
Lehce zraněno	537	1733
Nezraněno	126	282

Nehodovost cyklistů mimo obec

Tab. č. 12 - Následky nehod mimo obec 2010 [6]

	S přilbou	Bez přilby
Usmrceno	5	35
Těžce zraněno	31	85
Lehce zraněno	146	326
Nezraněno	33	33

Nehodovost cyklistů v obci

Tab. č. 13 - Následky nehod v obci 2010 [6]

	S přilbou	Bez přilby
Usmrceno	2	28
Těžce zraněno	45	231
Lehce zraněno	391	1407
Nezraněno	93	249

Stojí za povšimnutí, že při použití ochranné přilby je počet usmrcených cyklistů výrazně nižší, než cyklistů, kteří přilbu nepoužili, stejně tak při zranění cyklistů.

Celkový počet usmrcených cyklistů

Tab. č. 14 - Počet usmrcených v roce 2010 [6]

Počet usmrcených v roce 2010	Celkem	V obci	Mimo obec
cyklisté	70	30	40
z toho děti cyklisté	0	0	0

1.3.3 Přehled nehod zaviněných cyklisty v letech 2003 – 2010

V tabulkách č. 15 a 16 jsou uvedeny údaje získané z policejních statistik nehodovosti. Jedná se o údaje počtu usmrcených cyklistů, počtu nehod jimi zaviněných nehod a nehod pod vlivem alkoholu.

Tab. č. 15 - Nehody zaviněné cyklisty [7]

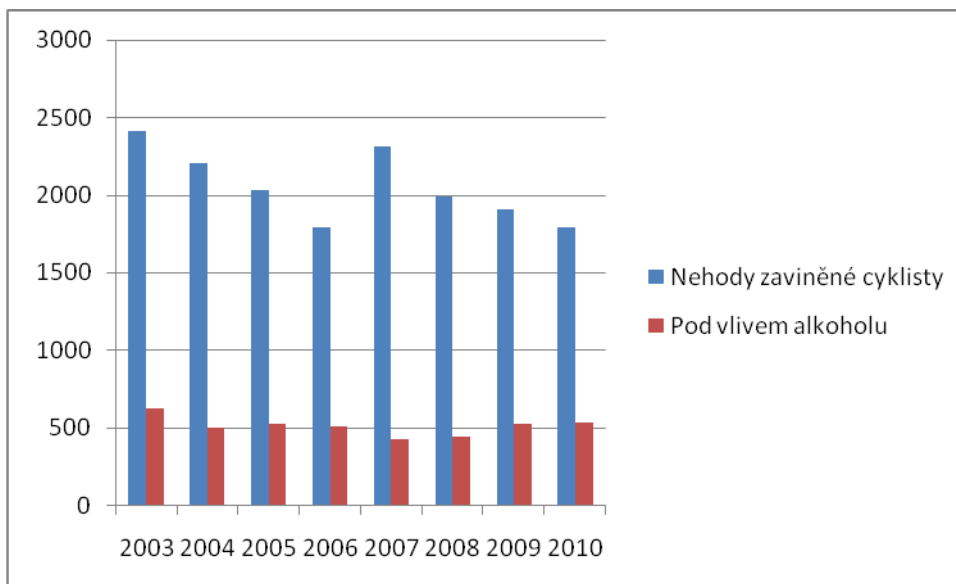
Rok	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Nehody zaviněné cyklisty	2409	2202	2033	1793	2316	1990	1909	1790
Pod vlivem alkoholu	624	499	526	503	426	436	522	532

Tab. č. 16 - Počty usmrcených [7]

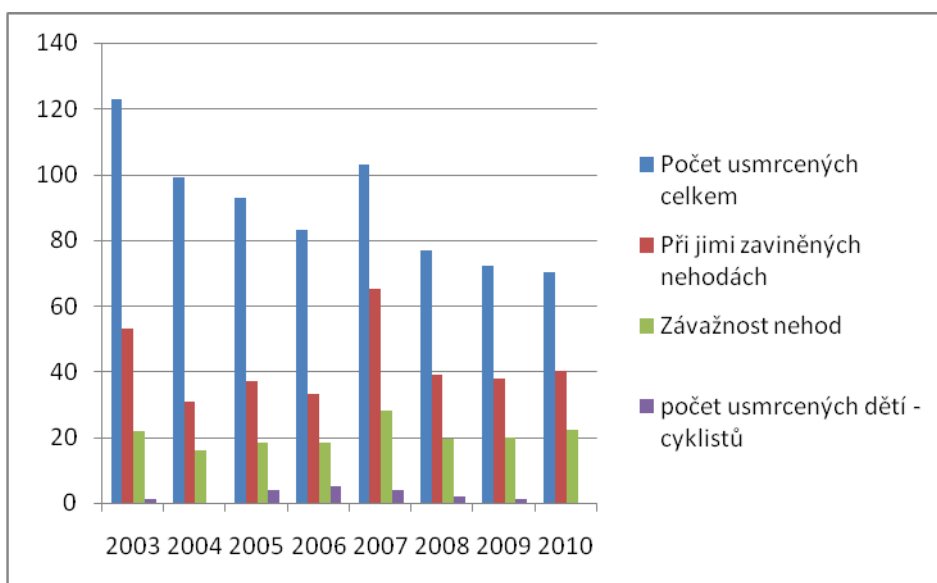
Rok	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Počet usmrcených celkem	123	99	93	83	103	77	72	70
Při jimi zaviněných nehodách	53	31	37	33	65	39	38	40
Závažnost nehod ⁴	22	15,8	18,2	18,4	28,1	19,6	20	22,4
počet usmrcených dětí - cyklistů	1	0	4	5	4	2	1	0

Pro snadnější orientaci jsou výsledky z tabulek přeneseny do grafů (viz. další stránka).

⁴ Koeficient závažnosti nehod = počet usmrcených cyklistů, kteří zavinili nehodu na 1000 nehod



Graf č. 1 - Nehody zaviněné cyklisty [7]



Graf č. 2 - Počty usmrcených [7]

Z grafu na obr. č. 1 lze vyčíst, že počet nehod zaviněných cyklisty poslední čtyři roky klesá. Neuspokojivě se ovšem vyvíjí počet nehod zaviněných pod vlivem alkoholu. Z grafu na obr. č. 2 je zřejmé, že počet usmrcených cyklistů v posledních čtyřech letech klesá, stejně jako počet usmrcených dětí – cyklistů. Pozitivní je, že v roce 2010 nezemřelo ani jedno dítě – cyklista vlivem dopravní nehody. Narůstá ovšem závažnost nehod zaviněných cyklisty.

1.4 NEHODY JEDNOSTOPÝCH VOZIDEL A JEJICH ZVLÁŠTNOSTI

V některých případech je pro úspěšné vyřešení dopravní nehody velmi poučné sledovat chování náhodných cyklistů v nebezpečných úsecích, případně úsecích, kde došlo k dopravní nehodě. Při pozorování je možno zjistit následovné [8]:

a) Způsob jízdy cyklistů v místě nehody

Při ohledání místa dopravní nehody je vhodné sledovat způsob jízdy náhodných cyklistů i jejich příčnou vzdálenost od okraje vozovky, čili typický průjezd jízdního kola sledovaným úsekem.

b) Vjezd jízdního kola na hlavní cestu

Vjíždí-li cyklista na hlavní cestu, zpravidla se nerozhledne a vjíždí i v případě, když po hlavní cestě jede vozidlo.

c) Překážka před cyklistou

V některých případech je nutné posoudit, zda nedošlo ke změně směru jízdy jízdního kola v důsledku manévru objíždění překážky cyklistou.

Překážky mohou být:

- Pevná překážka (kanál, výmol, stojící vozidlo). Velmi často se cyklisté vyhnou překážce, aniž by se ohlédl, zastavili nebo dali znamení o změně směru jízdy. Pokud dává znamení o změně směru jízdy, děje se tak současně s vybočením.
- Nestálá překážka (kaluž). Cyklista zpravidla takovou překážku objede a vytváří tím překážku pro řidiče jedoucího za ním. Při rekonstrukci nehody, vyšetřovacím pokusu je užitečné zjistit místo, kde se kaluže tvoří.
- Pohyblivá překážka (chodci, zvířata, jednostopé nebo i vícestopé vozidlo). Podobný případ jako při pevné překážce. V takových případech je potřebné zohlednit některé body svědeckých výpovědí jako vstupní veličiny pro analýzu předmětné nehody a celkovou časovou synchronizaci nehodového děje.

d) Poloha cyklistů v místě srážky

Důležitým bodem pro správné a úspěšné vyřešení dopravní nehody je správně stanovení vzájemné polohy jízdního kola a vozidla v okamžiku jejich prvního kontaktu. Z této polohy je možné usuzovat o přednehodovém pohybu cyklisty.[8]

Nejčastější typy vzájemných poloh vozidlo – jízdní kolo

a) Náraz vozidla do jízdního kola zezadu

Vzájemný úhel podélných os jízdního kola a vozidla je možné stanovit buď na základě deformace jízdního kola (zadní vidlice, zadního kola), nebo na základě deformace vozidla. Na základě deformací na vozidle, místě prvního kontaktu jízdního kola s vozidlem a místě kontaktu těla s vozidlem (např. stopa po dopadu hlavy na čelním skle) je možné při známé rychlosti vozidla zkontrolovat, zda je vzájemná poloha jízdního kola a vozidla správná.

b) Čelní srážka

Vzájemný úhel podélných os jízdního kola a vozidla je možné opět stanovit buď na základě deformace jízdního kola (přední vidlice, předního kola) nebo vozidla.

c) Náraz z boku

V případě, že na vozidle je možné identifikovat otlak rámu jízdního kola, je zřejmé, že úhel podélných os byl v okamžiku nárazu přibližně 90° . Má-li avšak otlak rámu na vozidle menší rozměry než skutečný rám jízdního kola, potom byl úhel podélných os jiný než 90° . Rovněž na vozovce zůstává smyková stopa po plášti jízdního kola, respektive stopa po ráfku, vidlici, pedálů.

d) Nepřímé střety

O nepřímém střetu hovoříme v tom případě, když se vozidlo a cyklista fyzicky nestřetli, ale vzhledem na vzájemný velmi malý boční odstup nemohl cyklista vykonávat typickou trajektorii pohybu – nepravidelnou vlnovku v příčném směru (směrem k vozidlu) a došlo ke změně směru jeho jízdy a následnému pádu, případně srážce s překážkou.

Příčná vzdálenost mezi vozidlem a cyklistou při které má cyklista psychické zábrany vykonávat nepravidelnou vlnovku (směrem k vozidlu) je přibližně 0,5 m, je však podmíněna psychickým faktorem.[8]

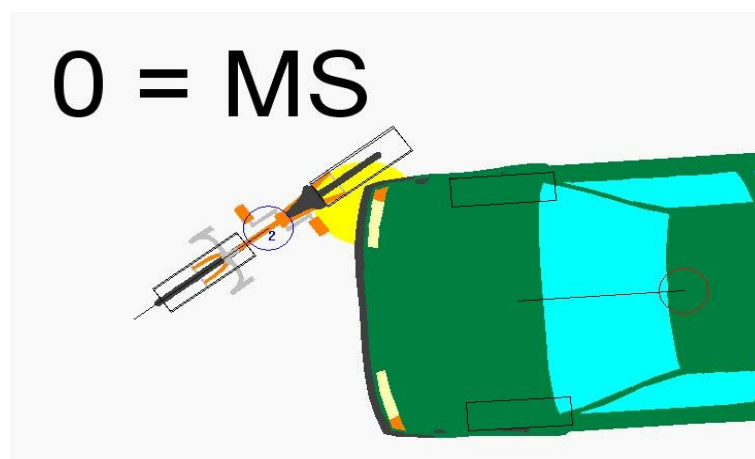
Obrázky nehod s účastí cyklistů



*Obr. č. 28 - Čelní střet cyklista - automobil
[10]*



Obr. č. 29 - Jízdní kolo po střetu [10]



Obr. č. 30 - Střet zezadu [10]



Obr. č. 31 - Kolo po nárazu [10]



*Obr. č. 32 - Auto po nárazu do cyklisty
[10]*

2 MĚŘENÍ POHYBU JÍZDNÍCH KOL – SOUČASNÝ STAV POZNÁNÍ

Pro uskutečnění vlastního měření je nutné seznámit se s dostupnými výsledky již provedených měření. Této práci se týká zejména měření příčného přemístění a jízdy obloukem a brzdění. Není mnoho dostupných materiálů, zabývajících se touto problematikou.

Jedním ze zajímavých materiálů je „Problematika nehod s účastí cyklistů“ Ing. Ivana Krejsy [9]. Ve své práci se zabývá pohybem cyklisty – trajektorií pohybu, technickým stavem jízdního kola (stability soustavy cyklista – jízdní kolo), zkoušením brzděného zpomalení pomocí přístroje „Motometr“ pro dětské, dámské a pánské jízdní kolo na třech typech povrchů – sněhu, ledu, suchém i mokřém asfaltobetonu.

Zabývá se také jízdou v oblouku – jízdou s mokřými pneumatikami jízdního kola Favorit na suché podložce bylo zjištěno, že kolo zanechává dvě stopy – předním a zadním kolem. Obě stopy jsou křivky a po grafickém proměření se blíží zcela objektivně kružnicím. Počátek i konec stop nevykazuje přechodnicové oblouky a stopa je tvořena čistou kružnicí - využití též u příčného přemístění.

Při počátku jízdy do zatáčky se nepoužívá manévru obdobného jako při jízdě na motocyklu, kdy se před jízdou vlevo provede nepatrné natočení řídítek vpravo, což následně umožní naklopení vlevo a jízdu levým obloukem. Jízdní kolo je podstatně nižší hmotnosti, dosahuje nižší rychlosti než motocykl, a ne nepodstatnou roli hraje i menší gyroskopický moment ovlivňující naklápění jízdního kola. U jízdního kola tedy při vjíždění do oblouku dochází k současnému natočení předního kola a naklopení jízdního kola s cyklistou do směru oblouku. Jízda jízdního kola obloukem bez přechodnic je i technicky vysvětlitelná. Mechanismus řízení jízdního kola je přímý, bez převodů a je zde pevné spojení řídítek, vidlice, předního kola a pneumatiky. Pneumatiky dále vzhledem k vnitřnímu tlaku a velikosti při naklopení vykazují téměř nulovou směrovou úchylku.

Naproti tomu řízení vozidla se přenáší přes mechanický převod, tj. převodku řízení, páku řízení, lichoběžník řízení na přední kola s pneumatikou. Kolo s pneumatikou jede při zatížení boční silou ve směru úchylek. Při jízdě do zatáčky dochází k naklonění karoserie, k přerozdělení zatížení vnitřních i vnějších kol, což vše a ještě další vlivy způsobuje, že vozidlo jede po přechodnicových obloucích. Z uvedeného plyne, že nelze mechanicky

aplikovat na jízdní kolo technicky odvozené vztahy pro vozidlo, neboť by docházelo ke zcela zkresleným a ne zcela objektivním závěrům při posuzování nehod s účastí cyklistů.

2.1 HODNOTY VYPOČÍTANÉ ING. I. KREJSOU

V tabulkách 17, 18, 19, 20 jsou uvedeny hodnoty příčného zrychlení, brzdných zpomalení a doby náběhu brzd.

Tab. č. 17 - Dětské jízdní kolo [9]

dětské kolo	sníh	led	sucho	mokro
dosažitelné zpomalení nožní brzdou (m/s ²)	1,4 - 2,1	0,9 - 1,3	4,2 - 5,0	3,8 - 4,6
příčné zrychlení (m/s ²)	0,5 - 0,8	do 0,5	1,0 - 1,5	1,0 - 1,5
náběh brzdného účinku (s)	do 0,1	do 0,1	0,1 - 0,2	0,1 - 0,15

Tab. č. 18 - Dámské jízdní kolo [9]

dámské kolo	sníh	led	sucho	mokro
dosažitelné zpomalení nožní brzdou (m/s ²)	1,5 - 2,5	1,0 - 1,8	2,5 - 3,8	2,2 - 3,6
příčné zrychlení (m/s ²)	0,8 - 1,5	do 0,8	2,0 - 2,8	1,8 - 2,7
náběh brzdného účinku (s)	0,1 - 0,15	0,1	0,12 - 0,2	0,15 - 0,2

Tab. č. 19 - Pánské jízdní kolo [9]

pánské kolo	sníh	led	sucho	mokro
dosažitelné zpomalení nožní brzdou (m/s ²)	1,4 - 2,4	1,0 - 1,7	2,5 - 4,0	2,1 - 3,8
příčné zrychlení (m/s ²)	0,7 - 1,6	do 0,8	1,7 - 2,5	1,5 - 2,2
náběh brzdného účinku (s)	0,1 - 0,15	0,1	0,15 - 0,2	0,15 - 0,2

Tab. č. 20 - Závodní kolo Favorit [9]

závodní kolo Favorit	sníh	led	sucho	mokro
dosažitelné zpomalení přední brzdou (m/s ²)	neměřeno	neměřeno	3,0 - 4,0	2,7 - 3,8
dosažitelné zpomalení zadní brzdou (m/s ²)	1,0 - 2,0	do 0,1	0,9 - 1,7	0,9 - 1,6
přední + zadní brzdou	2,2 - 3,2	1,0 - 2,0	3,5 - 4,8	3,2 - 4,7
příčné zrychlení (m/s ²)	1,0 - 1,5	0,7 - 1,3	2,0 - 3,0	2,0 - 2,8
náběh brzdného účinku (s)	0,1 - 0,15	0,1	0,2 - 0,4	0,2 - 0,4

Z příložených tabulek plyne, že maximální hodnoty příčného zrychlení se pohybují v rozsahu $2,0 - 3,0 \text{ m/s}^2$ a hodnoty normální běžné v provozu se pohybují v hodnotách polovičních nebo ještě nižších.

2.2 MĚŘENÍ BRZDĚNÍ A PŘÍČNÉHO PŘEMÍSTĚNÍ ÚSI ŽILINSKÉ UNIVERZITY

Měření pohybu jízdních kol bylo provedeno také na ÚSI Žilinské univerzity v Žilině. [9] Tato měření se zaměřila na stanovení rychlosti jízdního kola v závislosti na věku jezdce, typu kola a pohlaví cyklisty. Výsledky těchto měření jsou v tabulkách 21 a 22.

Tab. č. 21 - Rychlost cyklisty - muži [8]

věk	do 6	6 - 10		11 - 15		16 - 30		31 - 50		51 - 60		nad 60
Typ	D	D	B	B	BZ	B	BZ	B	BZ	B	BZ	B
Vmax [m/s]	4,0	4,9	4,4	6,0	6,2	9,4	9,4	5,6	7,1	4,5	4,5	4,2
Vmin [m/s]	2,6	2,7	3,1	3,5	4,5	3,9	4,9	3,2	4,5	2,9	4,5	2,8
Vstřed [m/s]	3,27	3,6	3,97	4,43	5,4	5,56	6,86	4,52	5,84	3,75	4,46	3,41

Tab. č. 22 - Rychlost cyklisty - ženy [8]

věk	do 6	6 - 10		11 - 15		16 - 30		31 - 50		51 - 60	nad 60
Typ	D	D	B	B	BZ	B	BZ	B	BZ	B	B
Vmax [m/s]	3,6	4,4	4,4	4,2	4,6	5,2	5,6	5,8	5,9	4,2	3,8
Vmin [m/s]	2,6	2,9	3,7	3,7	3,5	4,2	3,4	3,1	3,2	2,8	2,7
Vstřed [m/s]	3,04	3,48	3,91	4,09	4,83	4,55	4,92	4,28	4,49	3,45	3,19

Vysvětlivky:

D – dětské jízdní kolo;

B – jízdní kolo bez přehazovačky;

BZ – jízdní kolo s přehazovačkou.

Maximální, krátkodobá dosahovaná rychlost průměrného cyklisty je spravidla do 30 km/h. Trénovaný cyklista na sportovním kole může dosáhnout rychlosti 30 – 40 km/h, krátkodobě i 50 km/h. Při jízdě z kopce však může trénovaný cyklista dosáhnout i rychlosti nad 50 km/h.

Měření příčného přemístění je shodné s měřením Ing. Ivana Krejsy. ÚSI v Žilině uskutečnil souhrn měření, zaměřených na stanovení zpomalení dosažených cyklisty v závislosti na typu jízdního kola. Výsledky brzdění jsou v tabulkách 23, 24, 25.

Tab. č. 23 - Dosažené zpomalení [m/s²] - kolo BMX[8]

brzda	přední + zadní	zadní
suchý asfalt	3,7	2,4; 2,3
mokrý asfalt	3,6	2,5

Tab. č. 24 - Dosažené zpomalení [m/s²] - kolo Liberta A [8]

brzda	přední + zadní	zadní	přední
suchý asfalt	4,1	2,1	X
mokrý asfalt	3,7; 3,7	2,8; 3,0	1,9; 2,0

Tab. č. 25 - Dosažené zpomalení [m/s²] - kolo Liberta B [8]

brzda	přední + zadní	zadní	přední
suchý asfalt	3,7; 3,7	1,6; 1,6	2,2; 2,1
mokrý asfalt	3,4; 3,8	1,5; 1,5	2,5; 3

2.3 NEHODY S JEDNOSTOPÝMI VOZIDLY

Autoři knihy Handbuch der Verkehrsunfallrekonstruktion unter der Herausgeberschaft [11] se zaměřili na zrychlení jízdních kol – rozděleno podle velikosti kol, údaje v tabulce 26.

Tab. č. 26 - Rychlosti jízdních kol [11]

velikost kola	normální [m/s ²]	rychlý [m/s ²]
dětské kolo - 16"	1,5 - 4,0	4,0 - 6,0
kolo 18" - 20"	2,5 - 4,5	5,0 - 7,0
kolo 26" - 28"	3,5 - 6,5	nad 7,0

Z výše uvedené analýzy dostupných měření je zřejmé, že častěji se autoři zabývali měřeními zrychlení, rychlosti cyklistů, brzdného zpomalení. Měření příčného přemístění a jízdy obloukem se věnoval jen ing. Krejsa společně s ÚSI v Žilině. Naměřených hodnot není mnoho, proto se tato práce bude ve své další části věnovat právě měřením těchto manévřů.

3 VLASTNÍ MĚŘENÍ PŘÍČNÉHO PŘEMÍSTĚNÍ, JÍZDY OBLOUKEM A BRZDĚNÍ

Úkolem této práce je změřit a zpracovat příčné přemístění a jízdu obloukem. Jelikož první měření (brzdění) bylo provedeno v létě roku 2010, ještě před přidělením konkrétního úkolu, bude první část této analytické části zahrnovat brzdění vybraných jízdních kol.

Úkolem je zorganizovat a zpracovat měření na třech typech povrchů a vždy na suchém a mokřém povrchu. Pro měření byly vybrány následující povrchy:

- dlažební kostky;
- asfalt;
- udusaný štěrk.

Mokřý povrch byl vytvořen pokropením konví s vodou. V den měření bylo slunečné počasí, povrch osychal, kropení bylo nutné opakovat ve snaze, aby měli všichni figuranti stejné podmínky.

Byla vybrána prostorná a málo frekventovaná místa k měření – asfaltový povrch u obchodního domu, dlažební kostky na náměstí za kostelem a udusaný štěrk na tréninkovém fotbalovém hřišti.

3.1 BRZDĚNÍ

Měření ve finském Yläne (18.7.2010) bylo pojato jako první zkušební měření v rámci diplomové práce s názvem Měření pohybu jízdních kol. Pro měření ve Finsku se autor rozhodl zejména z důvodů velice rozšířeného používání prašných zpevněných cest se štěrkovým povrchem a také rozdílné konstrukce brzd jízdních kol. Kola, se kterými byla měření provedena, jsou vybavena tzv. torpédovými brzdami, s výjimkou horského kola. Rozdíl oproti kolům používaných v ČR je v konstrukci brzd, zatímco ve Finsku jsou i nová kola vybavena přední i zadní torpédovou brzdou, s výjimkou sportovních kol, v ČR se tyto brzdy vyskytují pouze na starých modelech kol, na nových jsou používány jen výjimečně.

Měření bylo provedeno na vozovkách se suchým povrchem, teplota vzduchu byla 25°C, foukal mírný vítr. Brzdná dráha na cyklostezce a na zpevněné silnici měla mírný sklon z kopce. Měření se zúčastnili tři jezdcí, každý na jednom bicyklu. Čas od počátku brzdění do zastavení byl měřen dvěma měřiči s pomocí stopek. Jezdec, který testoval brzdné vlastnosti kola, začal brzdit na vyznačené čáře (na asfaltovém povrchu křídou a na zpevněné silnici

čárou vyrytou do povrchu. Brzdná dráha byla změřena od čáry značící začátek brzdění do bodu, kde bicykl zastavil (měřeno latí, přiloženou kolmo k přednímu kolu). Brzdná dráha je udána včetně délky kola, ta bude udána níže v charakteristice jezdců a kol.

3.1.1 Charakteristika jezdců a kol

Jezdec Viktor:

- hmotnost 70 kg;
- věk 24 let;
- úroveň zkušeností – jezdí vyjimečně;
- obuv při měření – sandály.

Jízdní kolo:

- horské pánské, značky Eldorado;
- hmotnost 18 kg, délka kola 173 cm;
- konstrukce brzd do „V“;
- pneumatiky Veerubber, vyrobeno na Taiwanu, rozměr 26x2,00⁵, tlak 40 – 65 PSI, hloubka vzorku pneumatiky činí 3 mm (shodně přední i zadní), vzorek terénní;
- chod ramen přední brzdy je rovnoměrný, brzdové špalíky opotřebovány mírně, rovnoměrně;
- u zadní brzdy nerovnoměrný chod ramen, levé rameno je zablokováno, pravé se pohybuje, pravý brzdový špalík je opotřebován méně než levý.



Obr. č. 33 - Jezdec Viktor, kolo Eldorado

⁵ Rozměr pneumatiky se udává v průměru kola v palcích (26)/šířku v palcích (2,0). 1 palec = 25,4mm

Jezdec Jiří:

- hmotnost 98 kg;
- věk 24 let;
- úroveň zkušeností – jezdí vyjíměčně;
- obuv při měření – nazouváky.

Jízdní kolo:

- cestovní pánské, značky Helkama Soiva;
- hmotnost 20 kg, délka 183 cm;
- brzda zadní torpédová SHIMANO, přední brzda nefunkční;
- pneumatika zadní Nokia SL35, vyrobeno ve Finsku, rozměr 26x2-1, tlak neudán;
- brzda brzdí ostře, rychlý náběh;



Obr. č. 34 - Jezdec Jiří, kolo Helkama Soiva

Jezdec Honza:

- hmotnost 78 kg;
- věk 25 let;
- úroveň zkušeností – sportovní jezdec;
- sportovní obuv při měření.

Jízdní kolo:

- cestovní pánské, značky Helkama pyörä Vaeltaja;
- hmotnost 17 kg, délka 188 cm;
- brzda zadní torpédová SHIMANO 3CC;
- pneumatika zadní Nokian Sydney, vyrobeno ve Finsku, rozměr 28x15/8x13/4, tlak 45 PSI;
- rychlý náběh brzdy, brzdění není razantní.

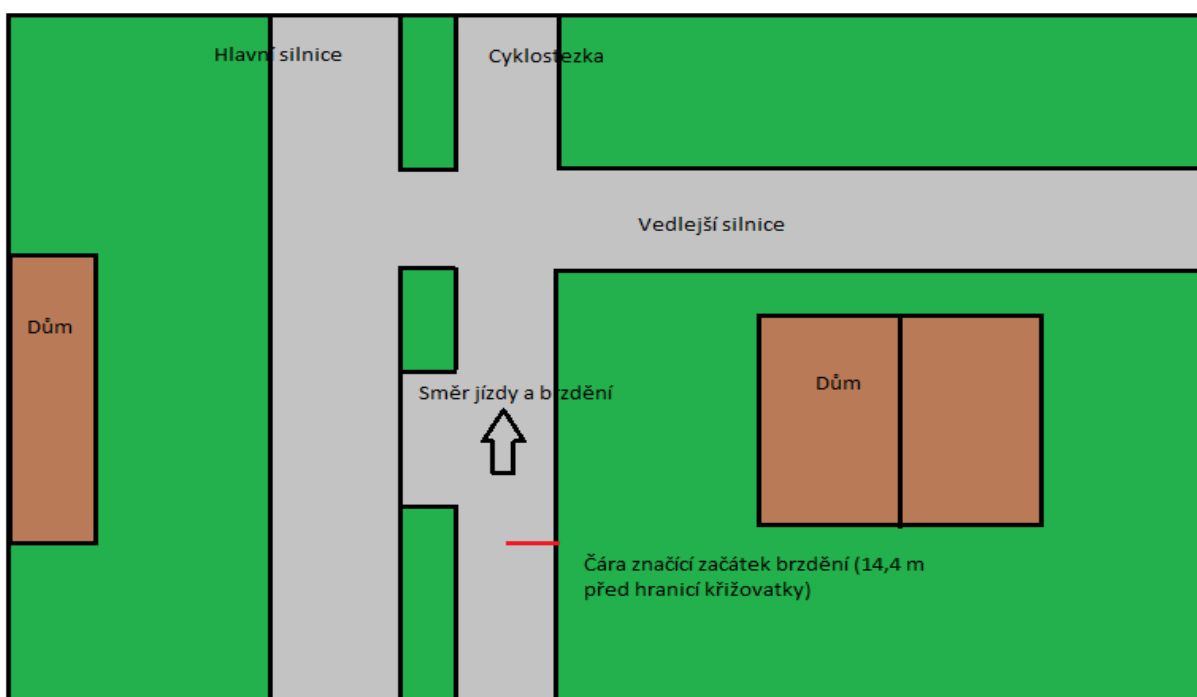


Obr. č. 35 - Jezdec Honza, kolo Helkama pyöra

Měření:

Měření bylo prováděno na dvou typech povrchů – na cyklostezce s asfaltovým povrchem a na zpevněné silnici s udusaným štěrkovým povrchem.

Situační plánec místa při pokusu na cyklostezce:



Obr. č. 36 Situační plánec - cyklostezka

Ze schématu lze pochopit dopravní situaci v měřeném místě. Autor vybral záměrně tento úsek, nacházející se uprostřed vesnice Yläne, k simulaci brzdění v případě spatření automobilu přijíždějícího po vedlejší silnici k hlavní. Čára signalizující začátek brzdění byla umístěna 14,4 m před bodem křížení cyklostezky s vedlejší silnicí. Cyklostezka má v daném místě mírný sklon. Situace je rovněž zachycena na fotografiích 37 - 40.



Obr. č. 37 - Pohled na cyklostezku



Obr. č. 39 - Pohled z protisměru brzdění



Obr. č. 38 - Pohled od hlavní silnice



Obr. č. 40 - Pohled z vedlejší silnice

Na obrázcích 41 - 43 jsou fotografie povrchu (obrusné vrstvy), na jakém měření probíhalo. Pro srovnání autor uvádí rovněž fotku obrusné vrstvy hlavní silnice (foceno ve vyježděné stopě). Z obrázků je evidentní, že obrusná vrstva na cyklostezce není zdaleka tolik opotřebovaná, jako na silnici, předpokládají se lepší adhezní a brzdové vlastnosti. Ovšem vzhledem k malé styčné ploše pneumatik jízdního kola a vozovky a nízké rychlosti dosahované při brzdění nebylo provedeno srovnávací měření. Pro porovnání je také uvedena fotka povrchu zpevněné silnice s udusaným šterkovým povrchem. Obrázek je vyfocen ve vyježděné stopě.



Obr. č. 41 - Povrch cyklostezky

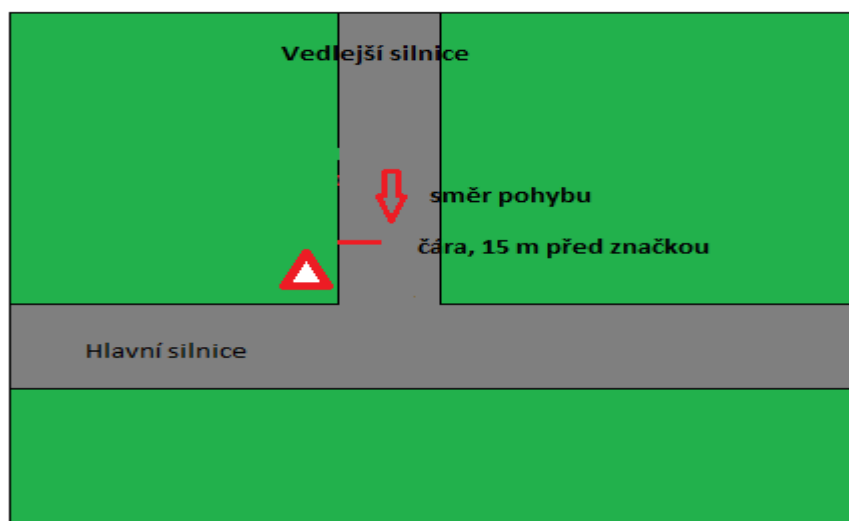


Obr. č. 42 - Povrch hlavní silnice



Obr. č. 43 - Povrch zpevněné silnice

Situační plánek místa, ve kterém proběhlo měření na zpevněné silnici. Čára, značící začátek brzdění, byla namalována 15 m před značkou „Stůj, dej přednost v jízdě“.



Obr. č. 44 - Situační plán - zpevněná silnice



Obr. č. 45 - Pohled na místo brzdění



Obr. č. 46 - Pohled z protisměru

Výsledky měření brzdění jízdních kol:

Vzorce použité pro výpočet:

$$\text{Pro výpočet brzdné dráhy: } s = v_0 \cdot t \pm \frac{1}{2} a \cdot t^2 \quad (1)$$

$$\text{Pro výpočet počáteční rychlosti: } v_0 = \frac{s}{t - \frac{1}{2} t} \quad (2)$$

$$\text{Vzorec pro výpočet zpomalení: } a = -\frac{v_0 - v_1}{t} \quad (3)$$

Vysvětlivky:

t – čas, za který jezdec zastavil [s];

s – brzdná dráha [m];

v_0 – rychlost, kterou se jezdec pohyboval před začátkem brzdění [m/s];

v_1 – rychlost po zastavení kola (rovna 0) [m/s].

3.1.2 Výsledné hodnoty

V tabulkách 27 a 28 jsou uvedeny hodnoty, vypočítané a naměřené při měření – dráha brzdění, čas t_1 , t_2 , rychlost pohybu před započítáním brzdění. Hodnoty vypočítaného zpomalení jsou v tabulkách 29 a 30.

Tab. č. 27 - Přehled hodnot - Viktor

Jezdec	Viktor					
Povrch	Cyklostezka			Zpevněná cesta		
Brzda	zadní	přední	obě	zadní	přední	obě
Čas [s]	3,07; 2,8	2,87; 2,7	1,4; 1,23	2,0; 2,15	2,2; 2,27	1,3; 1,14
Dráha [m]	9,47	9,42	4,79	7	7,45	4,32
Rychlost v_1 [m·s ⁻²]	6,17	6,56	6,84	7,00	6,77	6,65
Rychlost v_2 [m·s ⁻²]	6,76	6,98	7,79	6,51	6,56	7,58
Rychlost [km/h]	22 - 24	24 - 25	25 - 28	25 - 24	23 - 24	24 - 27
Zpomalení [m·s ⁻²] t1	2,01	2,29	4,89	3,50	3,08	5,11
Zpomalení [m·s ⁻²] t2	2,42	2,58	6,33	3,03	2,89	6,65

Tab. č. 28 - Přehled hodnot - Jiří, Honza

Jezdec	Jiří		Honza	
Povrch	Cyklostezka	Zpevněná cesta	Cyklostezka	Zpevněná cesta
Brzda	zadní	zadní	zadní	zadní
Čas [s]	3,0; 3,17	2,3; 2,51	3,16; 3,2	2,7; 2,9
Dráha [m]	14,25	8,68	13,03	10,8
Rychlost v_1 [m·s ⁻²]	9,50	5,79	8,25	8,00
Rychlost v_2 [m·s ⁻²]	8,99	6,92	8,14	7,45
Rychlost [km/h]	34 - 32	21 - 25	30 - 29	29 - 27
Zpomalení [m·s ⁻²] t1	3,17	2,52	2,61	2,96
Zpomalení [m·s ⁻²] t2	2,84	2,76	2,54	2,57

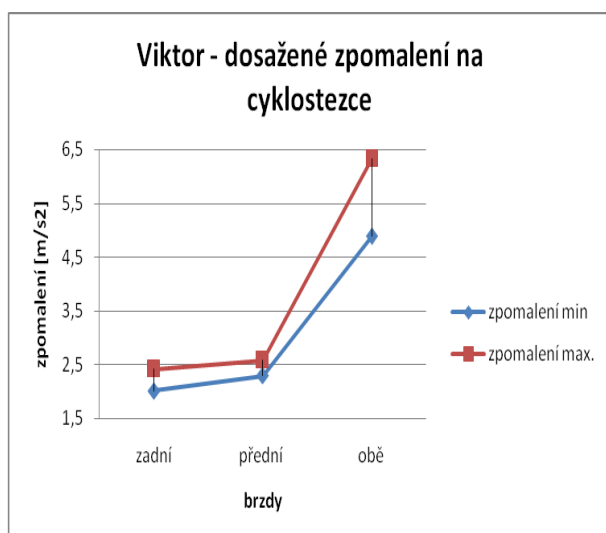
Tab. č. 29 - Zpomalení na cyklostezce

Zpomalení na cyklostezce [m/s ²]			
Jezdec/brzda	přední	zadní	obě
Jiří	X	2,84-3,17	X
Honza	X	2,54-2,61	X
Viktor	2,29-2,58	2,01-2,42	4,89-6,33

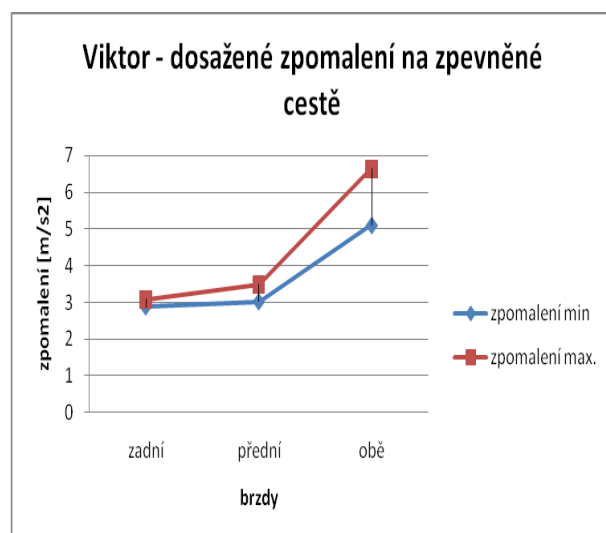
Tab. č. 30 - Zpomalení na zpevněné silnici

Zpomalení na zpevněné cestě [m/s ²]			
Jezdec/brzda	přední	zadní	obě
Jiří	X	2,52-2,76	X
Honza	X	2,57-2,96	X
Viktor	2,89-3,08	3,03-3,50	5,11-6,65

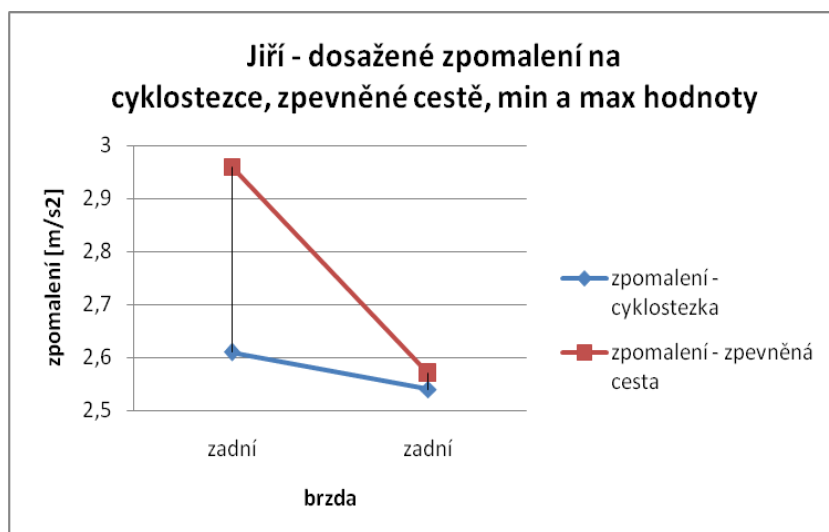
Grafy:



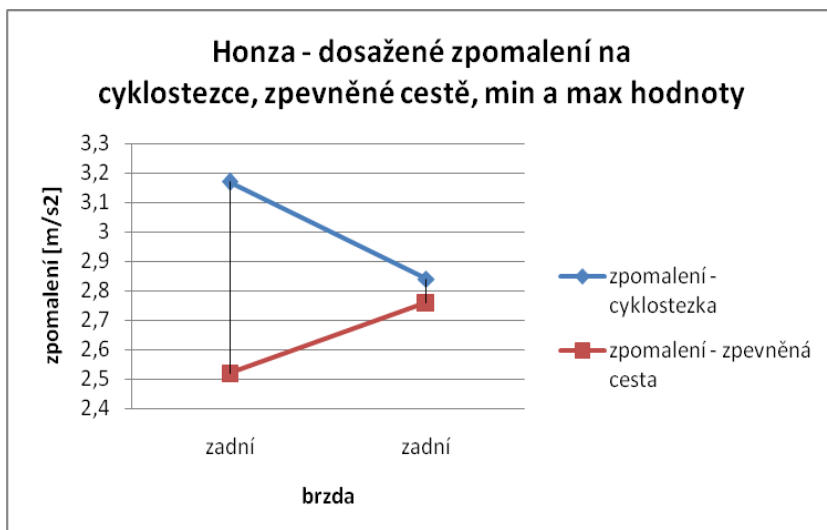
Graf č. 3 - Viktor - zpomalení na cyklostezce



Graf č. 4 - Viktor - zpomalení na zpevněné silnici



Graf č. 5 - Jiří - výsledné hodnoty



Graf č. 6 - Honza - výsledné hodnoty

3.1.3 Zhodnocení měření:

Z tabulek lze vyčíst, že hodnoty zpomalení jsou vyšší na zpevněné silnici, příčina je zejména v rozdílné počáteční rychlosti. Nebyl k dispozici tachometr, tudíž bylo obtížné odhadnout počáteční rychlost, jakou se jezdci pohybovali při měření na cyklostezce. Další možný důvod je ten, že pneumatika brzdícího kola se zaryla do udusaného šterku, zatímco na asfaltu „klouzala“ po povrchu, tím byl na silnici se zpevněným povrchem brzdný účinek větší. V obou případech se brzdící kola pohybovala smykem, s výjimkou horského kola, kde se přední kolo protáčelo a zadní bylo při brzdění oběma brzdami zablokováno. Na přiloženém obrázku č. 47 je zřetelně vidět stopy, které zanechaly jízdní kola Helkama Soiva jezdce Jiřího (černý otěr) a Helkama Pyöra jezdce Honzy (bílý otěr), horské kolo otěr pneumatik nezanechalo. Výraznější stopy brzdění zanechali jezdci se svými koly na silnici se zpevněným povrchem (obrázek č. 48). Ve všech případech by došlo k bezpečnému zastavení cyklisty před hranicí křižovatky, v případě spatření blížícího se automobilu.



Obr. č. 47 - Brzdné stopy - cyklostezka



Obr. č. 48 - Brzdné stopy - zpevněná silnice

3.2 PŘÍČNÉ PŘEMÍSTĚNÍ A JÍZDA OBLOUKEM

Předmětem měření bylo příčné přemístění a průjezd obloukem na jízdních kolech. Měření proběhlo na třech typech povrchů – na kostkách, na asfaltu a na štěrku. Měření proběhlo v dopoledních hodinách 10. 4. 2011 v Rýmařově, počasí bylo polojasné, začátek měření kolem 9 hodiny, teplota 6°C, foukal silnější vítr. Měřeno bylo na suchém a mokřém povrchu (mokřý povrch se vytvořil pokropením vozovky v místě manévřů a části rozjezdové dráhy, aby se namočila kola).

Měření se zúčastnilo 5 jezdců – 2 ženy a 3 muži, každý na jiném typu kola.

3.2.1 Charakteristika jezdců a kol

Šárka:

- Věk 26 let,
- Hmotnost 50 kg,
- Výška 168 cm,
- Příležitostný jezdec.

Trekkingové kolo Giant:

- Hmotnost 13 kg,
- Délka 178 cm, výška sedla 97 cm, řídítek 91,5 cm (rukojeť),
- Pneu Rubena 700x38C, tlak max. 50 PSI, vzorek přední 2 mm, zadní 1,5 mm.



Obr. č. 49 - Jezdec Šárka, trekkingové kolo

Jarka:

- Věk 52 let,
- Hmotnost 52 kg,
- Výška 162 cm,
- rekreační jezdec.

Kolo Lady 26:

- Hmotnost 17 kg,
- Délka 177 cm, výška sedla 96 cm, řídítek 99,5 cm,
- Pneu Rubena 2x1,75x2, tlak max. 65 PSI, vzorek přední 3 mm, zadní 2 mm.



Obr. č. 50 - Jezdec Jarka, kolo Lady 26

Pepa:

- Věk 31 let,
- Hmotnost 67 kg,
- Výška 178 cm,
- Sportovní jezdec.

Horské kolo Superior

- Hmotnost 10 kg,
- Délka 173 cm, výška sedla 104 cm, řídítek 99 cm,
- Pneu CST traveller 26x1,4, tlak 40 -80 PSI, cestovní lpášť.



Obr. č. 51 - Jezdec Pepa, horské kolo

Lubomír:

- Věk 53 let,
- Hmotnost 93 kg,
- Výška 181 cm,
- Sportovní jezdec.

Silniční kolo:

- Hmotnost 11 kg,
- Délka 167 cm, výška sedla 97 cm, řídítek 94 cm,
- Pneu Michelin 700x23C, tlak 87 - 116 PSI, hladké silniční plášť.



Obr. č. 52 - Jezdec Lubomír, silniční kolo

Luboš:

- Věk 19 let,
- Hmotnost 70 kg,
- Výška 173 cm,
- sportovní jezdec.

Silniční kolo:

- Hmotnost 12 kg,
- Délka 167 cm, výška sedla 97 cm, řídítek 91 cm,
- Pneu zadní Cheng Ching Tyre 700x25C, přední Detonator 700x23C, tlak oboje 120 PSI, hladké silniční pláště.



Obr. č. 53 - Jezdec Luboš, silniční kolo

3.2.2 Příčné přemístění dvěma oblouky

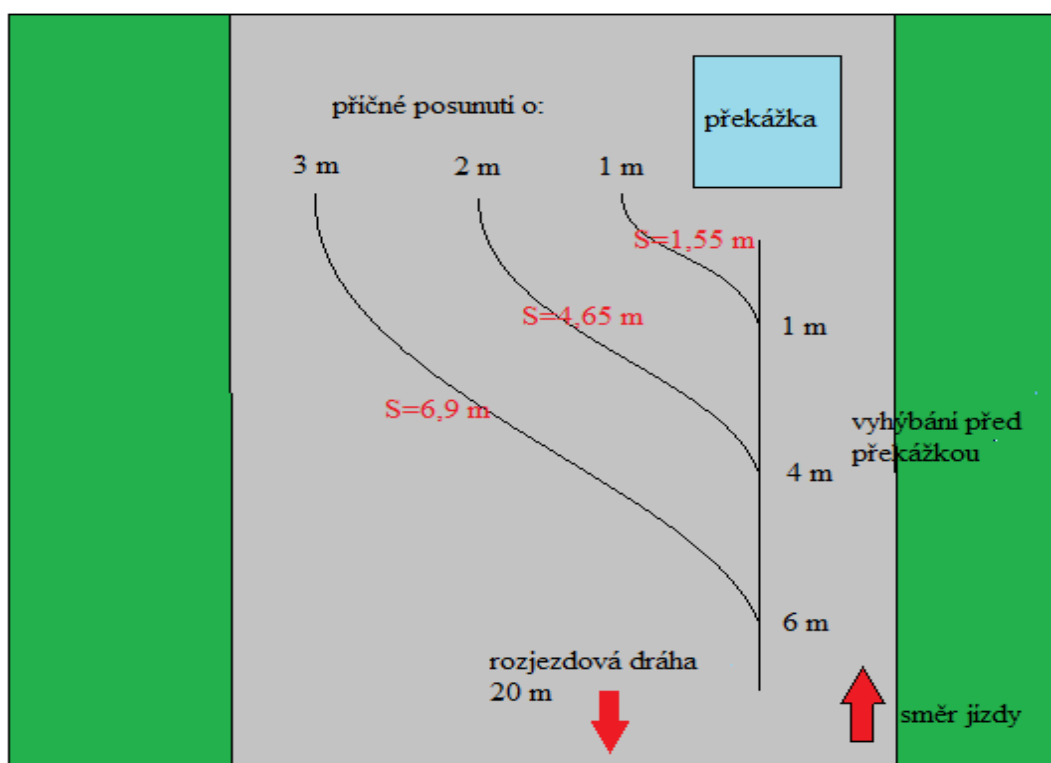
Ze zkušeností z předchozího měření byl stanoven plán zkušebních jízd. Byla vytvořena umělá překážka na silnici (náčrtem křídou), jezdec se vyhýbal překážce na následujících příčných vzdálenostech: 1m, 2m, 3m.

Manévry byly rozděleny dle následujících intenzit:

- Rychlé vyhýbání- manévr započat 1 m před překážkou, příčné posunutí 1 m, nájezdová rychlost cca 10 km/h.
- Střední vyhýbání – manévr započat 4 m před překážkou, příčné posunutí 2 m, nájezdová rychlost cca 15 km/h.
- Mírné vyhýbání – manévr započat 6 m před překážkou, příčné posunutí o 3 m, nájezdová rychlost cca 20 km/h.

Jezdci startovali letmo, nájezdovou rychlost získali na 20 metrů dlouhém úseku. Délka úseků vyhýbání se překážce dvěma oblouky byla změřena měřicím kolečkem – na mokrému

povrchu a na šterkovém povrchu, kde byly dobře znatelné stopy. Dráhy jsou vyznačeny v obrázku č. 54. (ve výpočtech se k této dráze připočítá délka kola, protože bylo měřeno od předního kola k zadnímu). Časoměřič měřil stopkami čas rozjezdu na dráze 20m a zvlášť čas manévru. Časoměřič dal jezdcovi povel „Teď!“ ke startu, současně započal měření času, v okamžiku, kdy jezdec započal vyhýbací manévru (přední kolo na úrovni značky), stiskl znovu stopky, v okamžiku projetí vyznačené trajektorie (opuštění dráhy zadním kolem) stiskl stopky. Tak byly získány dva časy – jeden za úsek rozjezdové dráhy (20 m), druhý za dráhu příčného přemístění. Protože se povrch, obzvláště na kostkách a za mokrých podmínek leskl odrazem slunce, časoměřič se postavil vždy na značku, která značila započetí vyhýbacího manévru, a pomocník se postavil na značku příčného posunutí. Samozřejmě nestáli přímo na těchto značkách, ale 20 cm dále, aby jezdec viděl, v jakých mezích se má pohybovat.



Obr. č. 54 - Schéma - příčné přemístění

3.2.3 Výsledky výpočtů příčného přemístění v grafech⁶

Ze změřených časů byly vypočítány tyto hodnoty:

⁶ Tabulky s výpočty a naměřenými časy budou vloženy v přílohách (pro příčné přemístění i jízdu obloukem)

- Vzorec pro příčné přemístění dle Kovaříka [12] $t_y = 2,0 \cdot \sqrt{\frac{y}{a_y}}$ (4)

Vysvětlivky: y – příčné přemístění [m], a_y – příčné zrychlení [m/s^2]

- Příčné zrychlení dle Kovaříkova vzorce [12] $a_y = \frac{4 \cdot y}{t^2}$ (5)

Vysvětlivky: y – příčné přemístění [m]; t – čas manévru [s]

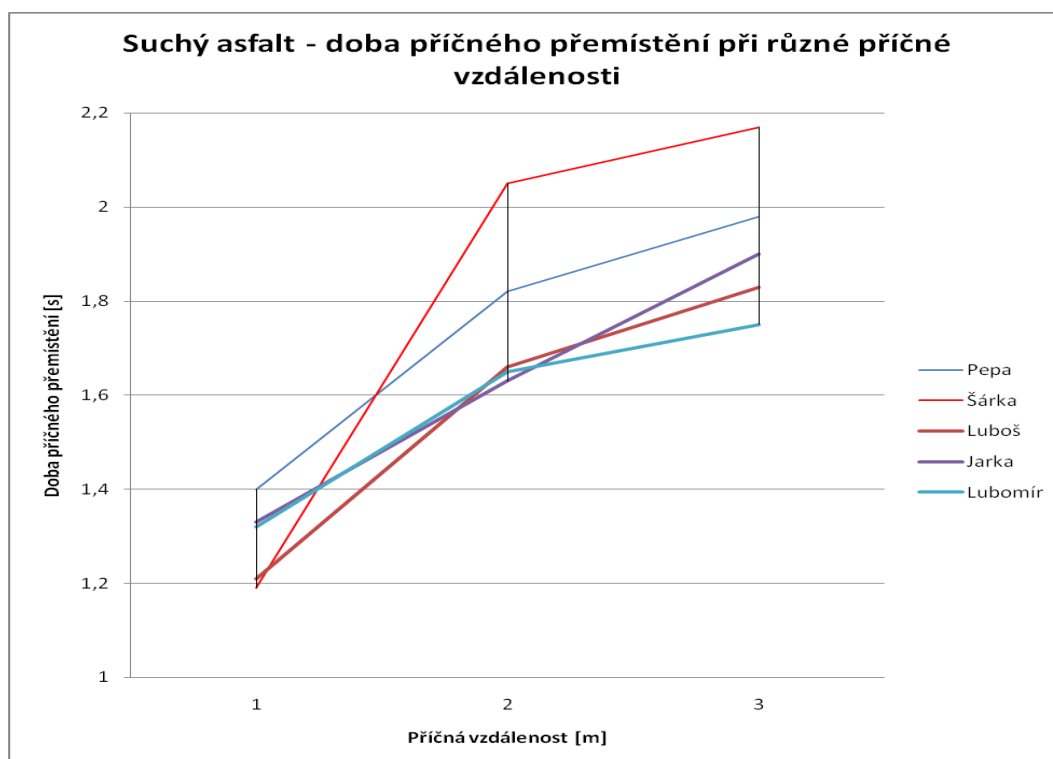
- Doba příčného přemístění [13] $t = t_1 + t_2 + t_3$ (6)

Vysvětlivky: t_1 , $t_3 = 0,4$ s, čas, který se jezdec chystá na manévr a vrácení se do původního směru jízdy; t_2 – čas manévru změřený stopkami [s].

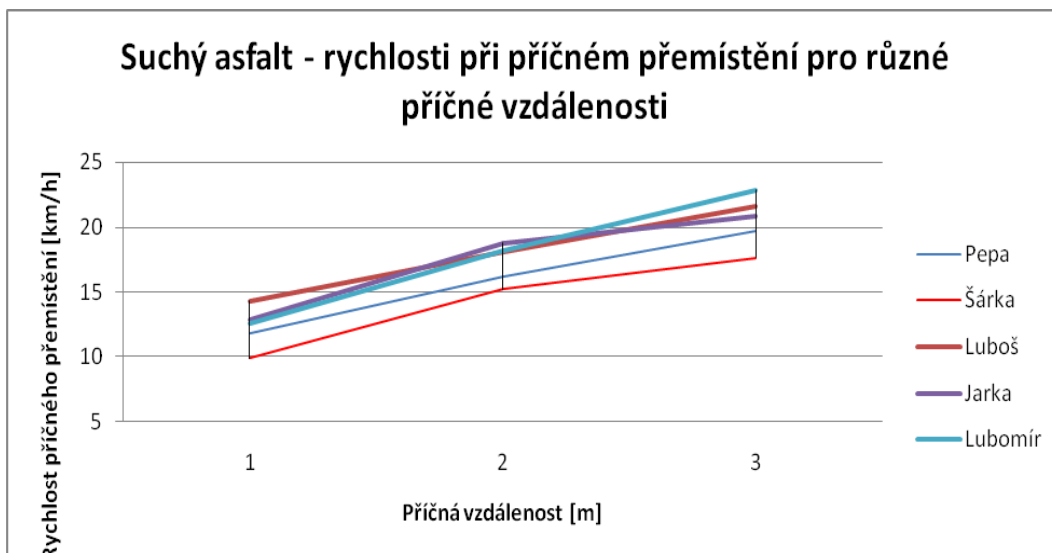
- Zrychlení na rozjezdové dráze 20 m,
- Rychlost manévru $v = \frac{s}{t}$ (7)

Vysvětlivky: s – dráha manévru [m] (plus délka kola); t – čas manévru [s].

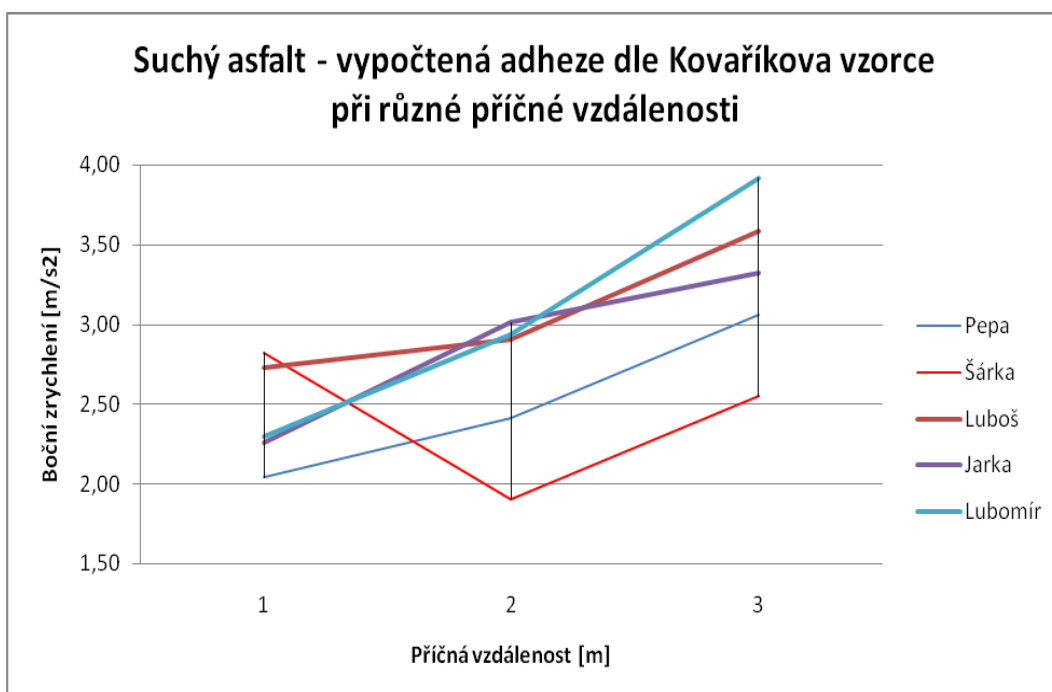
Hodnoty vypočítané na suchém asfaltovém povrchu:



Graf č. 7 - Suchý asfalt - doba příčného přemístění

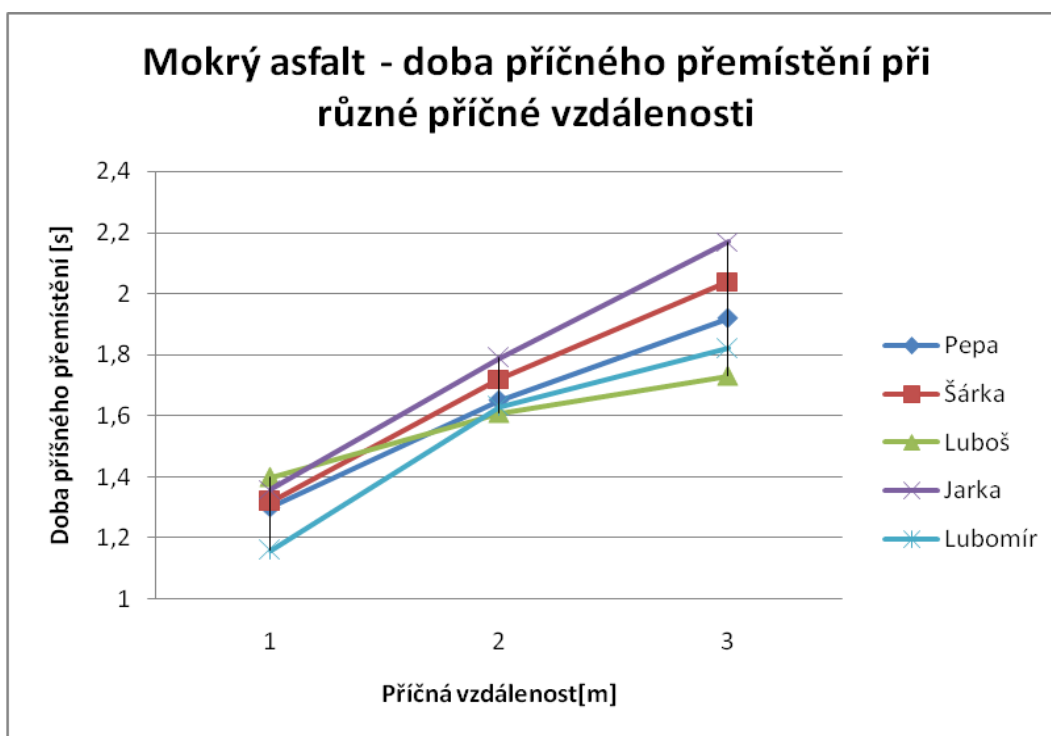


Graf č. 8 - Suchý asfalt - Rychlosti při příčném přemístění

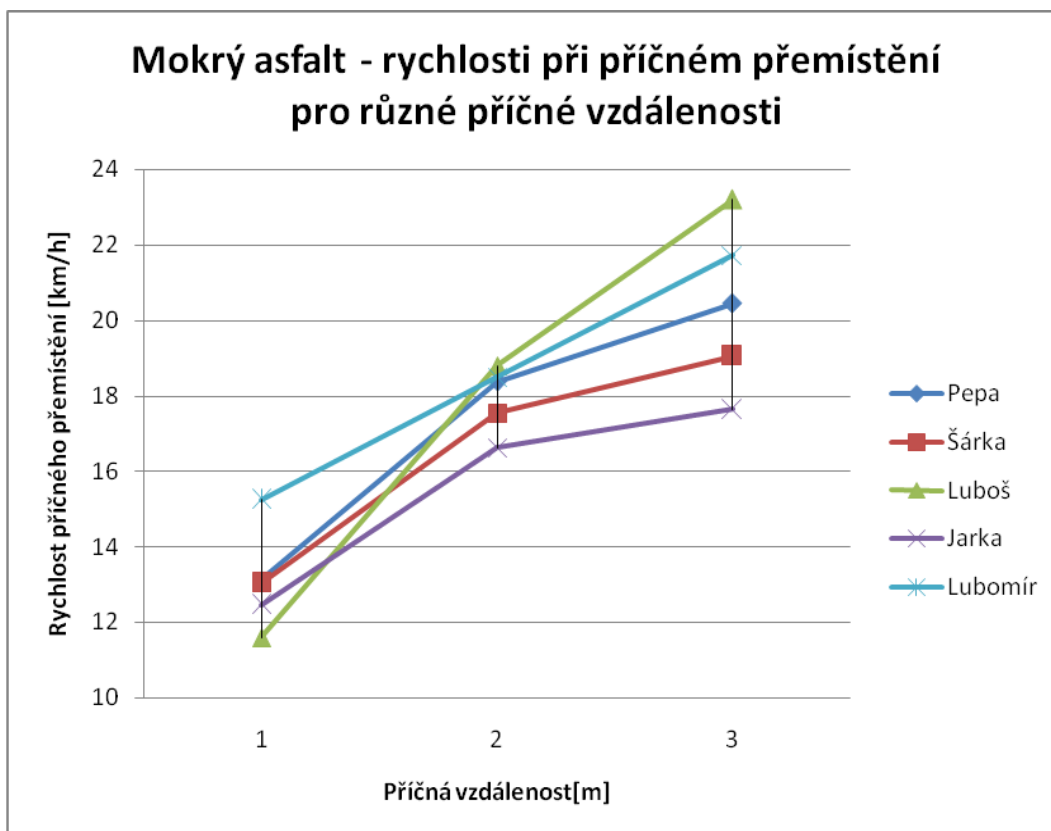


Graf č. 9 - Suchý asfalt - adheze dle Kovaříka

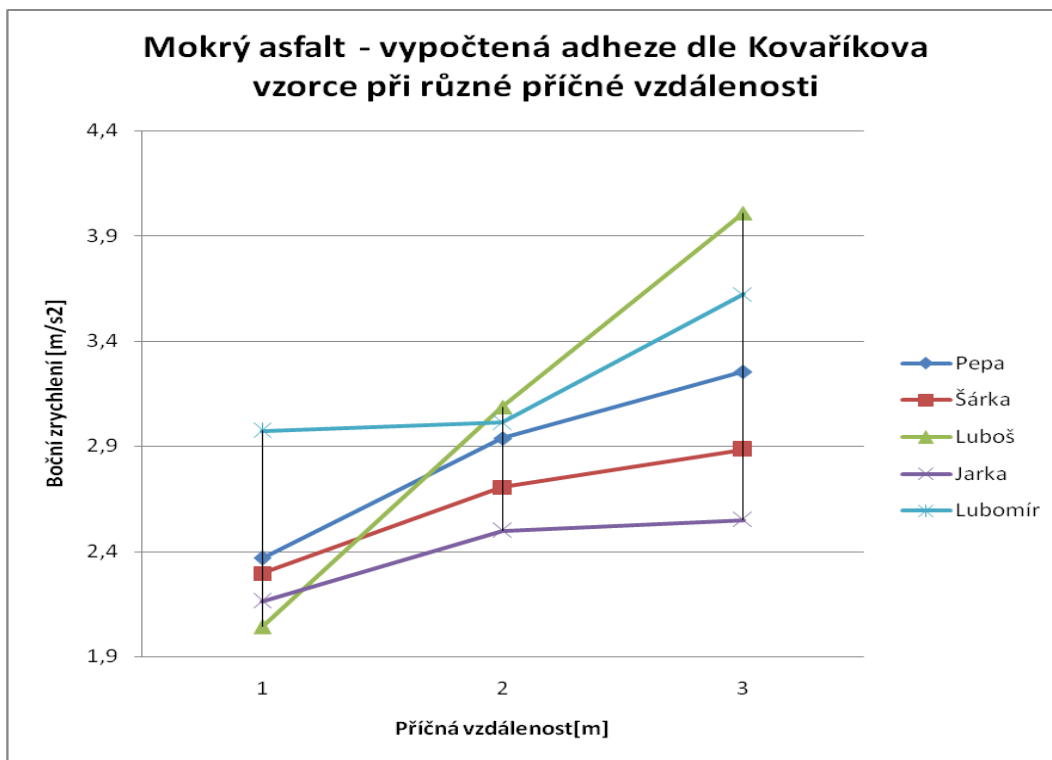
Hodnoty vypočítané na mokrém asfaltovém povrchu:



Graf č. 10 Mokrý asfalt - doba příčného přemístění

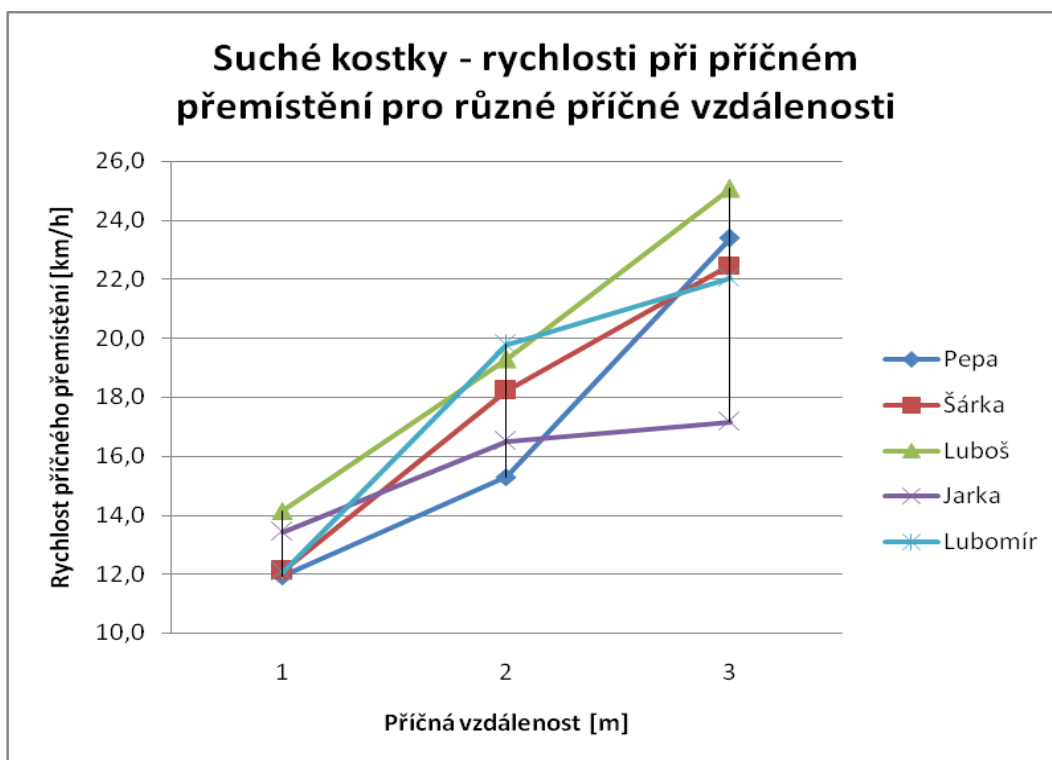


Graf č. 11 Mokrý asfalt - rychlosti při příčném přemístění

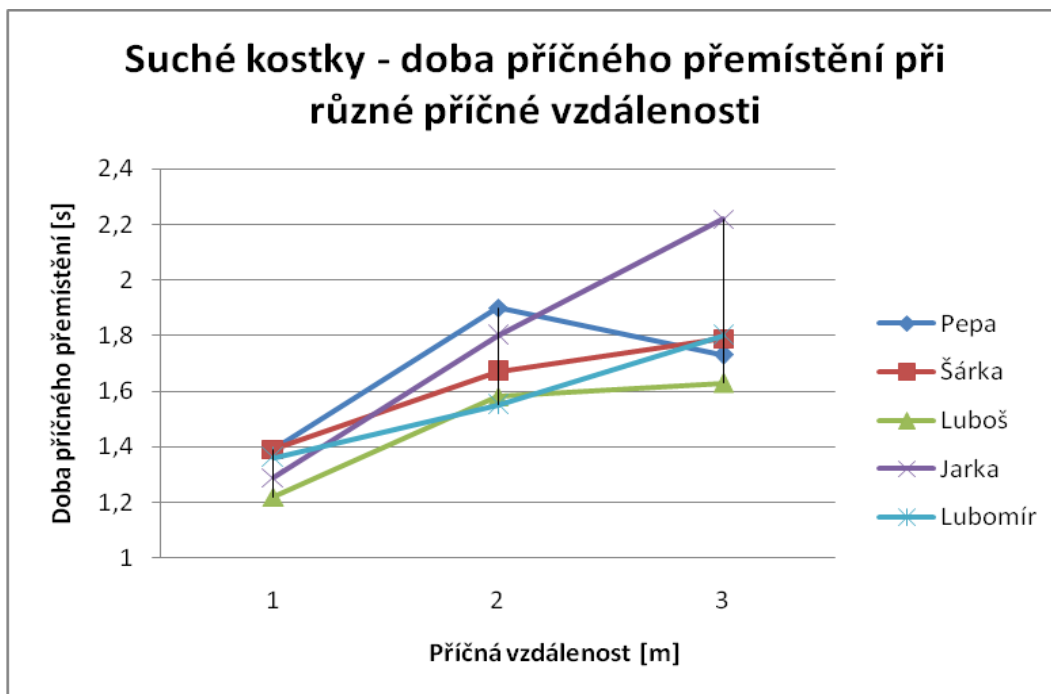


Graf č. 12 - Mokrý asfalt - adheze dle Kovaříka

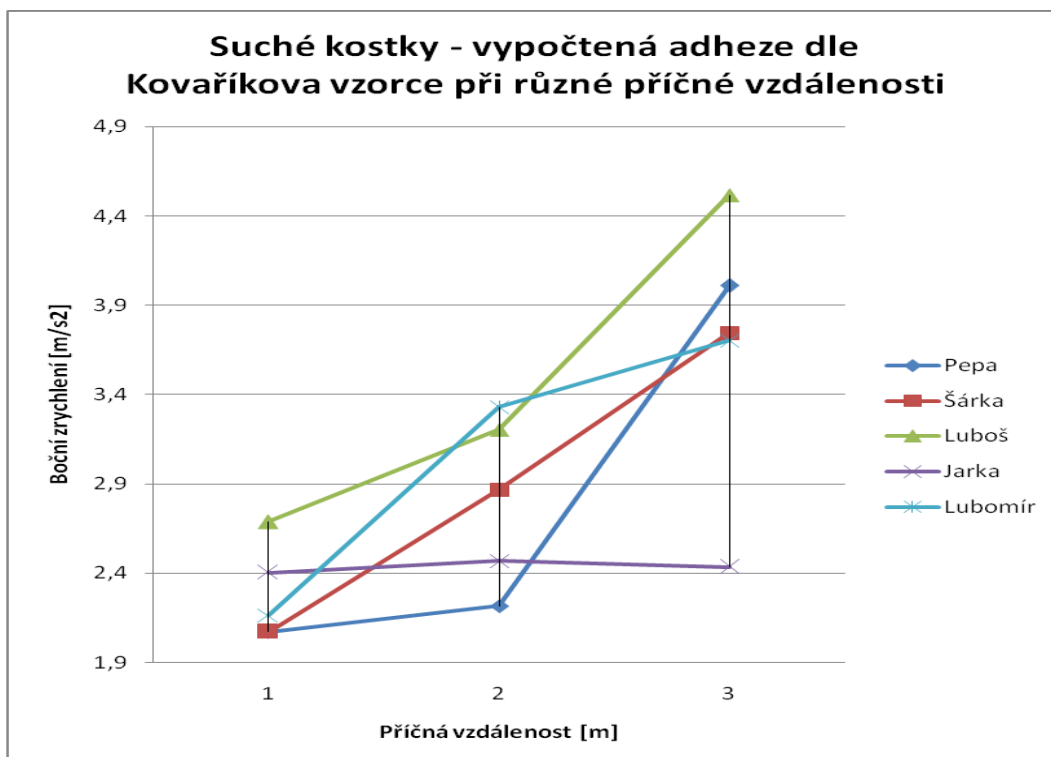
Hodnoty vypočítané na suchých kostkách:



Graf č. 13 - Suché kostky - rychlosti při příčném přemístění

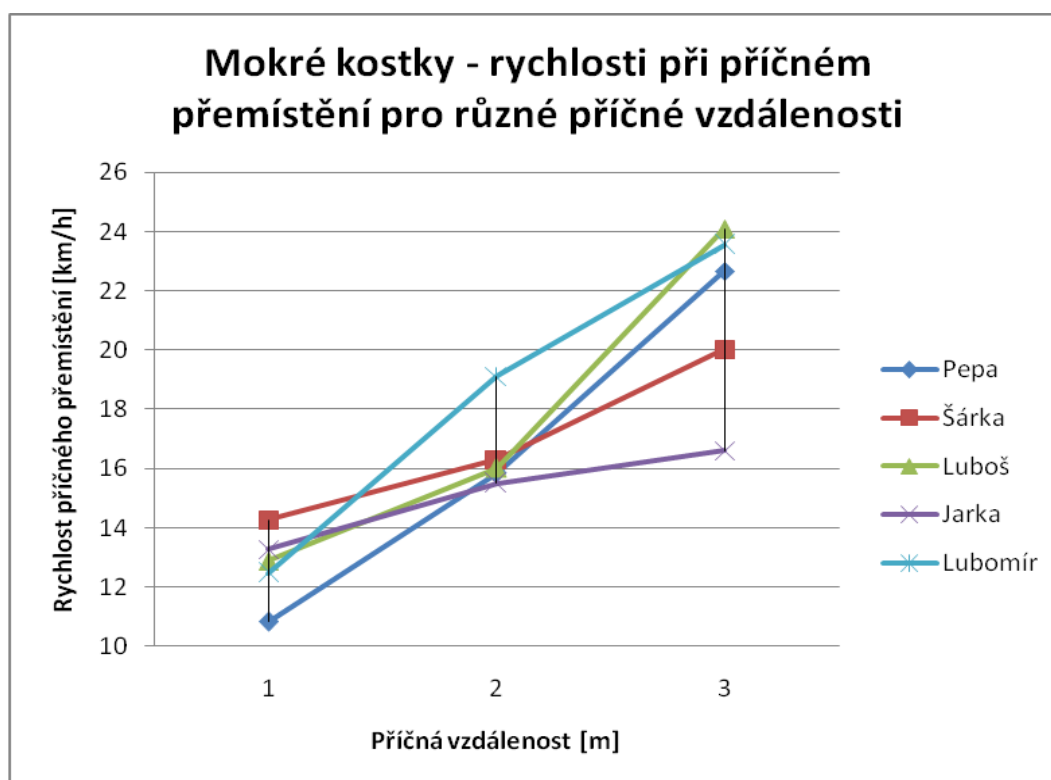


Graf č. 14 - Suché kostky - doba příčného přemístění

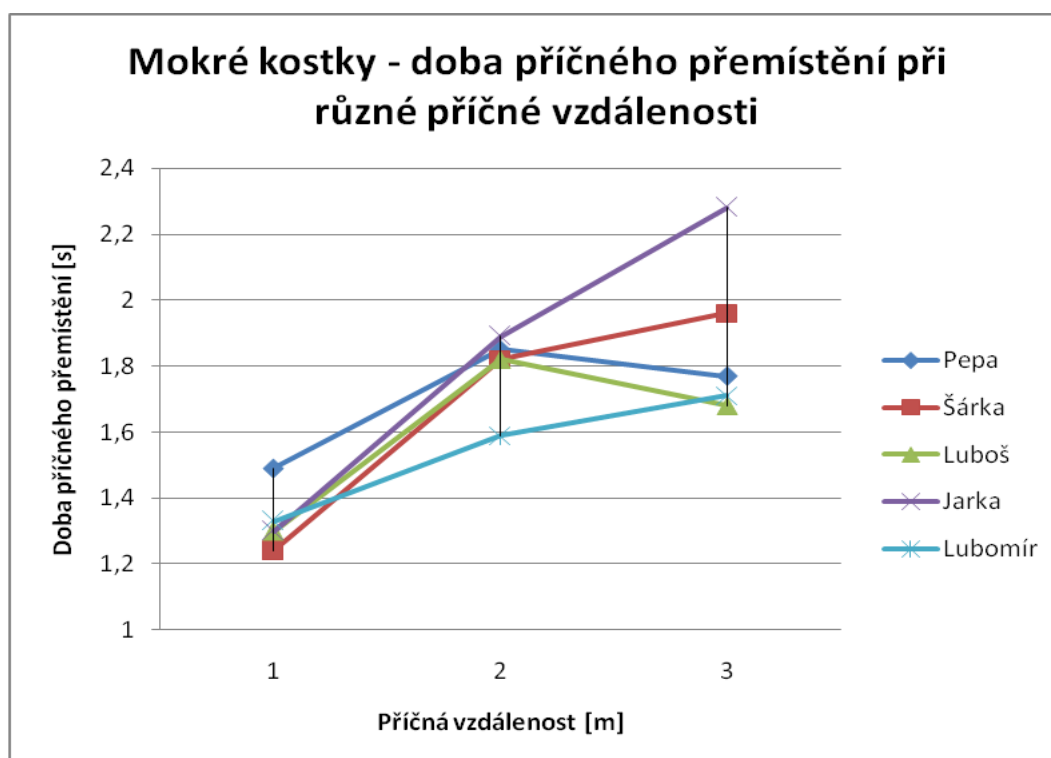


Graf č. 15 - Suché kostky - adheze dle Kovaříka

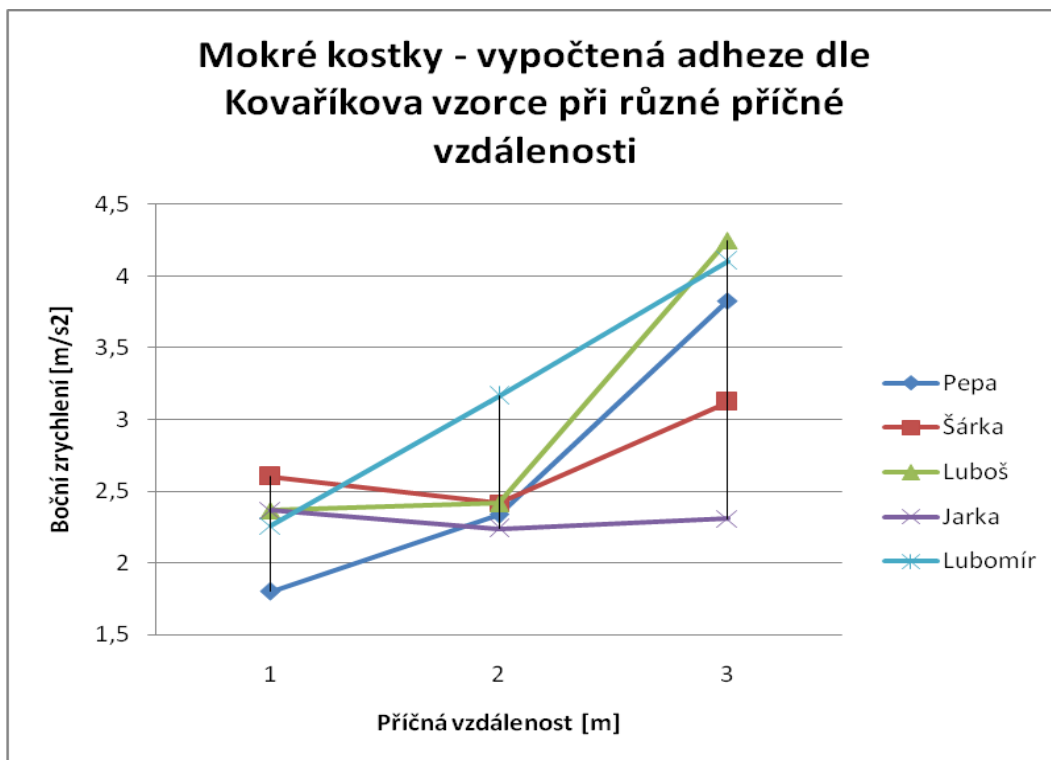
Hodnoty vypočítané na mokrých kostkách:



Graf č. 16 - Mokré kostky - rychlosti při příčném přemístění

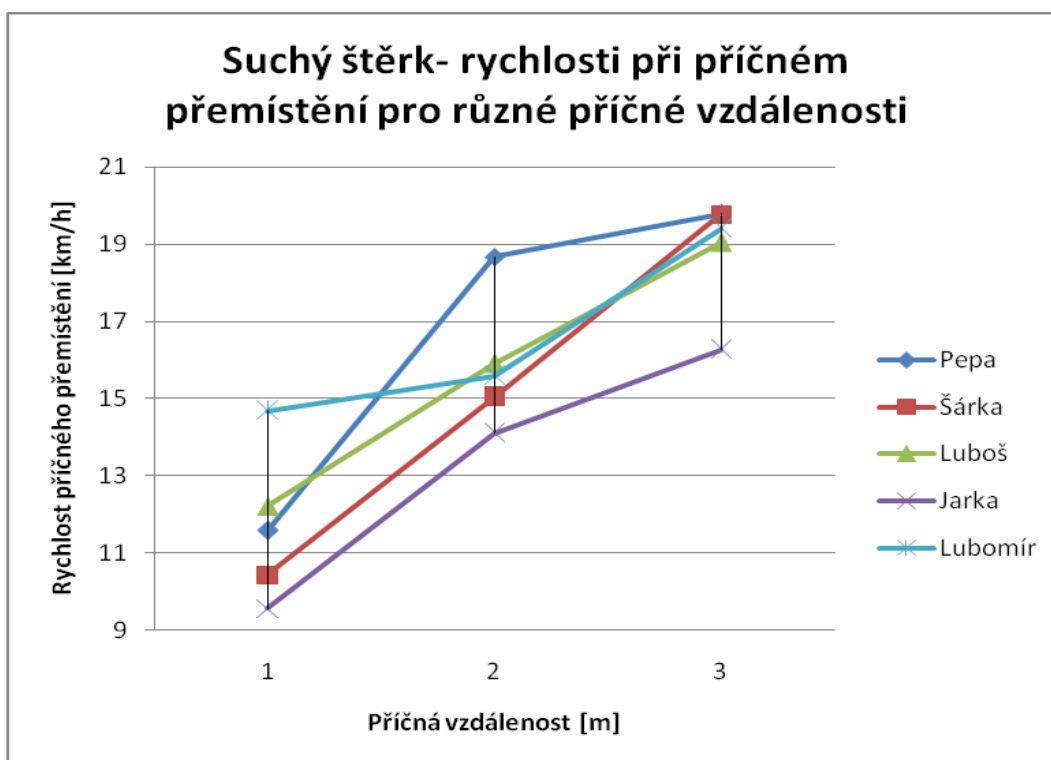


Graf č. 17 - Mokré kostky - doba příčného přemístění

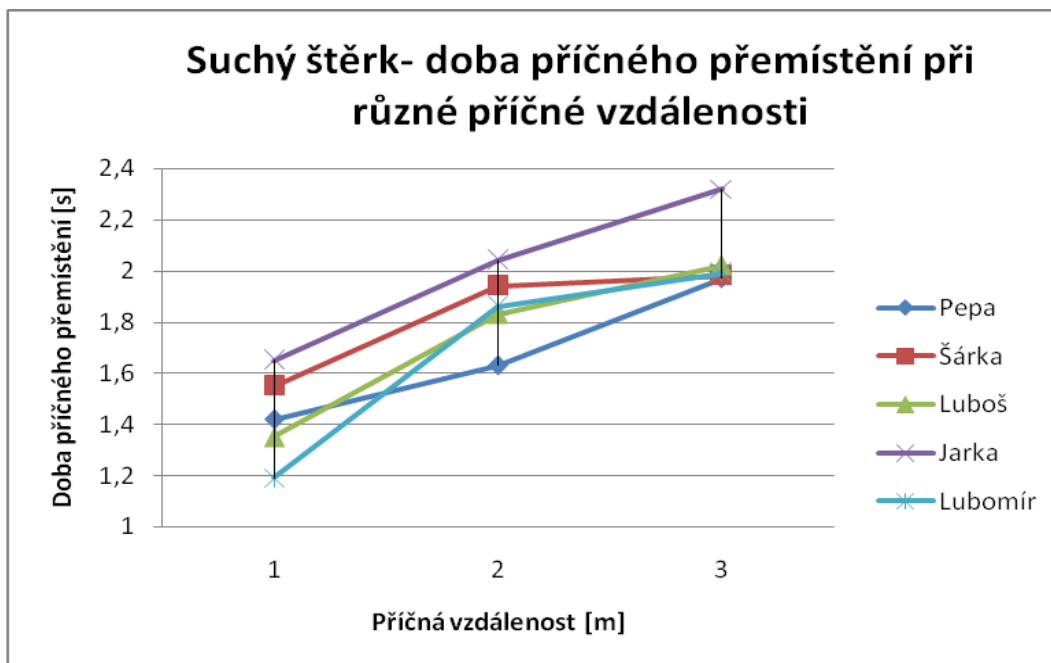


Graf  . 18 - Mokr  kostky - adheze dle Kovaříka

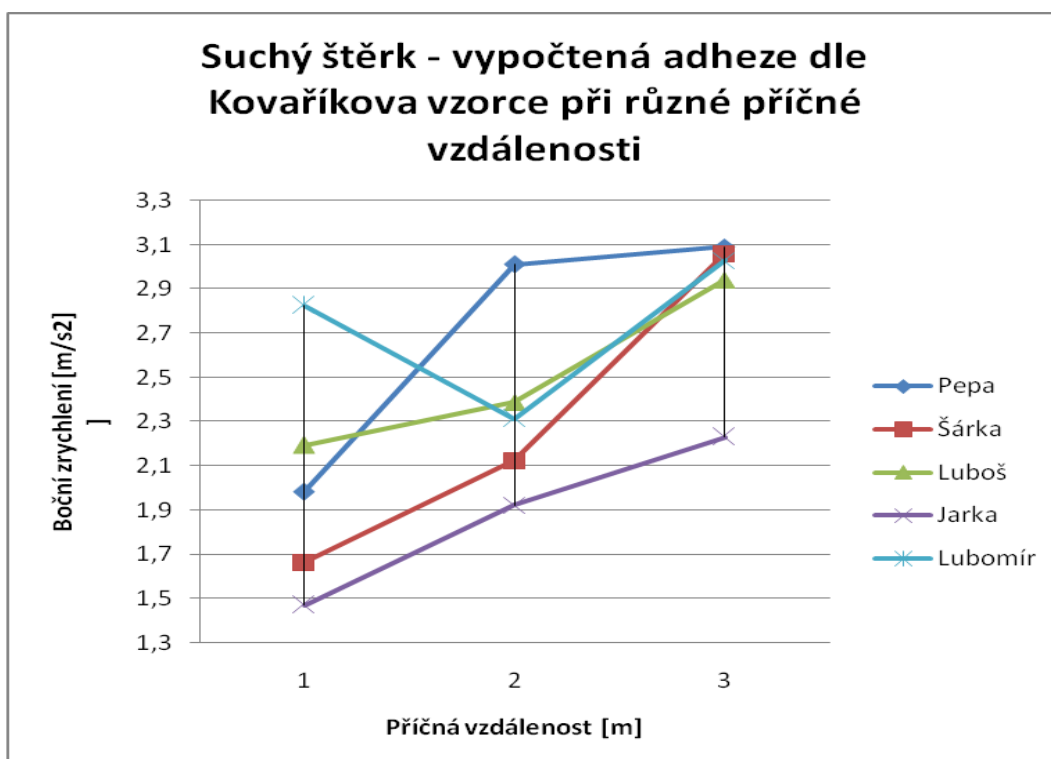
Hodnoty vypo t nan  na such m ř terku:



Graf  . 19 - Such  ř terk - rychlosti při p   n m p em st n i

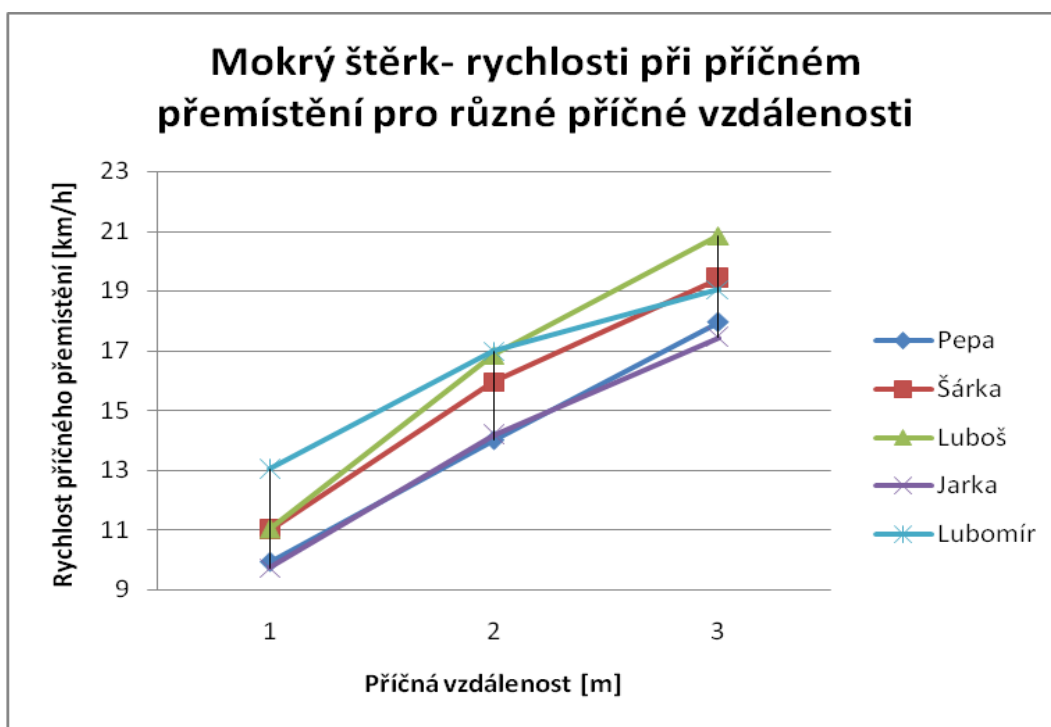


Graf č. 20 - Suchý štěr- doba příčného přemístění

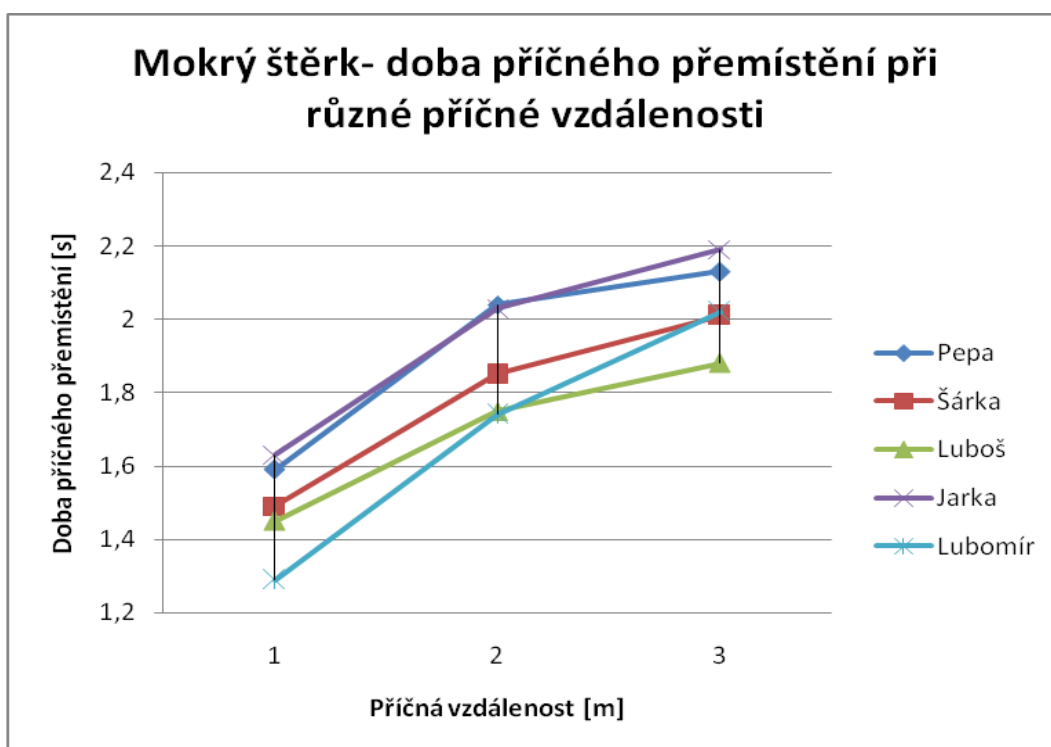


Graf č. 21 - Suchý štěr- adheze dle Kovaříka

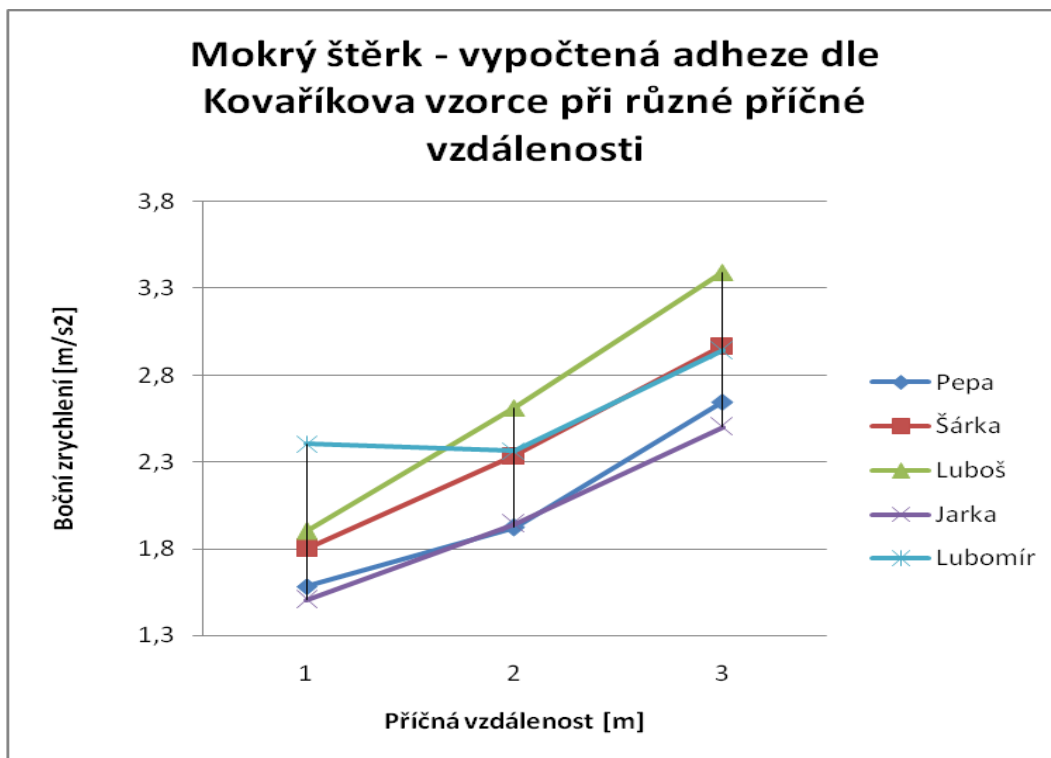
Hodnoty vypočítané na mokrém štěrku:



Graf č. 22 - Mokrý štěrk - rychlosti při příčném přemístění



Graf č. 23 - Mokrý štěrk - doba příčného přemístění



Graf č. 24 - Mokrý štěrk - adheze dle Kovaříka

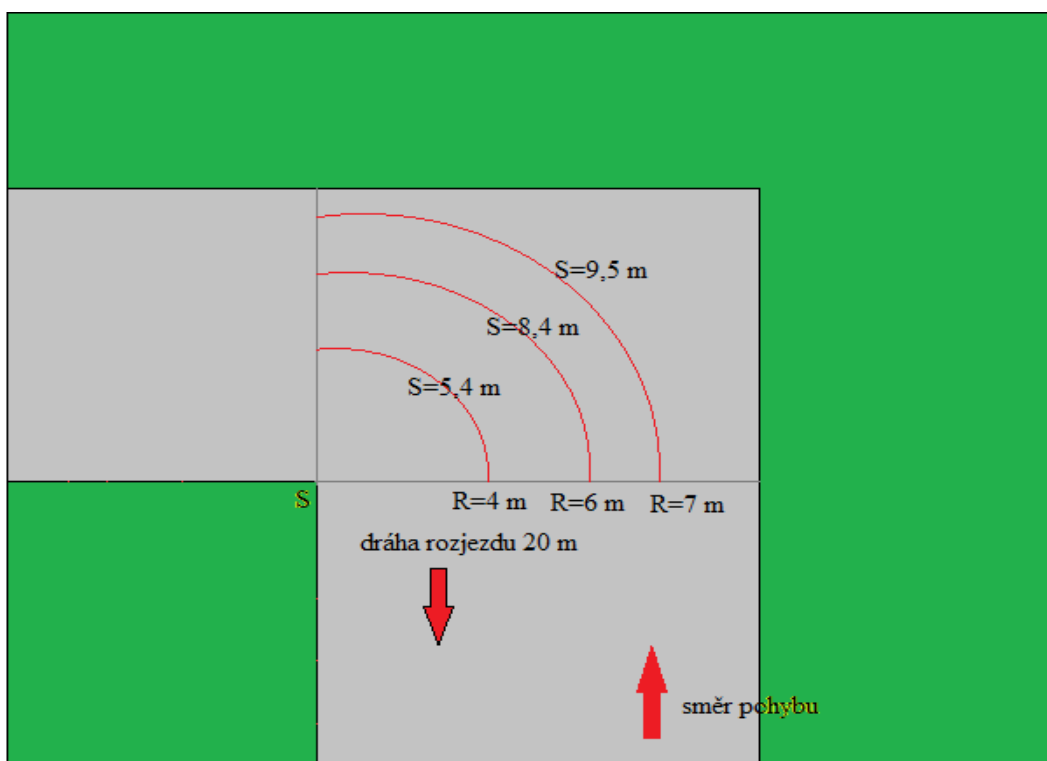
3.2.4 Jízda obloukem

Na silnici byly vyznačeny trajektorie oblouků o známých poloměrech – 4 m, 6 m, 7 m (obrázek 55). Jezdci získali rychlost potřebnou k projetí oblouku na rozjezdové dráze délky 20 m. Oblouky byly projížděny rovnoměrnou rychlostí:

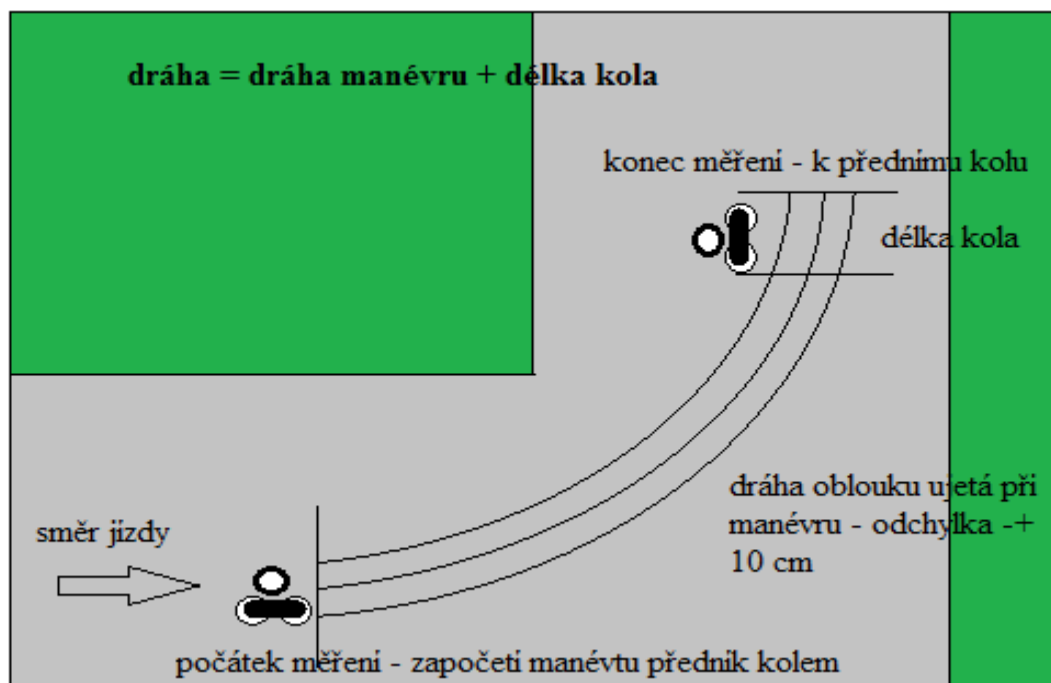
- Malý poloměr: poloměr oblouku 4 m, rychlost cca 10 km/h.
- Střední poloměr: poloměr oblouku 6 m, rychlost cca 15 km/h.
- Velký poloměr: poloměr oblouku 7 m, rychlost cca 20 km/h.

Poloměry oblouků byly stanoveny dle místa, kde měření probíhalo. Dráhy oblouků byly změřeny měřicím kolečkem na mokrému povrchu a na šterkovém povrchu, kde byly znatelné stopy po průjezdu kola.

Rychlosti průjezdu byly dány zkušebními projížděním tak, aby jezdec dodržel vyznačenou trajektorii. Samozřejmě že není možné, aby se jezdec celou dobu průjezdu pohyboval přesně po vyznačené čáře (+/- 10 cm od vyznačené trajektorie, obrázek 56). Jezdům se přesto dařilo za všech podmínek poloměr oblouku dodržet.



Obr. č. 55 - Poloměry oblouků



Obr. č. 56 - Schéma oblouků - trajektorie pohybu +/- 10 cm

3.2.5 Výsledky výpočtů jízdy obloukem v grafech

Hodnoty vypočítané z naměřených hodnot:

- Úhlová rychlost $\omega = \frac{\frac{s}{t}}{2 \cdot \pi \cdot r}$ (7)

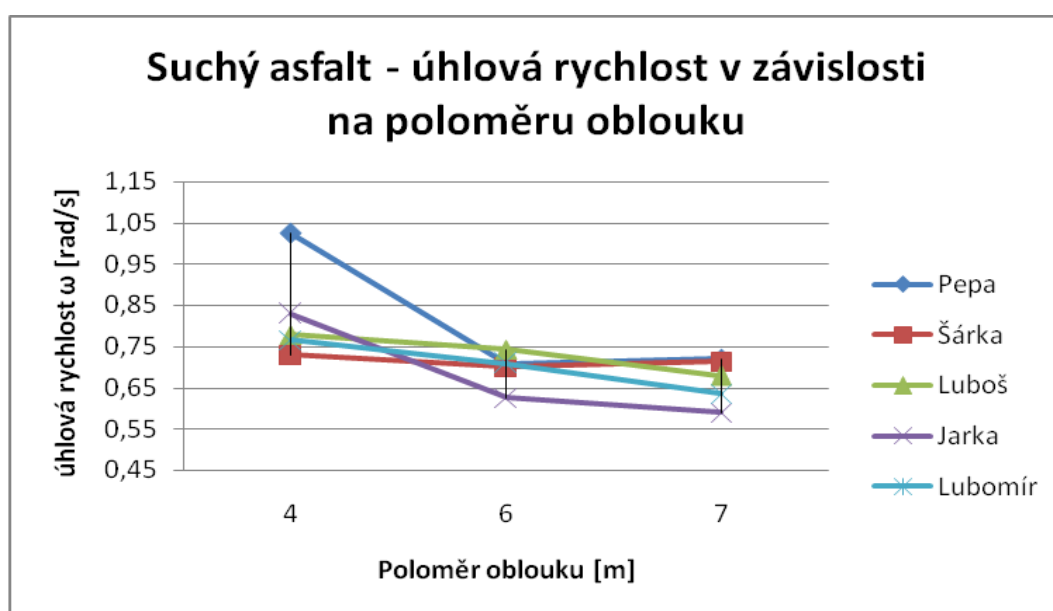
Vysvětlivky: s – dráha manévru [m]; t – čas manévru [s]; r – poloměr oblouku [m]

- Rychlost $v = \frac{s}{t}$ (8)

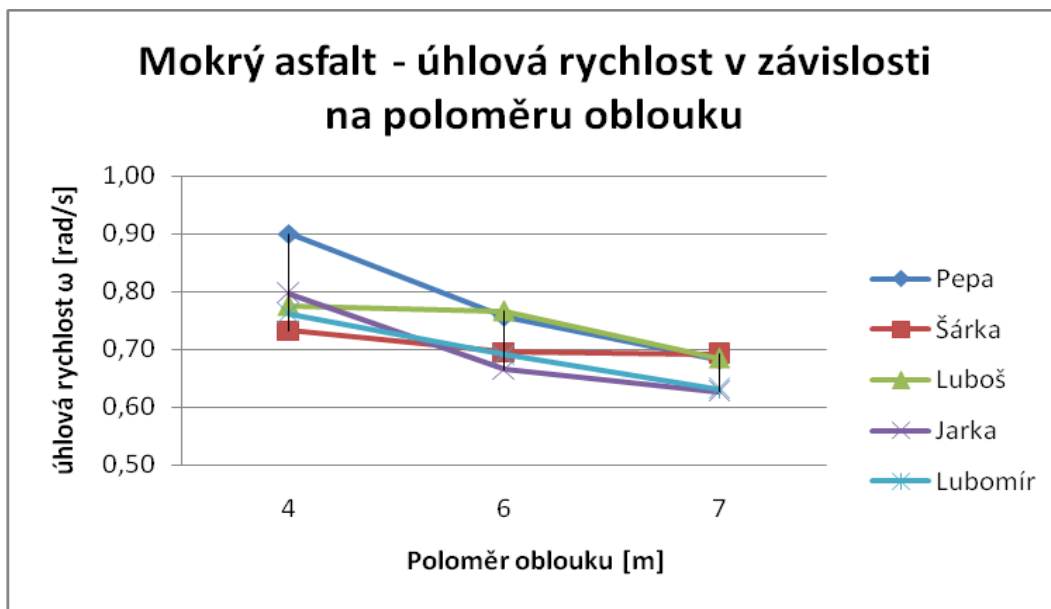
Vysvětlivky: s- dráha manévru (plus délka kola); t – čas manévru.

- Dostředivé zrychlení $a_d = \omega^2 \cdot r$ (9)

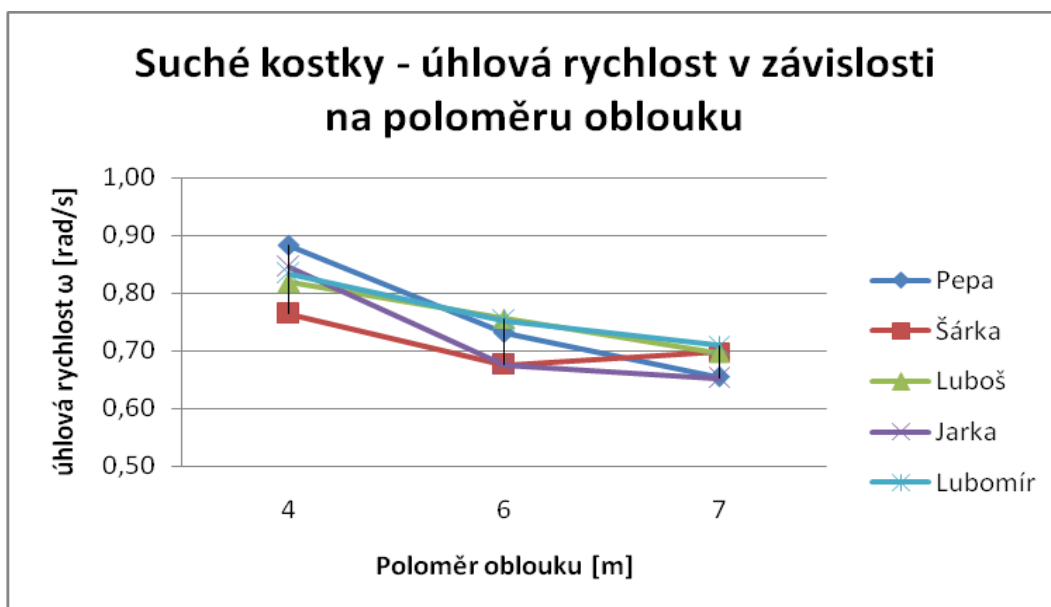
Úhlová rychlost ω



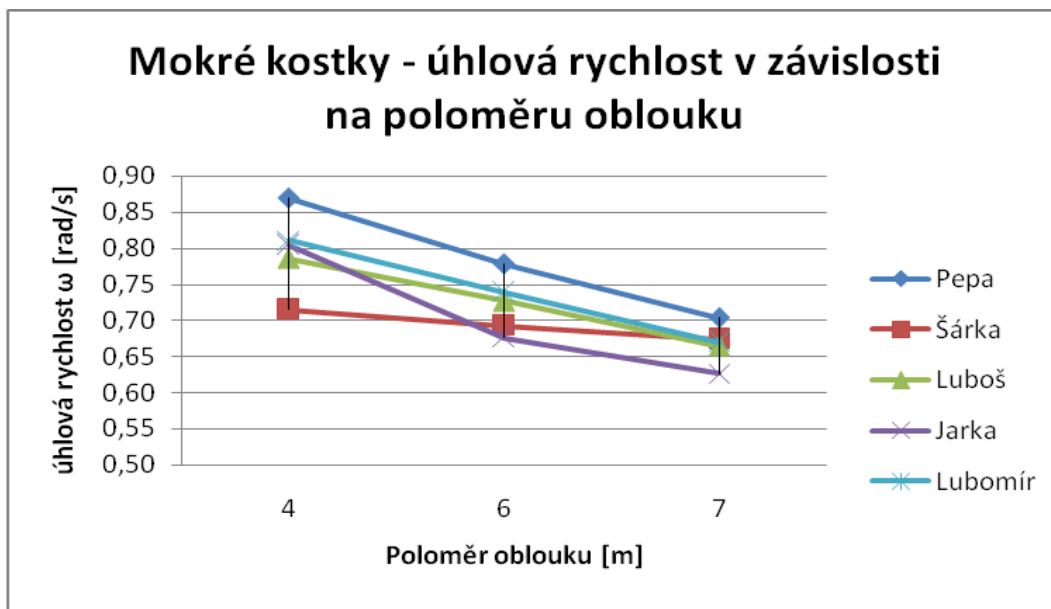
Graf č. 25 - Suchý asfalt - úhlová rychlost



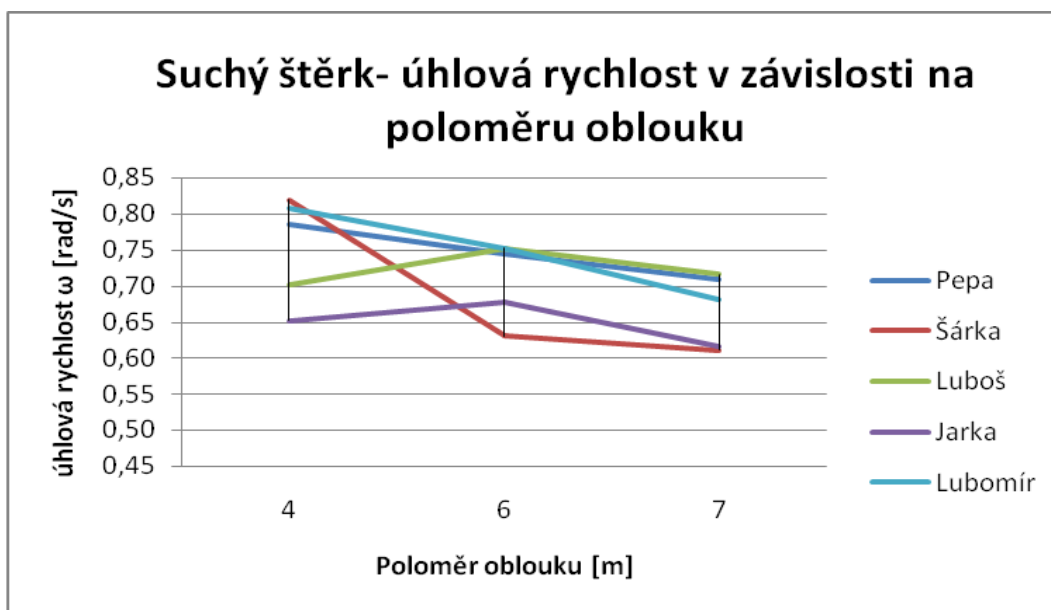
Graf č. 26 - Mokrý asfalt - úhlová rychlost



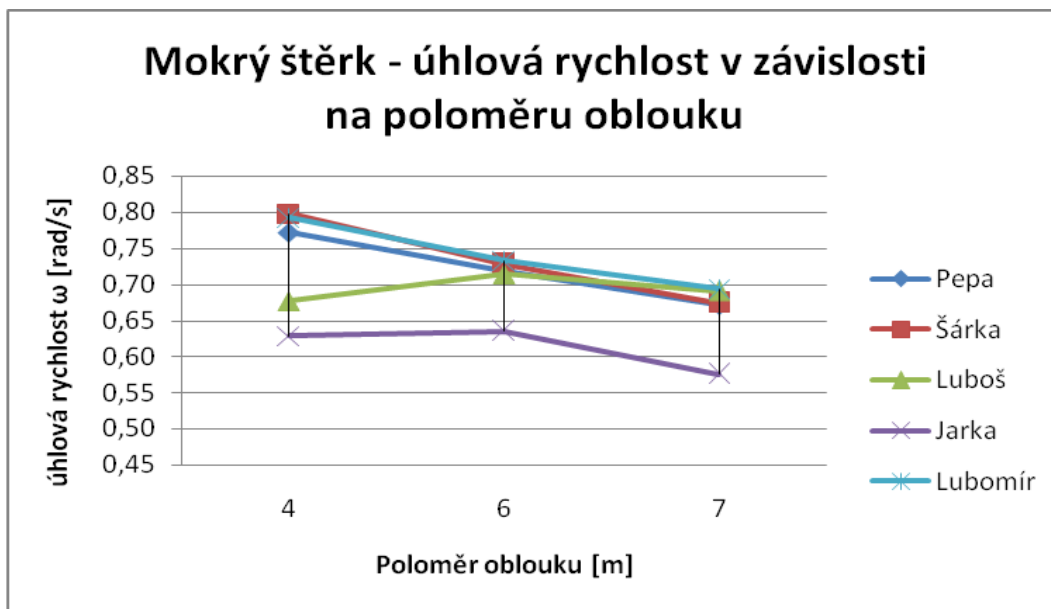
Graf č. 27 - Suché kostky - úhlová rychlost



Graf  . 28 - Mokr  kostky - úhlová rychlost

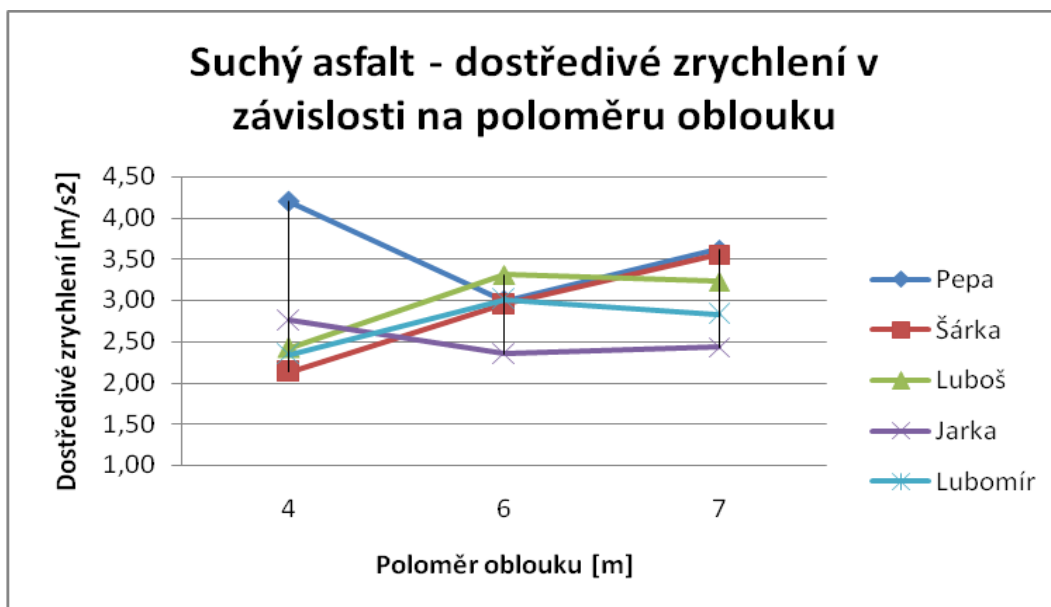


Graf  . 29 - Such    terk - úhlová rychlost

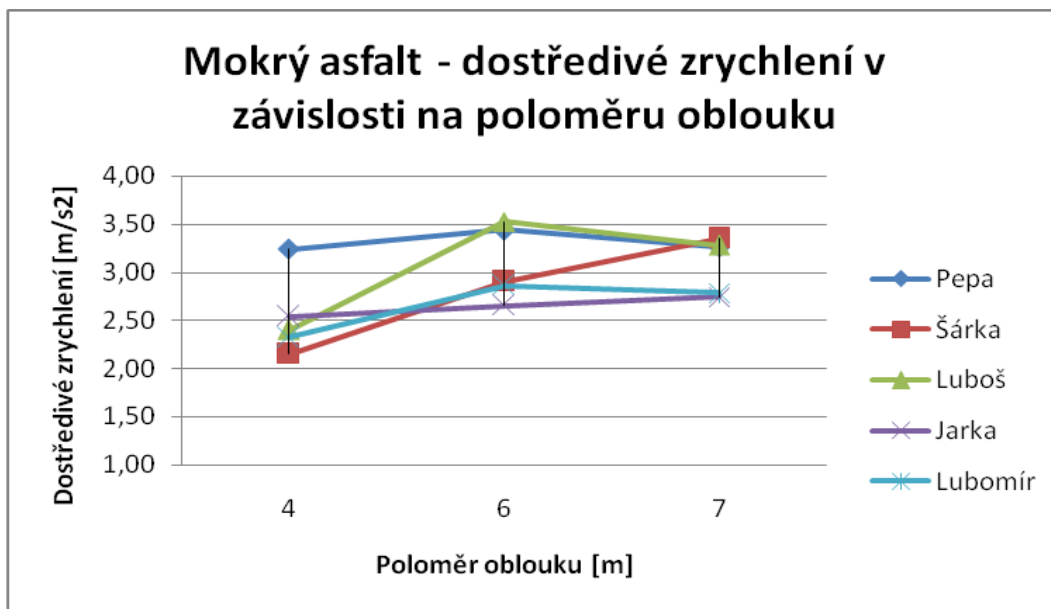


Graf č. 30 - Mokrý štěrč - úhlová rychlost

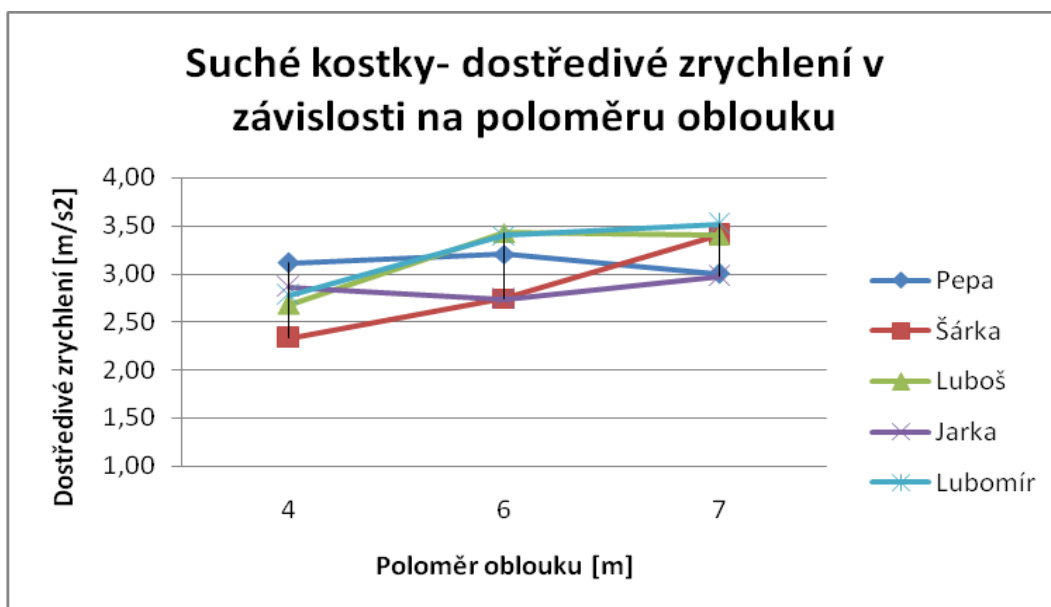
Dostředivé zrychlení a_d



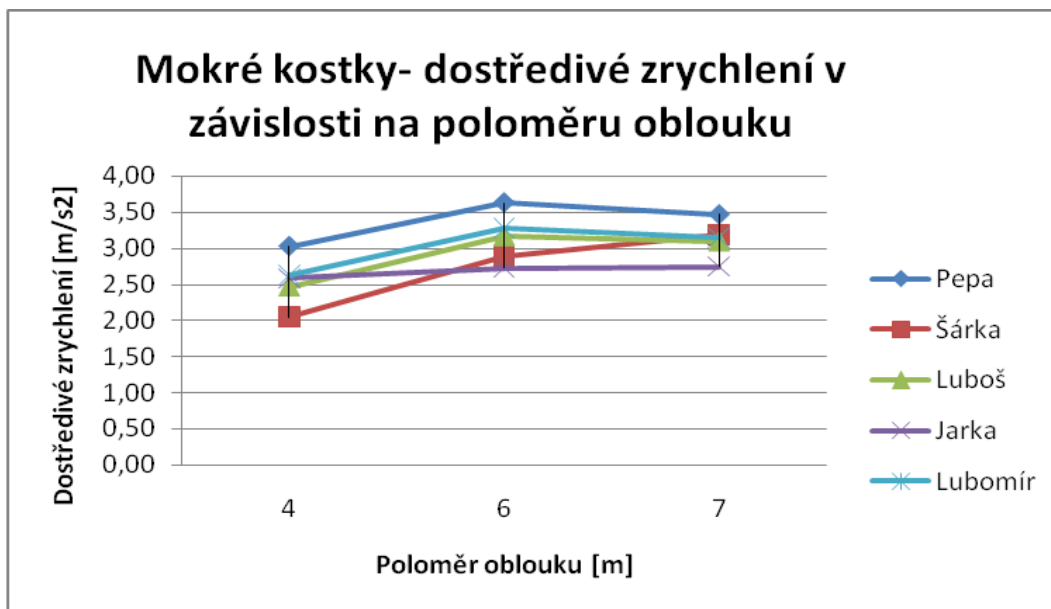
Graf č. 31 - Suchý asfalt - dostředivé zrychlení



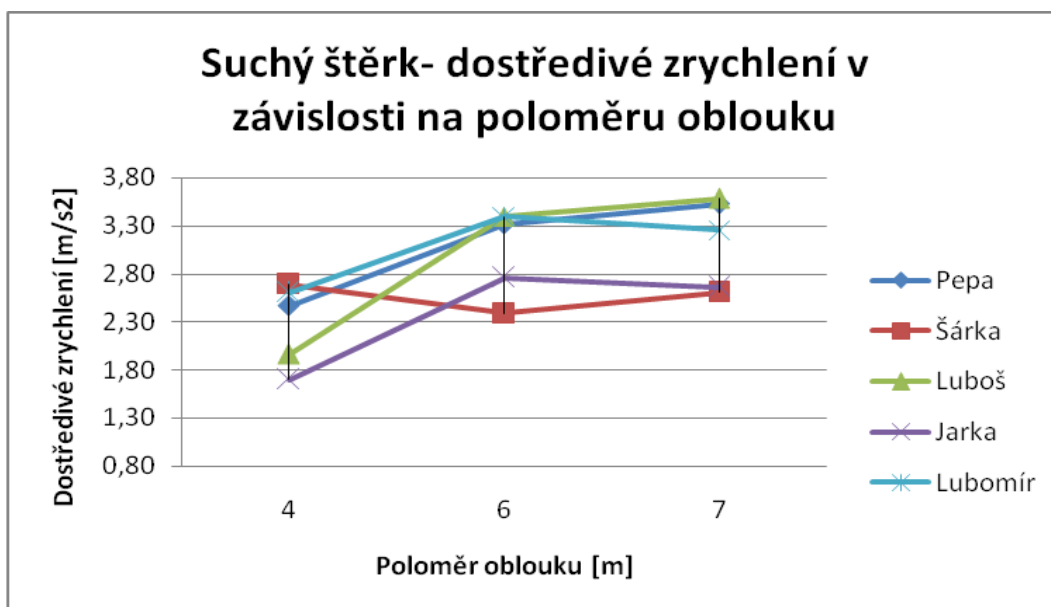
Graf č. 32 - Mokrý asfalt - dostředivé zrychlení



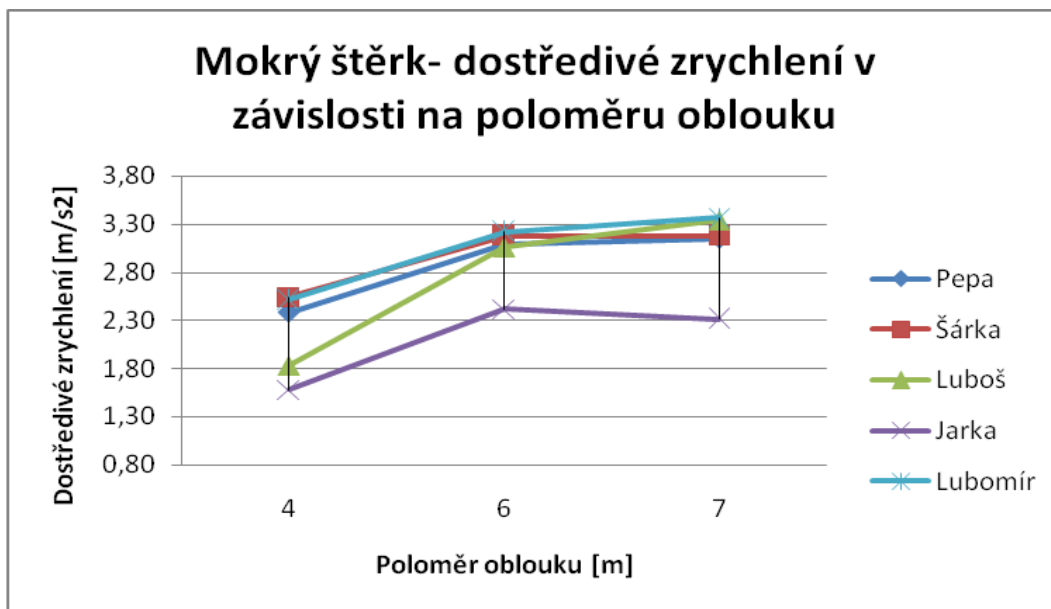
Graf č. 33 - Suché kostky - dostředivé zrychlení



Graf  . 34 - Mokr  kostky - dostředivé zrychlení

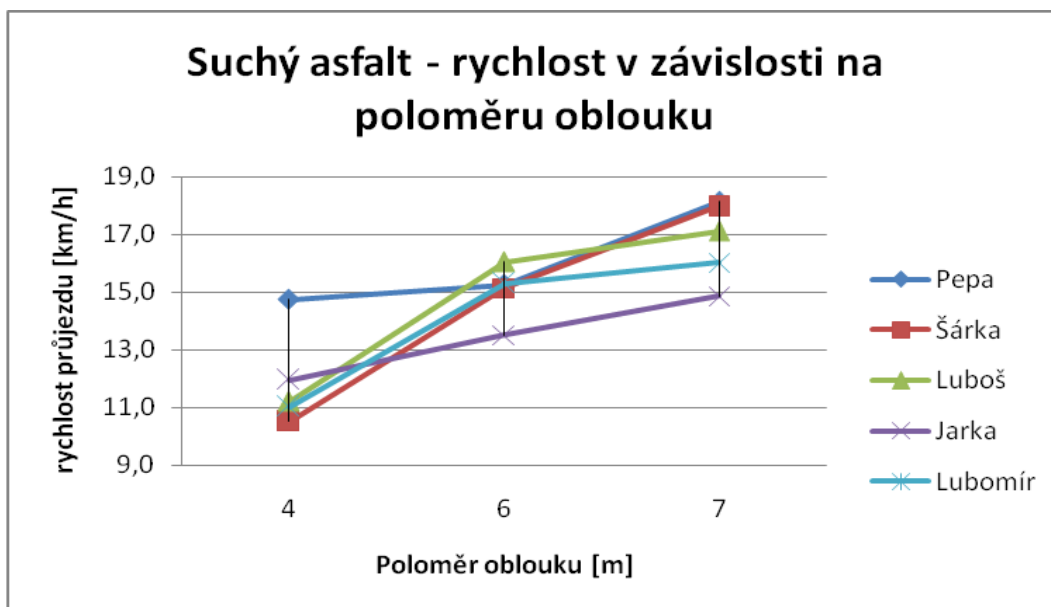


Graf  . 35 - Such  štěrč - dostředivé zrychlení

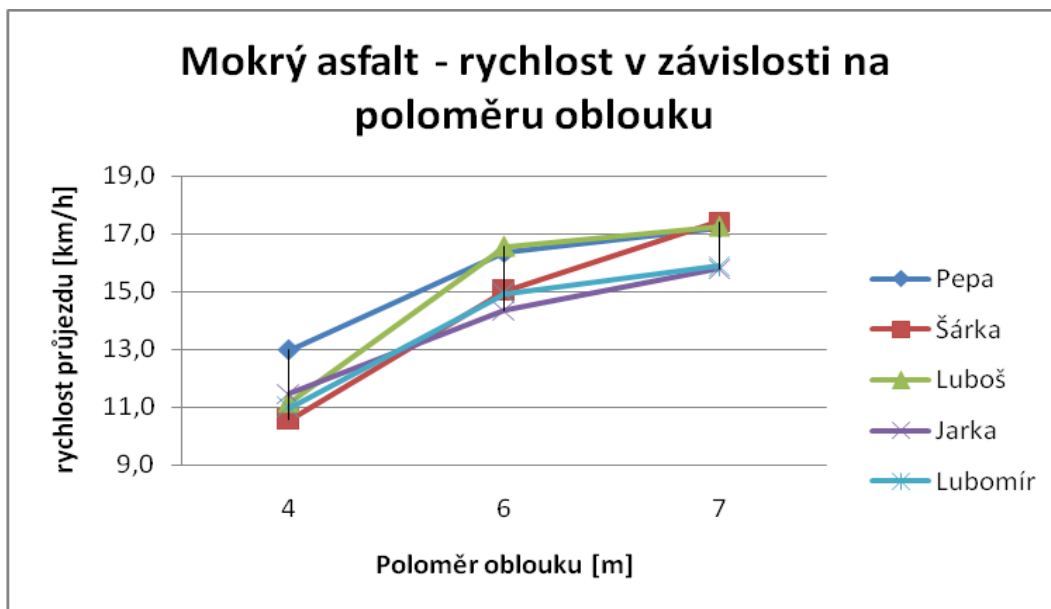


Graf č. 36 - Mokrý štěr- dostředivé zrychlení

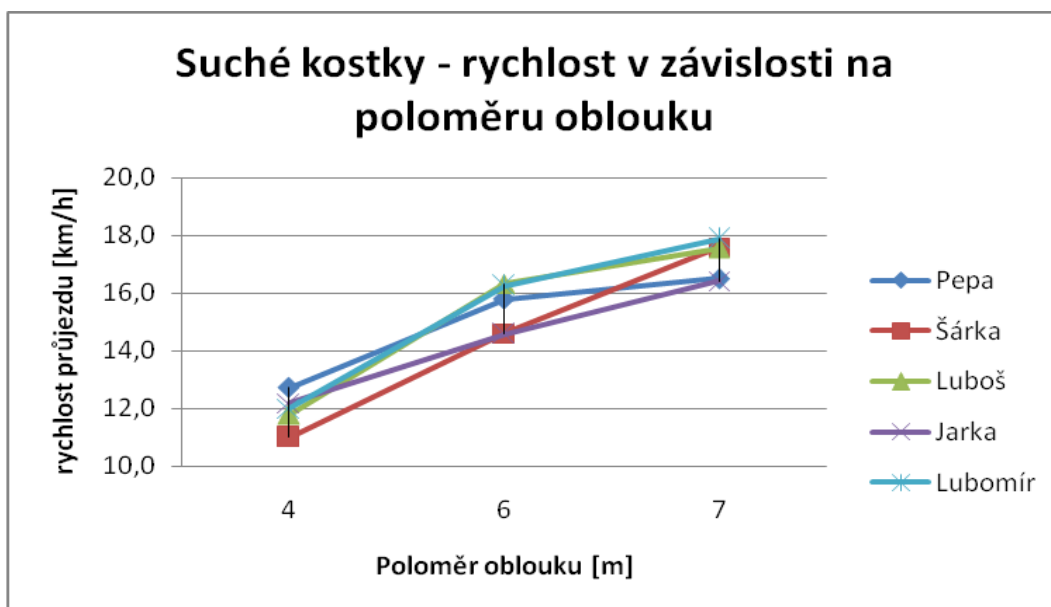
Rychlost průjezdu oblouku



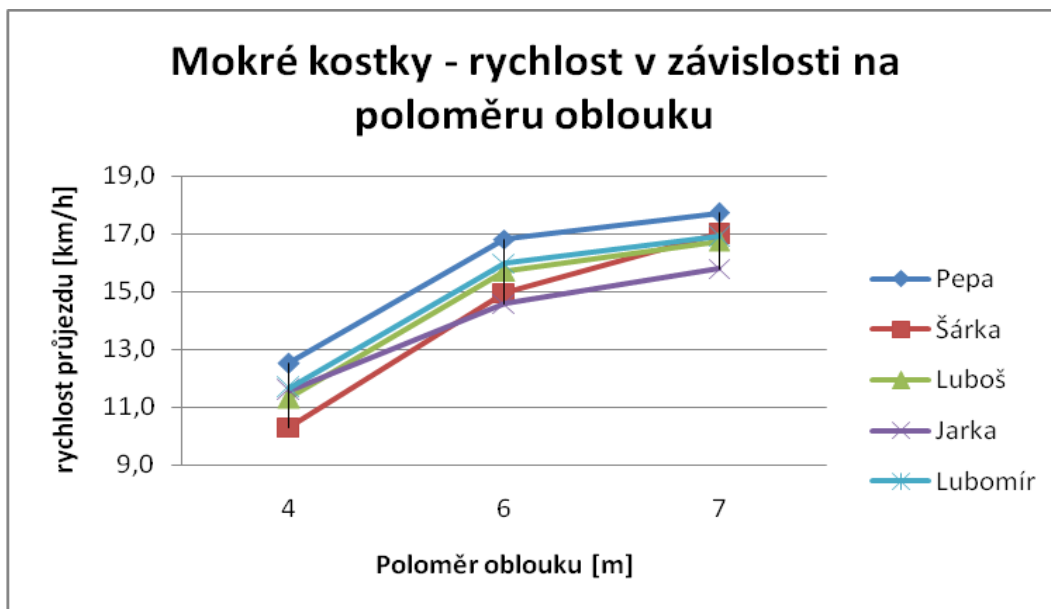
Graf č. 37 - Suchý asfalt - rychlost



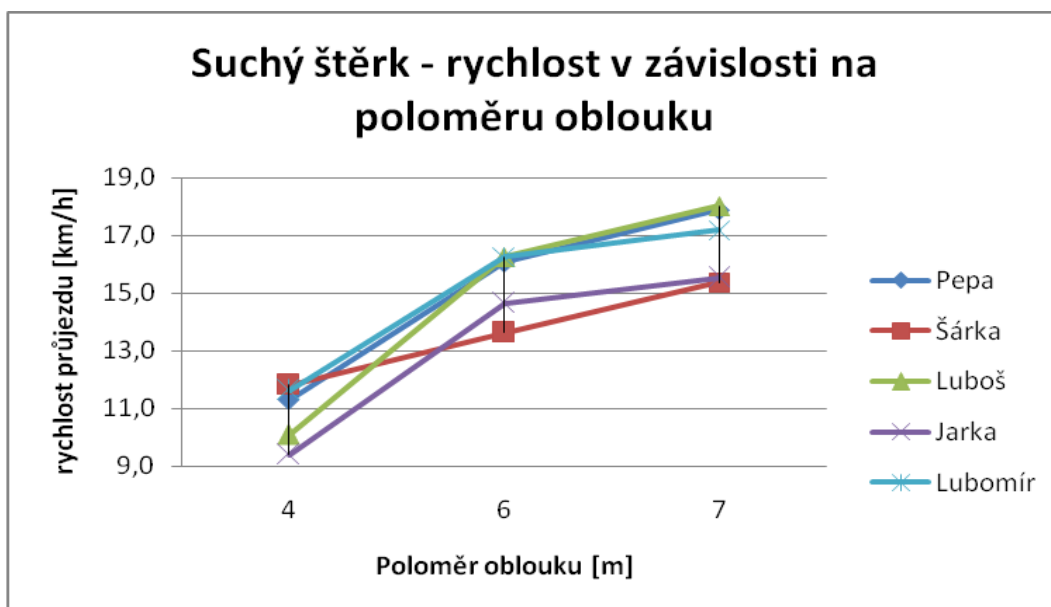
Graf č. 38 - Mokrý asfalt - rychlost



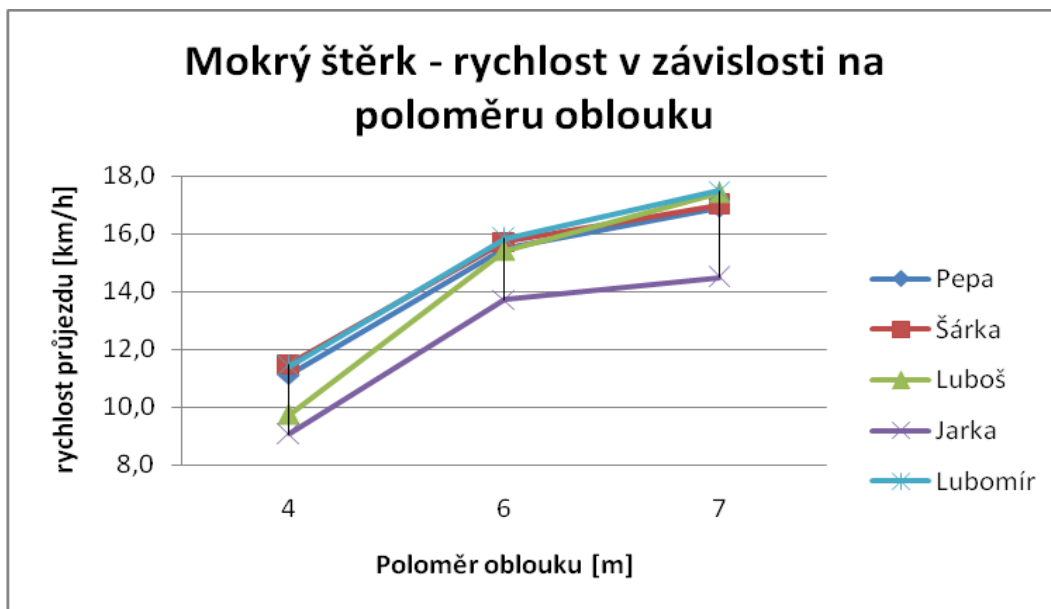
Graf č. 39 - Suché kostky - rychlost



Graf  . 40 - Mokr  kostky - rychlost



Graf  . 41 - Such    rk - rychlost



Graf č. 42 - Mokrý štěrka - rychlost

Vysvětlení ke grafům

Hodnoty v grafech, zachycující příčné přemístění a jízdu obloukem vykazují v některých případech výchyly – je to způsobeno tím, že jezdci dopředu věděli, jaký manévr budou vykonávat, před samotným měřením si tyto manévry vyzkoušeli. Docházelo tedy k razantnímu provedení manévru – snaže provést manévr „co nejlépe“. Dalším důležitým faktorem je lidský faktor – měření bylo prováděno stopkami, hodně závisí na reakci měřiče (nikdy nebude přesný jako elektronické měřicí přístroje).

3.2.6 Fakta zjištěná při měření:

Kostkami dlážděný povrch

Příčné přemístění, průjezd obloukem: Na suchém povrchu bezproblémová a bezpečná provedení manévru, dobrá adheze, i při nejnižší rychlosti a vyhnutí se překážce rychlým pohybem 1 m před ní bez problému na rozdíl od mokrého povrchu, kde jezdci zaznamenali u stejného případu částečnou ztrátu adheze předního kola. Při průjezdech oblouků se jevily známky nestability na mokřém povrchu o poloměru 7 m a rychlosti průjezdu 20 km/h. Na mokřém povrchu jsou kostky kluzké, jezdci upozorňovali zejména u rychlejšího vyhýbání na tendenci smyku a horší stability. Pro pohyb na kostkách lze doporučit opatrné (mírné) vyhýbání se překážce, stejně tak průjezd oblouku rychlostí, kterou cyklista bezpečně zvládne. Pro měření byl vybrán úsek s rovnou dlažbou. U těchto typů povrchů se však často stává, že se dlažba z kostek deformuje, vytváří výtluky a výmoly. Pro pohyb na tomto typu povrchu je

vhodnější použít kolo se silnějšími plášti, přiměřeně nahuštěnými – v našem případě kolo liberta, horské kolo. Tenké a natvrdo nahuštěné pláště silničních kol odskakují, čímž snižují stabilitu a bezpečnost jízdy.

Asfaltový povrch

Měření se uskutečnilo na bezporuchovém, provozem málo poznamenaném asfaltovém povrchu v zadní části parkoviště u obchodního domu. Na suchém povrchu bylo příčné přemístění i průjezd obloukem bezproblémovou záležitostí jak pro zkušenější, tak pro méně zkušené jezdce. Ani při mokrému povrchu si žádný z jezdců nestěžoval na nestabilní pohyb, ztrátu adheze apod. Samozřejmě, že při průjezdu oblouku o $R=7$ m rychlostí 20 km/h jezdci byli opatrnější a najížděli rychlostí většinou těsně pod hranici 20 km/h. Vzhledem k bezpečnosti nebyly zkoušeny vyšší nájezdové rychlosti.

Zkušební měření proběhlo na bezporuchovém (ideálním) povrchu, což bohužel v praxi není častý jev. Při jízdě na kole je nutné dávat pozor na výmoly, výtluky, praskliny v asfaltu, štěrk na silnici, který je pro jednostopá vozidla zvláště nebezpečný. Pro bezpečnost je důležité, aby cyklista sledoval dráhu před sebou alespoň na vzdálenost přibližně 10 – 20 m (s vyšší rychlostí vyšší vzdálenost), a „četl“ tak povrch vozovky. Pro objíždění překážek lze doporučit z poznatků měření „mírné“ vyhýbání se překážkám v dostatečné vzdálenosti před ní s dáváním znamení o změně směru jízdy.

Štěrkový povrch

Měření proběhlo na tréninkovém fotbalovém hřišti, kde byl povrch částečně zatravněn. V centrální části, kde se měření uskutečnilo, byl smíchán štěrk s pískem a jemnou škvárou. Povrch byl udusán. Při příčném přemístění byl nejnebezpečnější pohyb „rychlým“ přemístěním, kdy přes nízkou nájezdovou rychlost mírně podkluzovala přední kola. Nejlépe a nejbezpečněji se jezdci cítili při „mírném“ vyhýbání se. Při průjezdech oblouků byl problémový průjezd oblouku o $R=7$ m rychlostí 20 km/h, kdy jezdci sice dodrželi vyznačenou trajektorii oblouku, ale hlavně jezdci na silničních kolech projížděli oblouk na hranici smyku a označili tuto rychlost pro daný oblouk za maximální. Při mokrému štěrkovém povrchu nebyly zaznamenány zvláštní rozdíly. Znatelné rozdíly by byly možné v případě podmáčeného trávníku, na bahnitém povrchu. Mokrá štěrka se zdá být stabilnější a pevnější než suchá. Kvůli slunečnému počasí se voda po pokropení rychle vsákla a i po opakovaném kropení neodpovídal povrch podmínkám za deště.

Při jízdě na šterku musí být cyklista opatrný, nepřeceňovat své schopnosti a přizpůsobit rychlost jízdy povrchu. Nejlépe se na tomto povrchu pohybuje na horských či trekkingových kolech s terénním vzorkem. Sportovní jezdci by si měli uvědomit při jízdě na lesních a horských cestách riziko, které plyne z případné nehody – na těchto cestách (stezkách) je malá frekvence pohybu ostatních cyklistů a turistů a při případném zranění nemá jezdce kdo najít.

Fotografie, jak měření probíhalo



Obr. č. 57 - Povrch – kostky



Obr. č. 60 - Jízda obloukem – asfalt



Obr. č. 58 - Přemístění – kostky



Obr. č. 61 - Jízda obloukem – Jarka



Obr. č. 59 - Přemístění – Lubomír



Obr. č. 62 - Přemístění - šterk – Pepa



Obr. č. 63 - Přemístění – Jarka



Obr. č. 64 - Vytváření mokrého povrchu

4 SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ

Na tomto místě budou srovnány výsledky měření s hodnotami naměřenými ing. Krejsou (tabulky 17, 18, 19, 20). Jím vypočtené hodnoty příčného zrychlení se pohybují v rozmezí $1 - 3 \text{ m/s}^2$ (dětské kolo není zahrnuto). Hodnoty naměřené v této práci se pohybují v rozmezí $1,58 - 4,5 \text{ m/s}^2$ u mužů, u žen je to méně $1,47 - 3,75 \text{ m/s}^2$. Ovšem hodnoty přesahující 4 m/s^2 jsou spíše výjimečné a vznikly razantním provedením manévru jezdce (krátkém času manévru). Výsledky jsou uvedeny v tabulkách 31 a 32.

Tab. č. 31 - Příčné zrychlení – muži

muži	příčné zrychlení [m/s ²]
asfalt suchý	2,04 - 3,92
asfalt mokrý	2,04 - 4,01
kostky suché	2,07 - 4,52
kostky mokré	1,80 - 4,25
štěrka suchý	1,98 - 3,09
štěrka mokrý	1,58 - 3,40

Tab. č. 32 - Příčné zrychlení – ženy

ženy	příčné zrychlení [m/s ²]
asfalt suchý	1,90 - 3,32
asfalt mokrý	2,16 - 2,88
kostky suché	2,07 - 3,75
kostky mokré	2,24 - 3,12
štěrka suchý	1,47 - 3,06
štěrka mokrý	1,51 - 2,97

V tabulkách 33 a 34 jsou výsledky dostředivého zrychlení vypočítané z jízdy obloukem. U mužů se tyto hodnoty pohybují v rozmezí $1,83 - 4,2 \text{ m/s}^2$ a u žen $1,58 - 3,56 \text{ m/s}^2$.

Tab. č. 33 Dostředivé zrychlení – muži

muži	dostředivé zrychlení [m/s ²]
suchý asfalt	2,34 - 4,2
mokrý asfalt	2,32 - 3,52
suché kostky	2,68 - 3,52
mokré kostky	2,47 - 3,63
suchý štěrka	1,97 - 3,58
mokrý štěrka	1,83 - 3,37

Tab. č. 34 Dostředivé zrychlení – ženy

ženy	dostředivé zrychlení [m/s ²]
suchý asfalt	2,13 - 3,56
mokrý asfalt	2,15 - 3,35
suché kostky	2,33 - 3,41
mokré kostky	2,05 - 3,18
suchý štěrka	1,7 - 2,76
mokrý štěrka	1,58 - 3,18

ZÁVĚR

Úkolem práce bylo provést měření jízdy obloukem a příčného přemístění cyklistů. Nad rámec práce je zahrnuta část brzdných zkoušek. Hodnoty naměřené odpovídají srovnání hodnotám naměřenými a vypočítanými jinými autory. Složitější manévry, jak organizačně, tak z hlediska provedení byly jízda obloukem a příčné přemístění. Bylo provedeno zkušební měření, aby si autor ujasnil průběh měření a to bylo následně co neefektivnější. Z analýzy nehodovosti vyplynulo, že většina dopravních nehod s účastí cyklistů se odehraje na území obce. Měření tedy proběhlo na třech typech povrchů, které se vyskytují nejčastěji v intravilánu obce. Naměřené hodnoty se od sebe příliš nelišily (vyjma šterkového povrchu). Je to způsobeno tím, že se manévry konaly na přibližně stejném sklonu komunikace, rychlosti manévru nebyly vysoké (jezdci měli za úkol najíždět přibližně rychlostí 10, 15 a 20 km/h). Tyto rychlosti byly zvoleny záměrně z odpozorování chování cyklistů ve městech – očividně vyšší rychlostí se pohybují výhradně trénovaní cyklisté. Vypočítané hodnoty se přibližně shodují s výsledky autorů dřívějších měření.

Měření času manévru záviselo výhradně na lidském faktoru – reakci časoměřiče. Bohužel neexistují elektronické měřicí přístroje, které by bylo možné k jízdnímu kolu připevnit a následně výsledky zpracovat pomocí výpočetní techniky. Informace o dráze a času pohybu by byly přesnější. Měření lze přesto zhodnotit jako úspěšné.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Tůma, J. 1982. *Velký obrazový atlas dopravy*, 1. Vydání, Mladé letá, Bratislava 1982, poč. str. 495. 66-223-82
- [2] Quido magazín [online]. Vydává Q-klub AMAVET Příbram, [cit. 2011-02-16]. Dostupné z <<http://www.quido.cz/705/default.asp>. >
- [3] Milson, F. *Bike manuál, vše, co potřebujete vědět o svém kole*, 1. Vydání, GRADA publishing, Praha 2008. 192 str. ISBN 978-80-247-2214-6
- [4] Velosport Valenta [online]. cENSis 2007-2010 [cit. 2011-03-10]. Dostupné z <<http://www.velosport.cz/cs/>>
- [5] Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia ČR. 2010. *Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České Republice za rok 2009*. Praha duben 2010. Poč. str. 183
- [6] Ředitelství služby dopravní policie Policejního prezidia ČR. 2011. *Přehled o nehodovosti na pozemních komunikacích v České Republice za rok 2010*. Praha duben 2011.
- [7] Policie České Republiky [online]. c2010 Policie ČR [cit. 2011-03-18]. Dostupné z <<http://www.policie.cz>>
- [8] Kasanický, G., Kohút, P. *Analýza nehod jednostopových vozidiel*. 1. Vyd. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2000. 448 s. ISBN 80-7100-598-3
- [9] Krejsa, I., 1997. *Problematika nehod s účastí cyklistů*. Soudní inženýrství č. 5/6, ročník 8 – 1997. Str. 28-30.
- [10] Archív znalců
- [11] Burg, H., Moser, A., 2007. *Handbuch der Verkehrsunfall-Rekonstruktion*, 1. Vyd. Wiesbaden: Vieweg 2007. ISBN 978-3-8348-0172-2
- [12] ÚSI VUT v Brně, 2002. Znalecký standard III. *Základní postupy pro technickou analýzu průběhu a příčin silničních dopravních nehod*. Nevydáno. Aktualizace znaleckého standardu č. III z r. 1990.
- [13] Raucher, H., *Empirische Untersuchung des Spurwechsel* Ing. Büro Plöching, Tiefenbach 2001

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

MTB mount bike

XS extra small

S small

M medium

L large

XL extra large

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A - figurant Pepa – naměřené hodnoty

Příloha B - figurant Šárka – naměřené hodnoty

Příloha C - figurant Luboš – naměřené hodnoty

Příloha D - figurant Jarka – naměřené hodnoty

Příloha E - figurant Lubomír – naměřené hodnoty

PŘÍLOHY

Příloha A

Pepa – jízda obloukem

Jezdec Pepa	průjezd obloukem		dráha [m]			čas		rychlost/zrychlení rozjezd			úhlová v	obvod. V	dostř. A
Povrch	průjezd	R [m]	rozjezd	manévr	celkem	rozjezd	manévr	V[km/h]	a [m/s ²]	S za 1s	ω [rad/s]	[m/s]	ad [m/s ²]
asfalt suchý	pomalý	4	20	7,13	27,13	6,50	1,74	14,8	0,63	0,1630	1,02	4,10	4,20
	střední	6	20	10,13	30,13	5,77	2,39	15,3	0,73	0,1124	0,71	4,24	2,99
	rychlý	7	20	11,23	31,23	3,89	2,23	18,1	1,29	0,1145	0,72	5,04	3,62
asfalt mokrá	pomalý	4	20	7,13	27,13	6,70	1,98	13,0	0,54	0,1433	0,90	3,60	3,24
	střední	6	20	10,13	30,13	5,89	2,23	16,4	0,77	0,1205	0,76	4,54	3,44
	rychlý	7	20	11,23	31,23	4,02	2,35	17,2	1,19	0,1087	0,68	4,78	3,26
kostky suché	pomalý	4	20	7,13	27,13	6,40	2,02	12,7	0,55	0,1404	0,88	3,53	3,11
	střední	6	20	10,13	30,13	5,82	2,31	15,8	0,75	0,1163	0,73	4,39	3,21
	rychlý	7	20	11,23	31,23	4,45	2,45	16,5	1,03	0,1042	0,65	4,58	3,00
kostky mokré	pomalý	4	20	7,13	27,13	6,82	2,05	12,5	0,51	0,1384	0,87	3,48	3,02
	střední	6	20	10,13	30,13	6,02	2,17	16,8	0,78	0,1238	0,78	4,67	3,63
	rychlý	7	20	11,23	31,23	4,76	2,28	17,7	1,03	0,1120	0,70	4,93	3,47
šterk suchý	pomalý	4	20	7,13	27,13	7,00	2,27	11,3	0,45	0,1250	0,79	3,14	2,47
	střední	6	20	10,13	30,13	4,70	2,27	16,1	0,95	0,1184	0,74	4,46	3,32
	rychlý	7	20	11,23	31,23	4,57	2,26	17,9	1,09	0,1130	0,71	4,97	3,53
šterk mokrá	pomalý	4	20	7,13	27,13	7,12	2,31	11,1	0,43	0,1228	0,77	3,09	2,38
	střední	6	20	10,13	30,13	5,41	2,35	15,5	0,80	0,1143	0,72	4,31	3,10
	rychlý	7	20	11,23	31,23	4,80	2,39	16,9	0,98	0,1068	0,67	4,70	3,15

Pepa – příčné

Pepa	Přemístění	Dráha [m]			Čas		t=t1+t2+t3	Jízda	Rozjezd	ZSIII
Povrch	Y [m]	Rozjezd	Manévr	Celkem	Rozjezd	Manévr t2	Přemístění celkem t při (t1+t3=0,4)	v skut.	a [m/s ²]	ay [m/s ²]
Asfalt suchý	1	20	3,28	23,28	6,28	1	1,4	11,8	0,52	2,04
	2	20	6,38	26,38	5,92	1,42	1,82	16,2	0,76	2,42
	3	20	8,63	28,63	6,23	1,58	1,98	19,7	0,88	3,06
Asfalt mokrá	1	20	3,28	23,28	7,2	0,9	1,3	13,1	0,51	2,37
	2	20	6,38	26,38	6,26	1,25	1,65	18,4	0,82	2,94
	3	20	8,63	28,63	5,35	1,52	1,92	20,4	1,06	3,26
Kostky suché	1	20	3,28	23,28	6,75	0,99	1,39	11,9	0,49	2,07
	2	20	6,38	26,38	5,71	1,5	1,9	15,3	0,74	2,22
	3	20	8,63	28,63	5,3	1,33	1,73	23,4	1,22	4,01
Kostky mokré	1	20	3,28	23,28	7,75	1,09	1,49	10,8	0,39	1,80
	2	20	6,38	26,38	5,44	1,45	1,85	15,8	0,81	2,34
	3	20	8,63	28,63	4,88	1,37	1,77	22,7	1,29	3,83
Šterk suchý	1	20	3,28	23,28	6,7	1,02	1,42	11,6	0,48	1,98
	2	20	6,38	26,38	5,22	1,23	1,63	18,7	0,99	3,01
	3	20	8,63	28,63	4,96	1,57	1,97	19,8	1,11	3,09
Šterk mokrá	1	20	3,28	23,28	6,37	1,19	1,59	9,9	0,43	1,58
	2	20	6,38	26,38	6,47	1,64	2,04	14,0	0,60	1,92
	3	20	8,63	28,63	4,95	1,73	2,13	18,0	1,01	2,64

Příloha B

Šárka – jízda obloukem

Jezdec Šárka	průjezd obloukem		dráha [m]			čas		rychlost/zrychlení rozjezd			úhlová v	obvod. V	dostř. A
Povrch	průjezd	R [m]	rozjezd	manévr	celkem	rozjezd	manévr	V[km/h]	a [m/s ²]	S za 1s	ω [rad/s]	[m/s]	ad [m/s ²]
asfalt suchý	pomalý	4	20	7,18	27,18	7,48	2,46	10,5	0,39	0,1161	0,73	2,92	2,13
	střední	6	20	10,18	30,18	6,70	2,42	15,1	0,63	0,1116	0,70	4,21	2,95
	rychlý	7	20	11,28	31,28	5,49	2,26	18,0	0,91	0,1135	0,71	4,99	3,56
asfalt mokrá	pomalý	4	20	7,18	27,18	7,66	2,45	10,6	0,38	0,1166	0,73	2,93	2,15
	střední	6	20	10,18	30,18	6,85	2,44	15,0	0,61	0,1107	0,70	4,17	2,90
	rychlý	7	20	11,28	31,28	5,86	2,33	17,4	0,83	0,1101	0,69	4,84	3,35
kostky suché	pomalý	4	20	7,18	27,18	7,02	2,35	11,0	0,44	0,1216	0,76	3,06	2,33
	střední	6	20	10,18	30,18	6,53	2,51	14,6	0,62	0,1076	0,68	4,06	2,74
	rychlý	7	20	11,28	31,28	5,41	2,31	17,6	0,90	0,1110	0,70	4,88	3,41
kostky mokré	pomalý	4	20	7,18	27,18	8,01	2,51	10,3	0,36	0,1138	0,72	2,86	2,05
	střední	6	20	10,18	30,18	6,89	2,45	15,0	0,60	0,1102	0,69	4,16	2,88
	rychlý	7	20	11,28	31,28	5,86	2,39	17,0	0,81	0,1073	0,67	4,72	3,18
šterk suchý	pomalý	4	20	7,18	27,18	6,26	2,19	11,8	0,52	0,1305	0,82	3,28	2,69
	střední	6	20	10,18	30,18	5,95	2,69	13,6	0,64	0,1004	0,63	3,78	2,39
	rychlý	7	20	11,28	31,28	5,80	2,64	15,4	0,74	0,0971	0,61	4,27	2,61
šterk mokrá	pomalý	4	20	7,18	27,18	6,81	2,25	11,5	0,47	0,1270	0,80	3,19	2,55
	střední	6	20	10,18	30,18	6,15	2,33	15,7	0,71	0,1159	0,73	4,37	3,18
	rychlý	7	20	11,28	31,28	5,43	2,39	17,0	0,87	0,1073	0,67	4,72	3,18

Šárka – příčné přemístění

Šárka	Přemístění	Dráha [m]			Čas		t=t1+t2+t3	Jízda	Rozjezd	ZS III
Povrch	Y [m]	Rozjezd	Manévr	Celkem	Rozjezd	Manévr t2	Přemístění celkem t při (t1+t3=0,4)	v skut.	a [m/s ²]	ay [m/s ²]
Asfalt suchý	1	20	3,33	23,33	7,48	0,79	1,19	9,9	0,56	2,82
	2	20	6,43	26,43	5,19	1,65	2,05	15,2	0,53	1,90
	3	20	8,68	28,68	5,95	1,77	2,17	17,7	0,82	2,55
Asfalt mokrá	1	20	3,33	23,33	8,35	0,92	1,32	13,0	0,43	2,30
	2	20	6,43	26,43	6,09	1,32	1,72	17,5	0,80	2,70
	3	20	8,68	28,68	5,19	1,64	2,04	19,1	1,02	2,88
Kostky suché	1	20	3,33	23,33	9,58	0,99	1,39	12,1	0,35	2,07
	2	20	6,43	26,43	6,51	1,27	1,67	18,2	0,78	2,87
	3	20	8,68	28,68	4,99	1,39	1,79	22,5	1,25	3,75
Kostky mokré	1	20	3,33	23,33	8,91	0,84	1,24	14,3	0,44	2,60
	2	20	6,43	26,43	8,01	1,42	1,82	16,3	0,57	2,42
	3	20	8,68	28,68	6,53	1,56	1,96	20,0	0,85	3,12
Šterk suchý	1	20	3,33	23,33	7,22	1,15	1,55	10,4	0,40	1,66
	2	20	6,43	26,43	6,09	1,54	1,94	15,0	0,69	2,13
	3	20	8,68	28,68	4,85	1,58	1,98	19,8	1,13	3,06
Šterk mokrá	1	20	3,33	23,33	7,85	1,09	1,49	11,0	0,39	1,80
	2	20	6,43	26,43	6,77	1,45	1,85	16,0	0,66	2,34
	3	20	8,68	28,68	5,42	1,61	2,01	19,4	0,99	2,97

Příloha C

Luboš – jízda obloukem

Jezdec Luboš	průjezd obloukem		dráha [m]			čas		rychlost/zrychlení rozjezd			úhlová v	obvod. v	dostř. A
Povrch	průjezd	R [m]	rozjezd	manévr	celkem	rozjezd	manévr	V[km/h]	a [m/s ²]	S za 1s	ω [rad/s]	[m/s]	ad [m/s ²]
asfalt suchý	pomalý	4	20	7,07	27,07	7,33	2,27	11,2	0,42	0,1239	0,78	3,11	2,43
	střední	6	20	10,07	30,07	5,51	2,26	16,0	0,81	0,1182	0,74	4,46	3,31
	rychlý	7	20	11,17	31,17	5,73	2,35	17,1	0,83	0,1081	0,68	4,75	3,23
asfalt mokrá	pomalý	4	20	7,07	27,07	6,59	2,28	11,2	0,47	0,1234	0,78	3,10	2,40
	střední	6	20	10,07	30,07	5,45	2,19	16,6	0,84	0,1220	0,77	4,60	3,52
	rychlý	7	20	11,17	31,17	5,67	2,33	17,3	0,85	0,1090	0,68	4,79	3,28
kostky suché	pomalý	4	20	7,07	27,07	7,13	2,16	11,8	0,46	0,1302	0,82	3,27	2,68
	střední	6	20	10,07	30,07	6,59	2,22	16,3	0,69	0,1203	0,76	4,54	3,43
	rychlý	7	20	11,17	31,17	5,48	2,29	17,6	0,89	0,1109	0,70	4,88	3,40
kostky mokré	pomalý	4	20	7,07	27,07	6,80	2,25	11,3	0,46	0,1250	0,79	3,14	2,47
	střední	6	20	10,07	30,07	6,45	2,31	15,7	0,68	0,1156	0,73	4,36	3,17
	rychlý	7	20	11,17	31,17	5,51	2,40	16,8	0,84	0,1058	0,66	4,65	3,09
šterk suchý	pomalý	4	20	7,07	27,07	7,22	2,52	10,1	0,39	0,1116	0,70	2,81	1,97
	střední	6	20	10,07	30,07	6,11	2,23	16,3	0,74	0,1198	0,75	4,52	3,40
	rychlý	7	20	11,17	31,17	5,63	2,23	18,0	0,89	0,1139	0,72	5,01	3,58
šterk mokrá	pomalý	4	20	7,07	27,07	7,31	2,61	9,8	0,37	0,1078	0,68	2,71	1,83
	střední	6	20	10,07	30,07	6,22	2,35	15,4	0,69	0,1137	0,71	4,29	3,06
	rychlý	7	20	11,17	31,17	5,92	2,31	17,4	0,82	0,1099	0,69	4,84	3,34

Luboš – příčné přemístění

Luboš	Přemístění	Dráha [m]			Čas		t=t1+t2+t3	Jízda	Rozjezd	ZSIII
Povrch	Y [m]	Rozjezd	Manévr	Celkem	Rozjezd	Manévr t2	Přemístění celkem t při (t1+t3=0,4)	v skut.	a [m/s ²]	ay [m/s ²]
Asfalt suchý	1	20	3,22	23,22	6,27	0,81	1,21	14,3	0,63	2,73
	2	20	6,32	26,32	5,35	1,26	1,66	18,1	0,94	2,90
	3	20	8,57	28,57	4,83	1,43	1,83	21,6	1,24	3,58
Asfalt mokrá	1	20	3,22	23,22	7,37	1	1,4	11,6	0,44	2,04
	2	20	6,32	26,32	5,63	1,21	1,61	18,8	0,93	3,09
	3	20	8,57	28,57	4,69	1,33	1,73	23,2	1,37	4,01
Kostky suché	1	20	3,22	23,22	6,8	0,82	1,22	14,1	0,58	2,69
	2	20	6,32	26,32	5,17	1,18	1,58	19,3	1,04	3,20
	3	20	8,57	28,57	5,44	1,23	1,63	25,1	1,28	4,52
Kostky mokré	1	20	3,22	23,22	5,82	0,9	1,3	12,9	0,61	2,37
	2	20	6,32	26,32	6,38	1,42	1,82	16,0	0,70	2,42
	3	20	8,57	28,57	5,56	1,28	1,68	24,1	1,20	4,25
Šterk suchý	1	20	3,22	23,22	7,15	0,95	1,35	12,2	0,47	2,19
	2	20	6,32	26,32	5,73	1,43	1,83	15,9	0,77	2,39
	3	20	8,57	28,57	5,5	1,62	2,02	19,0	0,96	2,94
Šterk mokrá	1	20	3,22	23,22	6,9	1,05	1,45	11,0	0,44	1,90
	2	20	6,32	26,32	5,68	1,35	1,75	16,9	0,82	2,61
	3	20	8,57	28,57	5,12	1,48	1,88	20,8	1,13	3,40

Příloha D

Jarka – jízda obloukem

Jezdec Jarka	průjezd obloukem		dráha [m]			čas		rychlost/zrychlení rozjezd			úhlová v	obvod. v	dostř. A
Povrch	průjezd	R [m]	rozjezd	manévr	celkem	rozjezd	manévr	V[km/h]	a [m/s ²]	S za 1s	ω [rad/s]	[m/s]	ad [m/s ²]
asfalt suchý	pomalý	4	20	7,17	27,17	7,95	2,16	12,0	0,42	0,1321	0,83	3,32	2,75
	střední	6	20	10,17	30,17	6,72	2,71	13,5	0,56	0,0995	0,63	3,75	2,35
	rychlý	7	20	11,27	31,27	5,85	2,73	14,9	0,71	0,0939	0,59	4,13	2,43
asfalt mokrá	pomalý	4	20	7,17	27,17	7,82	2,25	11,5	0,41	0,1268	0,80	3,19	2,54
	střední	6	20	10,17	30,17	6,10	2,55	14,4	0,65	0,1058	0,66	3,99	2,65
	rychlý	7	20	11,27	31,27	5,12	2,57	15,8	0,86	0,0997	0,63	4,39	2,75
kostky suché	pomalý	4	20	7,17	27,17	8,23	2,12	12,2	0,41	0,1346	0,85	3,38	2,86
	střední	6	20	10,17	30,17	6,72	2,51	14,6	0,60	0,1075	0,68	4,05	2,74
	rychlý	7	20	11,27	31,27	4,88	2,47	16,4	0,93	0,1037	0,65	4,56	2,97
kostky mokré	pomalý	4	20	7,17	27,17	7,65	2,23	11,6	0,42	0,1279	0,80	3,22	2,58
	střední	6	20	10,17	30,17	6,78	2,51	14,6	0,60	0,1075	0,68	4,05	2,74
	rychlý	7	20	11,27	31,27	5,12	2,57	15,8	0,86	0,0997	0,63	4,39	2,75
šterk suchý	pomalý	4	20	7,17	27,17	8,22	2,75	9,4	0,32	0,1037	0,65	2,61	1,70
	střední	6	20	10,17	30,17	6,31	2,50	14,6	0,64	0,1079	0,68	4,07	2,76
	rychlý	7	20	11,27	31,27	4,52	2,61	15,5	0,96	0,0982	0,62	4,32	2,66
šterk mokrá	pomalý	4	20	7,17	27,17	8,09	2,85	9,1	0,31	0,1001	0,63	2,52	1,58
	střední	6	20	10,17	30,17	6,45	2,67	13,7	0,59	0,1010	0,63	3,81	2,42
	rychlý	7	20	11,27	31,27	4,95	2,80	14,5	0,81	0,0915	0,58	4,03	2,31

Jarka – příčné přemístění

Jarka	Přemístění	Dráha [m]			Čas		t=t1+t2+t3	Jízda	Rozjezd	ZS III
Povrch	Y [m]	Rozjezd	Manévr	Celkem	Rozjezd	Manévr t2	Přemístění celkem t při (t1+t3=0,4)	v skut.	a [m/s ²]	ay [m/s ²]
Asfalt suchý	1	20	3,32	23,32	8,35	0,93	1,33	12,9	0,43	2,26
	2	20	6,42	26,42	6,6	1,23	1,63	18,8	0,79	3,01
	3	20	8,67	28,67	5,15	1,5	1,9	20,8	1,12	3,32
Asfalt mokrá	1	20	3,32	23,32	8,03	0,96	1,36	12,5	0,43	2,16
	2	20	6,42	26,42	6,65	1,39	1,79	16,6	0,69	2,50
	3	20	8,67	28,67	5,28	1,77	2,17	17,6	0,93	2,55
Kostky suché	1	20	3,32	23,32	7	0,89	1,29	13,4	0,53	2,40
	2	20	6,42	26,42	7,62	1,4	1,8	16,5	0,60	2,47
	3	20	8,67	28,67	6,6	1,82	2,22	17,1	0,72	2,43
Kostky mokré	1	20	3,32	23,32	6,61	0,9	1,3	13,3	0,56	2,37
	2	20	6,42	26,42	4,96	1,49	1,89	15,5	0,87	2,24
	3	20	8,67	28,67	7,48	1,88	2,28	16,6	0,62	2,31
Šterk suchý	1	20	3,32	23,32	8,4	1,25	1,65	9,6	0,32	1,47
	2	20	6,42	26,42	6,68	1,64	2,04	14,1	0,59	1,92
	3	20	8,67	28,67	4,92	1,92	2,32	16,3	0,92	2,23
Šterk mokrá	1	20	3,32	23,32	8,66	1,23	1,63	9,7	0,31	1,51
	2	20	6,42	26,42	4,91	1,63	2,03	14,2	0,80	1,94
	3	20	8,67	28,67	6,5	1,79	2,19	17,4	0,75	2,50

Příloha E

Lubomír – jízda obloukem

Jezdec Lubomír	průjezd obloukem	dráha [m]				čas		rychlost/zrychlení rozjezd			úhlová v	obvod. v	dostř. A
Povrch	průjezd	R [m]	rozjezd	manévr	celkem	rozjezd	manévr	V[km/h]	a [m/s ²]	S za 1s	ω [rad/s]	[m/s]	ad [m/s ²]
asfalt suchý	pomalý	4	20	7,07	27,07	7,33	2,31	11,0	0,42	0,1218	0,77	3,06	2,34
	střední	6	20	10,07	30,07	6,59	2,37	15,3	0,64	0,1127	0,71	4,25	3,01
	rychlý	7	20	11,17	31,17	5,87	2,51	16,0	0,76	0,1012	0,64	4,45	2,83
asfalt mokrý	pomalý	4	20	7,07	27,07	7,29	2,32	11,0	0,42	0,1213	0,76	3,05	2,32
	střední	6	20	10,07	30,07	6,89	2,43	14,9	0,60	0,1099	0,69	4,14	2,86
	rychlý	7	20	11,17	31,17	5,45	2,53	15,9	0,81	0,1004	0,63	4,42	2,78
kostky suché	pomalý	4	20	7,07	27,07	6,99	2,12	12,0	0,48	0,1327	0,83	3,33	2,78
	střední	6	20	10,07	30,07	6,15	2,23	16,3	0,73	0,1198	0,75	4,52	3,40
	rychlý	7	20	11,17	31,17	4,87	2,25	17,9	1,02	0,1129	0,71	4,96	3,52
kostky mokré	pomalý	4	20	7,07	27,07	7,10	2,18	11,7	0,46	0,1290	0,81	3,24	2,63
	střední	6	20	10,07	30,07	5,89	2,27	16,0	0,75	0,1177	0,74	4,44	3,28
	rychlý	7	20	11,17	31,17	4,95	2,38	16,9	0,95	0,1067	0,67	4,69	3,15
štěrk suchý	pomalý	4	20	7,07	27,07	6,76	2,19	11,6	0,48	0,1285	0,81	3,23	2,61
	střední	6	20	10,07	30,07	6,32	2,23	16,3	0,71	0,1198	0,75	4,52	3,40
	rychlý	7	20	11,17	31,17	4,80	2,34	17,2	0,99	0,1085	0,68	4,77	3,26
štěrk mokrý	pomalý	4	20	7,07	27,07	7,21	2,23	11,4	0,44	0,1262	0,79	3,17	2,51
	střední	6	20	10,07	30,07	6,41	2,29	15,8	0,69	0,1166	0,73	4,40	3,22
	rychlý	7	20	11,17	31,17	5,12	2,30	17,5	0,95	0,1104	0,69	4,86	3,37

Lubomír – příčné přemístění

Lubomír	Přemístění	Dráha [m]			Čas		t=t1+t2+t3	Jízda	Rozjezd	ZSIII
Povrch	Y [m]	Rozjezd	Manévr	Celkem	Rozjezd	Manévr t2	Přemístění celkem t při (t1+t3=0,4)	v skut.	a [m/s]	ay [m/s ²]
Asfalt suchý	1	20	3,22	23,22	7,04	0,92	1,32	12,6	0,50	2,30
	2	20	6,32	26,32	5,83	1,25	1,65	18,2	0,87	2,94
	3	20	8,57	28,57	5,54	1,35	1,75	22,9	1,15	3,92
Asfalt mokrý	1	20	3,22	23,22	6,75	0,76	1,16	15,3	0,63	2,97
	2	20	6,32	26,32	5,71	1,23	1,63	18,5	0,90	3,01
	3	20	8,57	28,57	5,89	1,42	1,82	21,7	1,02	3,62
Kostky suché	1	20	3,22	23,22	6,88	0,96	1,36	12,1	0,49	2,16
	2	20	6,32	26,32	5,64	1,15	1,55	19,8	0,97	3,33
	3	20	8,57	28,57	4,45	1,4	1,8	22,0	1,38	3,70
Kostky mokré	1	20	3,22	23,22	6,37	0,93	1,33	12,5	0,54	2,26
	2	20	6,32	26,32	5,85	1,19	1,59	19,1	0,91	3,16
	3	20	8,57	28,57	5,76	1,31	1,71	23,6	1,14	4,10
Štěrk suchý	1	20	3,22	23,22	6,88	0,79	1,19	14,7	0,59	2,82
	2	20	6,32	26,32	7,18	1,46	1,86	15,6	0,60	2,31
	3	20	8,57	28,57	6,07	1,59	1,99	19,4	0,89	3,03
Štěrk mokrý	1	20	3,22	23,22	6,73	0,89	1,29	13,0	0,54	2,40
	2	20	6,32	26,32	6,01	1,44	1,84	17,0	0,78	2,36
	3	20	8,57	28,57	5,42	1,62	2,02	19,0	0,98	2,94