

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Bakalářská práce

Radarové měřiče rychlosti používané v ČR

Petr Thierbach

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Milan Předota, Ph.D

České Budějovice

2011

Thierbach, P. (2011). Radarové měřiče rychlosti používané v ČR. [Radar speed meter used in the Czech Republic] – 41 p., Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace

Tato práce pojednává o měření rychlosti na pozemních komunikacích v České republice. Jako první je popsána historie měření rychlosti. V dalších kapitolách jsou popsány fyzikální jevy, které měření umožňují i jevy, které je potřeba eliminovat pro úspěšné měření a dokumentaci přestupků. Dále navazuje přesnost měřičů v závislosti na dodržení základních podmínek, pro určení stanoviště měření a s tímto spojené nepříznivé vlivy. V práci jsou popsány dva nejpoužívanější typy přístrojů AD9 C firmy RAMET C.H.M. a.s, Česká republika a UltraLyte 100LR firmy Laser Technology, Inc. USA, které se vzájemně liší, především svou použitou technologií i některými součástmi.

Anotace

Bachelor thesis "Radar speed meter used in the Czech Republic" deals with measurement of the speed in the infrastructure in the Czech Republic. First, the history of speed measurement is described. The following chapters describe the physical phenomena that allows measurement as well as phenomenon that must be eliminated. The next chapter is focused on the accuracy of meters in the dependence on meeting basic conditions for determination of measurement station and connected unfavourable influence. In the work two of most used types of apparatuses are described (AD9 C from the company RAMET C.H.M. a.s, Česká republika a UltraLyte 100LR from the company Laser Technology, Inc. USA) - they differ with each other, especially in the used technology and some components.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu zdrojů a použité literatury. Dále prohlašuji, že jsem při tvorbě bakalářské práce neporušil autorská práva třetích osob a nezasahoval jsem nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení autorského zákona č. 121/2000 Sb., v platném znění, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení trestního zákoníku č. 40/2009 Sb., v platném znění. V souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Petr Thierbach

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat panu RNDr. Milan Předota, Ph.D, za odborné vedení při zpracování této bakalářské práce a dále panu Bc. Ondřeji Švrčkovi za poskytnutí možnosti bližšího seznámení se zařízeními, která jsou uvedena v mé práci.

Obsah

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Úvod..... | 1 |
| 2 | Historie měření rychlosti | 2 |
| 3 | Teorie měření rychlosti | 3 |
| 3.1 | Rychlost | 3 |
| 3.2 | Mikrovlna..... | 3 |
| 3.3 | Dopplerův jev | 4 |
| 3.4 | Laserová vlna..... | 8 |
| 3.5 | Cosinový efekt | 9 |
| 3.6 | Koutový odražeč | 11 |
| 4 | Stanoviště pro stacionární měření rychlosti na pozemní komunikaci a jejich přesnost | 12 |
| 4.1 | Výběr stanoviště pro mikrovlnné měřiče rychlosti..... | 14 |
| 4.2 | Výběr stanoviště pro laserové měřiče rychlosti | 19 |
| 5 | Radiolokační měřič rychlosti | 20 |
| 5.1 | Radiolokační měřič rychlosti AD9 C..... | 20 |
| 5.2 | Radarová hlava | 21 |
| 5.3 | Řídící počítač | 22 |
| 5.3.1 | Řídící obvody..... | 23 |
| 5.3.2 | Měřící obvody..... | 24 |
| 5.3.3 | Kontrolní obvody | 24 |
| 5.3.4 | Paměťové obvody | 25 |
| 5.3.5 | Napájecí obvody | 25 |
| 5.4 | Zpracování obrazu | 25 |
| 5.5 | Displej..... | 26 |
| 5.6 | CCD kamera | 27 |
| 5.7 | Reflektor blesku..... | 29 |
| 5.8 | Technické parametry přístroje | 29 |
| 5.9 | Provozní podmínky..... | 30 |
| 6 | Laserový měřič rychlosti | 31 |
| 6.1 | Systém Laser UltraLyte 100 LR | 32 |
| | Obrázek č.21: Systém Laser UltraLyte 100 LR..... | 32 |
| 6.1.1 | Laser..... | 34 |
| 6.1.2 | Pocket PC | 35 |

| | | |
|-------|------------------------------------|----|
| 6.1.3 | Kamera..... | 36 |
| 6.1.4 | IR záblesková jednotka..... | 36 |
| 6.2 | Technické parametry přístroje..... | 37 |
| 6.3 | Napájení..... | 37 |
| 6.4 | Provozní podmínky okolí..... | 37 |
| 7 | Závěr..... | 38 |
| 8 | Použitá literatura..... | 39 |
| | Seznam tabulek..... | 40 |
| | Seznam obrázků..... | 41 |

1 ÚVOD

Stále je vedeno mnoho diskuzí o rychlosti na pozemních komunikacích. Tato problematika má však dvě strany mince. Na jedné straně jsou řidiči z povolání, co na silnici tráví každý den, jsou hnáni časem a svým zaměstnavatelem i řidiči, kterým se v důsledku technického vývoje a stále se zdokonalujících jízdních vlastností motorových vozidel, zdá nejvyšší povolená rychlost v obci nebo mimo obec, zbytečně nízká. Samozřejmě by chtěli tuto rychlost zvýšit, a když ne všude o pár desítek km/h, tak alespoň na místech, která se jim zdají, i při velké rychlosti, bezpečná. Kam by však taková rychlost dosáhla? To si asi nikdo z nás netroufne říct. Na straně druhé jsou zde lidé, kteří bojují se snížením rychlostí. To jsou většinou lidé, kteří žijí v místech blízko silniční komunikace a rychlost vnímají podstatně jinak než osoby ve vozidle. Každodenně si uvědomují, že rychlost jedoucího vozidla společně s jeho váhou má likvidující následky při jakékoli rychlosti a i v důsledku neopatrnosti, zde již zmíněných osob jak ve vozidle, tak mimo vozidlo. Realitu mapují každodenní zprávy a statistiky, které nám přináší mediální prostředky a Policie ČR.

V současné době jsou zákonem č. 361/2001 Sb. o provozu na pozemních komunikacích v České republice stanoveny tyto základní nejvyšší povolené rychlosti, v obci 50 km/h, mimo obec na 90 km/h a na dálnicích, silnicích pro motorová vozidla 130 km/h. Nad dodržováním těchto maximálně povolených rychlostí dohlíží Policie České republiky, která využívá všechny své prostředky.

Pro měření rychlosti jsou používány v ČR nejvíce přístroje firmy RAMET C.H.M. a.s, výrobce Česká republika, AD9 C a Laser Technology, Inc. výrobce USA, v zastoupení firmy ATS – Telčím Praha a.s. UltraLyte 100LR a jsou předmětem této práce.

2 HISTORIE MĚŘENÍ RYCHLOSTI

Na celém světě od vzniku parního stroje v 18. století byla jeho rychlost nejsledovanější skutečnost, protože se pohyboval rychleji než člověk a ten si nedovedl představit, jaké rychlosti se dá vůbec dosáhnout. Lidé si uvědomili jeho nebezpečnost, neboť rychlost vozidla byla hlavní příčinou úmrtí na silničních komunikacích. Následek byl takový, že se rychlost začala v obytných oblastech i mimo ně omezovat.

V Československu byl v platnost uveden zákon č. 81/1935 Sb., o jízdě motorovými vozidly, a vládní nařízení 203/1935 Sb., který v uzavřených osadách omezil rychlost na 35 km/h. Zároveň bylo stanoveno, že motorová vozidla s více než jedním vlečným vozem nemají rychlost stupňovat přes 35 km/h a autobusy a nákladní automobily přes 50 km/h. Autobusy na pravidelných linkách mohly s povolením úřadů mimo uzavřené osady jezdit i vyšší rychlostí.

V současné době se musíme řídit zákonem 361/2008Sb., který stanoví základní rychlosti. V obci řidiči nesmí překročit 50 km/h, mimo obec motorová vozidla o maximální přípustné hmotnosti 3500 kg i autobusy nesmí překročit rychlost 90 km/h a na dálnici a silnici pro motorová vozidla 130 km/h. Řidiči motorových vozidel převyšující přípustnou hmotnost 3500 kg nesmí mimo obec překročit rychlost $80\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Výjimku mají vozidla s právem přednostní jízdy.

K měření rychlosti v České republice byly jako první používány radiolokační měřiče rychlosti firmy Ramet Kunovice, Česká republika, která svou technologii rozvíjí od roku 1955 a i v současné době patří mezi nejlepší na světě. Jako první byla od této firmy schválena v roce 1991 radiolokační zařízení typu RAMER 7F, RAMER-7CCD, která se v současné době již nepoužívají, neboť jsou zastaralá. V současné době je hojně používáno zařízení typu AD9 od firmy Ramet C.H.M a.s., Česká republika, firma vznikla privatizací Ramet Kunovice v roce 1992., bylo schváleno v roce 2003. Dalším hojně používaným typem je laserový Systém UltraLite Micro Digi-Cam od firmy Laser Technology, Inc z USA, v zastoupené v České republice firmou ATS – Telcom Praha a.s. Tyto laserové měřiče rychlosti začala Policie České republiky hojně využívat až v roce 2008, kdy bylo zakoupeno cca 100 ks. Jejich používání však bylo schváleno již v roce 2003.

3 TEORIE MĚŘENÍ RYCHLOSTI

3.1 Rychlost

V oboru mechaniky je jednou ze základních veličin rychlost. Rychlost je vektorová fyzikální veličina, neboť udává velikost změny i směr, vyjadřuje tak okamžitou charakteristiku pohybu hmotného tělesa, popisuje absolvovanou dráhu v závislosti na čase.

Značí se písmenem v z anglického *velocity*, kdy hlavní jednotkou soustavy SI je metr za sekundu m/s. V praxi se často používá kilometr za hodinu km/h

$$\text{Převod: } 1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$$

Na pozemních komunikacích je vozidlům měřena jejich okamžitá rychlosti v daném úseku. Naměřené rychlosti v úseku jsou následně měřicím přístrojem průměrovány.

Vzorec pro výpočet okamžité rychlosti je

$$v = \frac{ds}{dt}$$

v rychlosti v m/s

s dráha v m

t čas v s

[1]

3.2 Mikrovlna

Mikrovlny jsou elektromagnetické vlny, které mají vlnovou délku o rozměru od 1 mm do 10 cm, což odpovídá frekvenci 3 GHz až 300 GHz. Šíří se rychlostí světla 300 000 km/s. Takovéto vlny využíváme v mnoha případech například k vysoušení, knih, tkanin, obrábění různých materiálů, přenosu informací, radiolokaci, restaurování uměleckých děl, tavení skla i ohřevu potravin [2].

3.3 Dopplerův jev

Při měření rychlosti vozidel na pozemních komunikacích, za pomoci elektromagnetického vlnění, se využívá fyzikální jev, který objevil rakouský fyzik Christian Doppler (1803 – 1853), po kterém je také pojmenovaný.

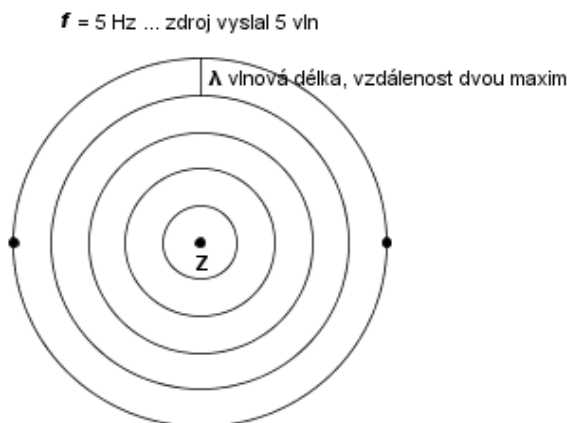
Dopplerův jev popisuje změnu pozorované frekvence pohybujícího se zdroje (zvuku, elektromagnetického vlnění), oproti frekvenci téhož zdroje (zvuku, elektromagnetického vlnění) v klidu [3].

Vzorec pro výpočet vlnové délky zdrojem vysílaných vln

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

- λ vlnová délka zdrojem vysílaných vln, v m
- v rychlost šíření vln v daném prostředí, v m/s
- f frekvence zdrojem vysílaných vln, v Hz

Obrázek č.1: Elektromagnetické vlnění vysílané zdrojem v klidu



Zdroj:http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=416b757374696b61h&key=660

Vzorec pro výpočet vlnové délky elektromagnetického vlnění dopadající na pozorovatele z přibližujícího se zdroje.

$$\lambda_2 = \frac{v + w}{f} ; f_2 = \frac{v}{v + w} \cdot f$$

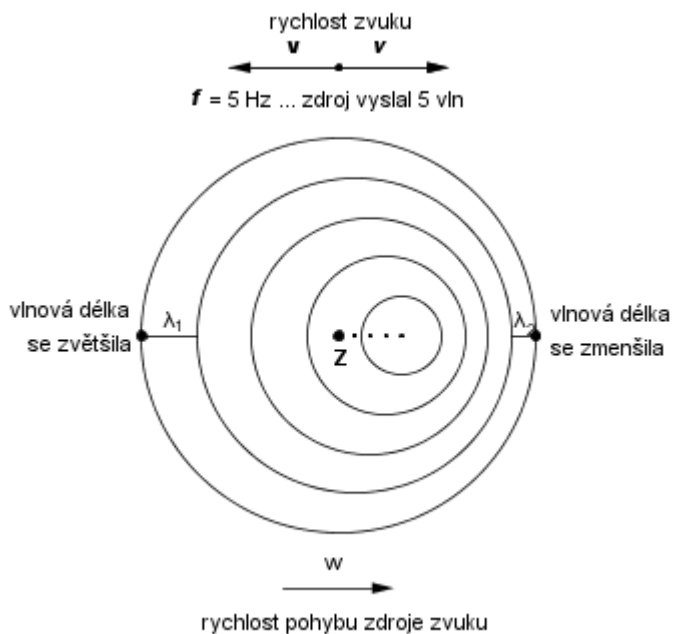
- λ_2 vlnová délka přijatých vln, v m
- v rychlost šíření vln v daném prostředí, m/s
- w rychlost pohybu zdroje vln, v m/s
- f frekvence vysílaná zdrojem vln, v Hz
- f_2 frekvence přijatých vln, v Hz

Vzorec pro výpočet vlnové délky elektromagnetického vlnění dopadající na pozorovatele ze vzdalujícího se zdroje

$$\lambda_1 = \frac{v - w}{f} ; f_1 = \frac{v}{v - w} \cdot f$$

- λ_1 vlnová délka přijatých vln, v m
- v rychlost šíření vln v daném prostředí, v m/s
- w rychlost pohybu zdroje vln, v m/s
- f frekvence vysílaná zdrojem vln, v Hz
- f_1 frekvence přijatých vln, v Hz

Obrázek č.2: Schéma vzniku Dopplerova jevu



Zdroj:http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=416b757374696b61h&key=660

[4]

Při měření rychlosti na principu Dopplerova jevu se nepřetržitě vysílaný nemodulovaný elektromagnetický signál konstantní frekvence odráží od pohybujícího objektu a v zápětí je znovu přijímán zpět. Frekvence odraženého elektromagnetického signálu se liší od vysílaného, o hodnotu Dopplerova posunu, který je úměrný rychlosti měřeného objektu [5].

Vzorec pro výpočet Dopplerova posunu

$$f_d = f_r - f_s = \frac{2 \cdot v \cdot f_s}{c} \cdot \cos \alpha$$

| | |
|----------|---|
| f_d | Dopplerova frekvence, v Hz |
| f_r | frekvence odraženého signálu, v Hz |
| f_s | frekvence vysílaného signálu, v Hz |
| v | rychlost měřeného vozidla, v m/s |
| c | rychlost světla ($2,997 \times 10^8$ m/s) |
| α | geometrický měřicí úhel, úhel hlavní osy antény k ose jízdní dráhy, v úhlových stupních |

[3]

Po úpravě výše uvedeného vzorce dostaneme vztah, kterým jsem schopni vypočítat rychlost měřeného vozidla:

$$v = \frac{c \cdot f_d}{2 \cdot f_s \cdot \cos \alpha}$$

| | |
|----------|----------------------------------|
| v | rychlost měřeného vozidla, v m/s |
| f_d | Dopplerova frekvence, v Hz |
| f_s | frekvence vysílaného signálu |
| c | rychlost světla |
| α | geometrický měřicí úhel |

Tabulka č.1: Příkladem Dopplerova posunu u zvolených rychlostí pro velikost měřícího úhlu $\alpha = 22^\circ$

| Naměřená rychlost vozidla (km.h-1) | 15 | 30 | 60 | 90 | 120 |
|-------------------------------------|----------------------|--------|---------|---------|---------|
| Frekvence (GHz) | Dopplerův posun (Hz) | | | | |
| 34,30 | 366,09 | 732,19 | 1464,37 | 2196,56 | 2928,75 |
| 34,00 | 362,89 | 725,78 | 1451,57 | 2177,35 | 2903,13 |

Zdroj: vlastní

Hodnoty použité pro výpočet Dopplerova posunu v tabulce prostřednictvím výše uvedeného vzorce.

| | | |
|----------|------------------------------|----------------------------------|
| f_s | frekvence vysílaného signálu | = 34,3 GHz nebo 34 GHz |
| c | rychlost světla | = (2,997 x 10 ⁸ m/s) |
| α | geometrický měřící úhel | = 22° |

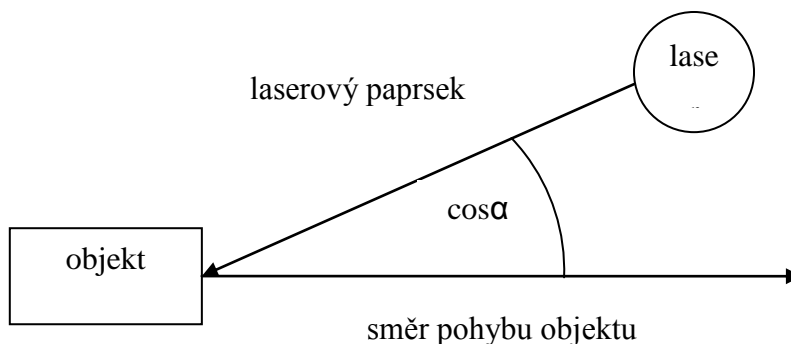
3.4 Laserová vlna

Laser zkratka anglických slov Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Laserové světlo vzniká zesílením světla za pomoci stimulované emise záření, takové světlo je v ideálním případě koherentní tj., vlny nejsou vůči sobě posunuté, jsou ve fázi a mají malou rozbíhavost, je tedy rovnoběžné i se vzrůstající vzdáleností. Světlo je monochromatické a patří do skupiny elektromagnetického záření. Čím je jeho vlnová délka kratší, tím je záření pro živou tkáň nebezpečnější, protože má vyšší frekvenci a energii. K měření rychlosti se používají lasery patřící do I. Třídy, nepřekračující limity stanovené Sbírkou zákonů č. 1/2008 Nařízení vlády ze dne 12. prosince 2007 o ochraně zdraví před zářením. Lasery musí být zakrytovány, aby jejich záření neproniklo ven, nebo je záření zeslabeno na odpovídající limity. Kryt zařízení nesmí být možné sundat bez použití nástrojů [6].

3.5 Cosinový efekt

Při měření rychlosti se dále setkáváme s tzv. Cosinovým efektem. Na tento efekt je kladen důraz především při měření laserovými měřicími přístroji. Projevuje se, pokud přístroj k měření rychlosti je umístěn dále do osy pohybu tělesa. Dochází ke zmenšení rychlosti, které je úměrné cosinu úhlu.

Obrázek č.3: **Cos α mezi laserovým paprskem a směrem pohybu objektu**



Zdroj: vlastní

Vzorec pro výpočet skutečné rychlosti měřeného objektu:

$$v_1 = \frac{v_2}{\cos \alpha}$$

v_1 skutečná rychlost měřeného vozidla, v m/s

v_2 rychlost naměřená přístrojem, v m/s

Tabulka č.2: Uvedené příklady pro porovnání naměřené a skutečné rychlosti

| Naměřená rychlost (km/h) | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
|--------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| úhel (deg) | Skutečná rychlost (km/h) | | | | | | |
| 0 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 1 | 30,00 | 40,01 | 50,01 | 60,01 | 70,01 | 80,01 | 90,01 |
| 3 | 30,04 | 40,05 | 50,07 | 60,08 | 70,10 | 80,11 | 90,12 |
| 5 | 30,11 | 40,15 | 50,19 | 60,23 | 70,27 | 80,31 | 90,34 |
| 10 | 30,46 | 40,62 | 50,77 | 60,93 | 71,08 | 81,23 | 91,39 |
| 15 | 31,06 | 41,41 | 51,76 | 62,12 | 72,47 | 82,82 | 93,17 |
| 20 | 31,93 | 42,57 | 53,21 | 63,85 | 74,49 | 85,13 | 95,78 |
| 25 | 33,10 | 44,14 | 55,17 | 66,20 | 77,24 | 88,27 | 99,30 |
| 30 | 34,64 | 46,19 | 57,74 | 69,28 | 80,83 | 92,38 | 103,92 |
| 35 | 36,62 | 48,83 | 61,04 | 73,25 | 85,45 | 97,66 | 109,87 |
| 40 | 39,16 | 52,22 | 65,27 | 78,32 | 91,38 | 104,43 | 117,49 |
| 45 | 42,43 | 56,57 | 70,71 | 84,85 | 98,99 | 113,14 | 127,28 |
| 90 | neměřitelné | | | | | | |

Zdroj: vlastní

Ve shora uvedené tabulce vidíme, jak se Cosinový efekt projevuje u laserových měřicích přístrojů rychlosti.

Zvětšující se úhel mezi osou vozovky a osou paprsku laserového přístroje způsobuje zkreslení naměřené rychlosti. Znamená to, že čím je větší vzdálenost měřicího přístroje od vozovky nebo měřeného vozidla ve směru kolmém na směr jízdy, tak se úhel zvětšuje a naměřená rychlost vozidla je menší než rychlost skutečná. Naměřený údaj však nemůže být měřicím přístrojem korigován z důvodu norem stanovených Českým metrologickým institutem, proto je naměřená rychlost vždy menší než rychlost skutečná. S efektem je třeba počítat a snažit se jej co nejvíce eliminovat správným výběrem stanoviště a pečlivým nastavením paprsku měřicího přístroje rychlosti na měřený úsek [7].

3.6 Koutový odražeč

Koutový odražeč nachází široké uplatnění v různých odvětvích vědy a techniky, kdy se používá pro přesné měření délek. V běžném životě se s koutovým odražečem setkáme u běžných odrazek z plastu, skla nebo dutého zrcadla.

Koutový odražeč je optický hranol, který tvoří pravoúhlý trojhran (rovnoramenný čtyřstěn). Vznikne odříznutím jednoho rohu krychle diagonálním řezem. Zrcadlové odražeče jsou tvořeny třemi navzájem kolmými zrcadlovými plochami. V ideálním případě paprsek, který vstupuje na čelní stěnu hranolu (podstavu trojhranu), se třikrát odrazí na jednotlivých stěnách a poté vystupuje zpět čelní stěnou v přesně opačném směru, kdy úhlová odchylka je rovna 180. Tento jev je nepříznivý, při měření rychlosti mikrovlnnými radary, u kterých vzniká reflexe na trojitěm zrcadle blíže popsána v kapitole 4.1 Výběr stanoviště pro mikrovlnné měřiče rychlosti [8].

Obrázek č.4: Příklady koutových odražečů



Zdroj: http://www.astrohk.cz/experiment/koutovy_odrazec.php

4 STANOVIŠTĚ PRO STACIONÁRNÍ MĚŘENÍ RYCHLOSTI NA POZEMNÍ KOMUNIKACI A JEJICH PŘESNOST

Přesnost měření rychlosti jedoucích vozidle se odvíjí od maximálně povolené chyby měřicího přístroje v průměru ± 3 km/h při rychlostech do 100 km/h a ± 3 % při rychlostech vyšších než 100 km/h. Naměřená rychlost je tedy vždy v pásmu chyb pro danou rychlost a jeho korekce se řídicím počítačem neprovádí. Pro nezpochybnění naměřené rychlosti je tedy chyba vždy od naměřené rychlosti odečítána a rychlost byla nezpochybnitelná u prokazování překročení rychlosti.

Měření rychlosti vozidel se může provádět z obou stran silniční komunikace, jak z levé strany, tak z pravé, a to příjezdějí i odjíždějí vozidla. Na jednom stanovišti je tak systém schopen měřit rychlost jízdy v obou směrech najednou a překročením nejvyšší povolené rychlosti jej fotograficky dokumentovat.

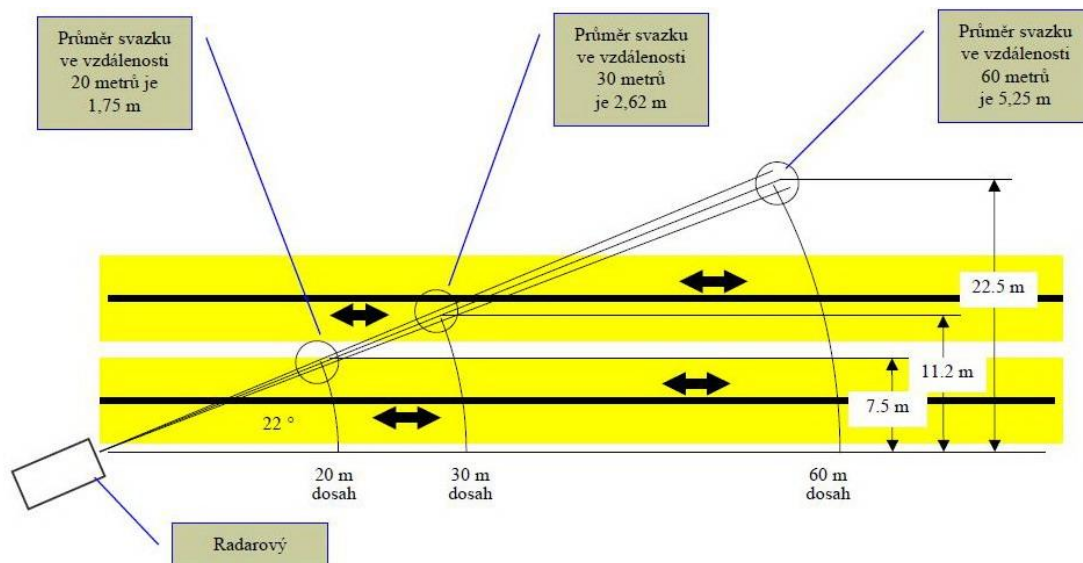
Umístění měřiče rychlosti vzhledem ke vzdálenosti měřeného vozidla a maximálního úhlu 22° osy měřiče a osy ve směru jedoucího vozidla je zobrazena na obrázku č.5.

Před anténou musí být k dispozici dostatečně velký prostor a to minimálně jedna délka vozidla.

U víceprroudých vozovek se doporučuje umístit měřič na stranu vybraného měřeného jízdního pruhu, čímž zajistíme minimálnímu zastínění vozidel.

V zorném poli kamery $\pm 20^\circ$ se nesmí nacházet žádné překážky bránící výhledu na měřené vozidlo. Důležité je, aby slunce nesvítilo do objektivu kamery. Kritické ustanovení je tehdy, jestliže slunce svítí do objektivu pod úhlem 45° . V tomto případě mohou na snímku vznikat reflexe světla, což znemožní i identifikaci řidiče nebo poznávací značky.

Obrázek č.5: Pravidla pro výběr stanoviště



Zdroj: AD9 NÁVOD K OBSLUZE R308 391CZ,RAMETC.H.M. a. s., KUNOVICE, vydání 1.3.2007.

Obrázek č.6: Orientační značky na vozidle systému AD9 C, které napomáhají přesnému postavení na stanovišti k dodržení max. úhlu 22°



Zroj: vlastní

4.1 Výběr stanoviště pro mikrovlnné měřiče rychlosti

Úsek, ve kterém se bude měření provádět, musí být ve směru jízdy přímý v délce, která je závislá na bočním odstupu měřiče od středu měřeného jízdního pruhu.

Tabulka č.3: **Doporučené hodnoty bočního dostupu měřiče**

| Doporučené hodnoty | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Boční odstup od měřených vozidel | minimální délka přímého úseku |
| 5 m | 35 m |
| 10 m | 45 m |
| 15 m | 60 m |

Zdroj: AD9 NÁVOD K OBSLUZE R308 391CZ, RAMETC.H.M. a. s., KUNOVICE, vydání 1.3.2007

Za přímý úsek se považuje rádius zakřivení vozovky větší než 1600 m. Je-li rádius zakřivení vozovky R menší než 1600 m, jedná se o zatáčku a měření na vnějším okraji zatáčky není dovoleno.

Pro měření na vnitřní straně zatáčky až do minimálního poloměru 100 m platí následující:

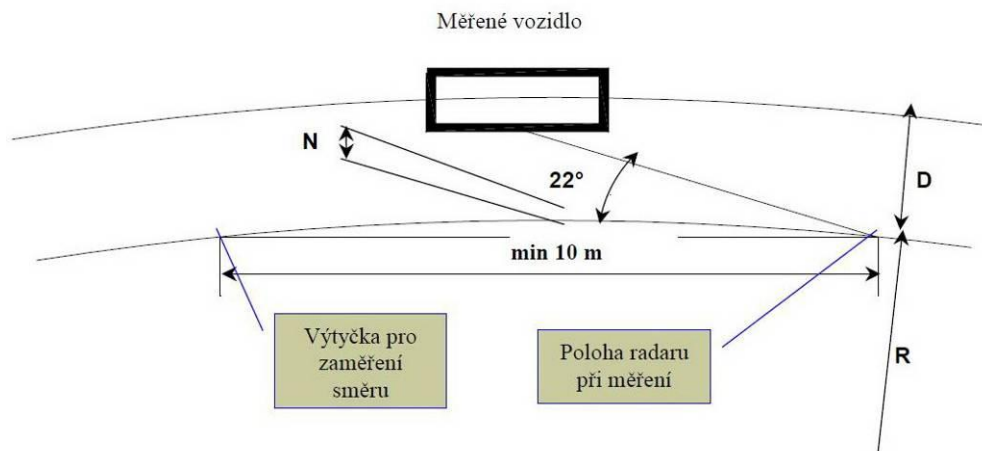
Maximální vzdálenost mezi středem jízdního pruhu, ve kterém se nachází měřené vozidlo a středem antény, je nutné dodržet. Tato maximální vzdálenost D nesmí být větší 3% poloměru zatáčky. Ustavení přístroje je třeba provést pomocí výtyčky na vzdálenosti minimálně 10 m [8].

Tabulka č.4: **Doporučené hodnoty pro ustavení přístroje v zatáčce**

| Dosah měřiče rychlosti | D | N |
|------------------------|--------|--------|
| 20 m | 7,5 m | 0,26 m |
| 30 m | 11,2 m | 0,18 m |
| 60 m | 22,5 m | 0,08 m |

Zdroj: AD9 NÁVOD K OBSLUZE R308 391CZ, RAMETC.H.M. a. s., KUNOVICE, vydání 1.3.2007

Obrázek č.7: Podmínky pro měření v zatáčce



Zdroj: AD9 NÁVOD K OBSLUZE R308 391CZ,RAMETC.H.M. a. s., KUNOVICE, vydání 1.3.2007.

V okolí osy anténního svazku hlavy měřicího přístroje $\pm 10^\circ$ se nesmí nacházet žádné překážky, které by mohly zapříčinit rušivou reflexi vysílaného signálu. K těm patří zvláště stromy, vysoká křoviska nebo tráva, obzvláště mokrá, stožáry veřejného osvětlení, dopravní značky, informační tabule. Rušivá reflexe se projevuje vícenásobným naměřením jednoho stejného vozidla, kdy je na snímcích část vozidla, snímek je bez měřeného vozidla, nebo se měření úplně vynechá. V tomto případě nelze na daném stanovišti provádět měření.

Obrázek č.8: Foto špatného zachyceného snímku vozidla v měřeném směru



Zdroj: vlastní

Místa s rizikem lomu paprsku u mikrovlnných měřičů rychlosti

Z fyzikálních zákonů víme, že mikrovlnné zařízení se na velkých kovových plochách odráží. Při měření se může tedy stát, že při určitých podmínkách dojde k tzv. reflexi paprsku. Tento jev se může vyskytnout u všech měřičů rychlosti pracujících na mikrovlnném principu.

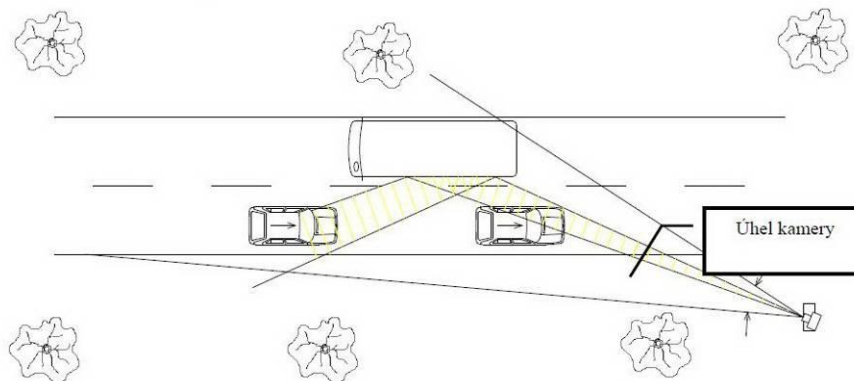
Příklad několika druhů reflexe

- I. jednoduchá reflexe
- II. dvojitá reflexe
- III. reflexe na trojitém zrcadle

I. jednoduchá reflexe

Tato forma reflexe vznikla na plochách, které jsou svisle v prostoru měření. Například v době, kdy se paprsek odrazí od vozidla v jiném jízdním pruhu, například od autobusu nebo nákladního automobilu atd.

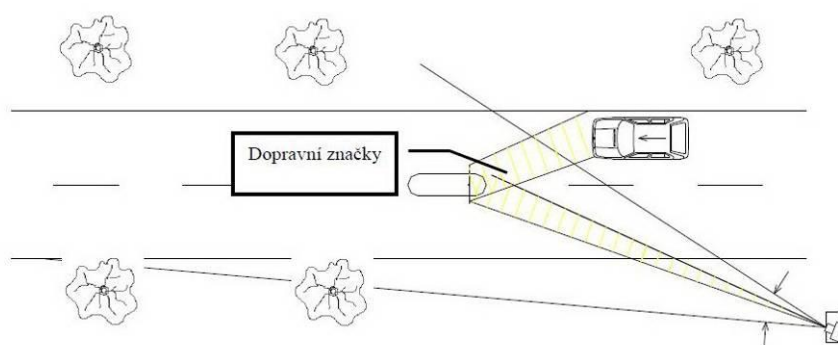
Obrázek č.9: **Jednoduchá reflexe**



Zdroj. AD9 NÁVOD K OBSLUZE R308 391CZ,RAMETC.H.M. a. s., KUNOVICE, vydání 1.3.2007.

Radarový paprsek je odražen zpět do jízdní dráhy a dopadá na jiný automobil jedoucí ve směru měření. Takový zlom se dá předpokládat, jestliže na důkazním snímku není zobrazen žádný automobil nebo automobil v ne zcela běžné poloze. Stejná reflexe může vznikat při dopadu paprsku na jiné svislé plochy, např. na dopravních ostrůvcích nebo velké odrazové plochy na vozidlech jedoucích v protisměru (kamiony, autobusy), které se nalézají v zorném poli kamery a mohou vést ke zlomu paprsku a jeho reflexi.

Obrázek:č.10: **Jiný druh jednoduché reflexe**



Zdroj: AD9 NÁVOD K OBSLUZE R308 391CZ, RAMETC.H.M. a. s., KUNOVICE, vydání 1.3.2007 od neznámého autora

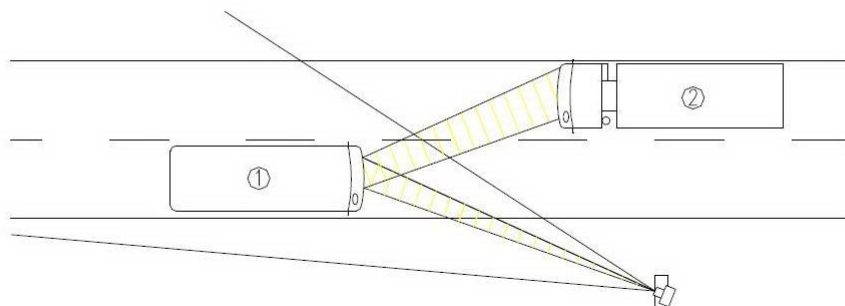
Tento případ se projeví tím, že se reflexní plocha (dopravní značka) zobrazí na důkazovém snímku a je k ní přiřazena rychlost. Tato rychlost je ale vozidla jedoucího v protisměru.

II. dvojitá reflexe

U dvojité reflexe se radarový signál odráží od reflexní plochy měřeného vozidla na reflexní plochu vozidla v protisměru. Od vozidla je radarový signál odražen zpět na první automobil a dále odražen k měřicímu přístroji. V tomto případě se rychlosti obou vozidel sčítají. Na snímku je patrná nereálně vysoká naměřená rychlost.

Speciální případ nastane, jestliže vozidlo v měřeném směru stojí nebo se pohybuje velmi pomalu., tak může být vozidlu přiřazena rychlost sice reálná, ale jedná se o rychlost vozidla v protisměru, která není předmětem měření. Tento v principu uvedený případ odpovídá shora uvedené jednoduché reflexi.

Obrázek č.11: **Dvojitá reflexe**



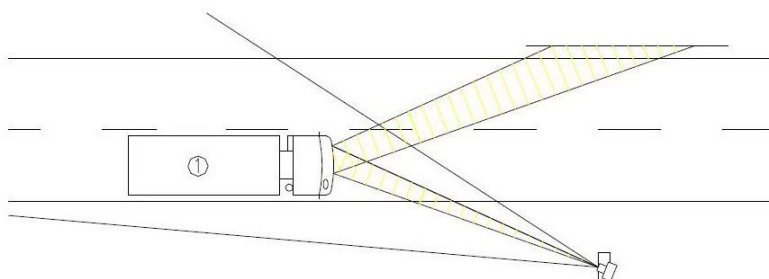
Zdroj: AD9 NÁVOD K OBSLUZE R308 391CZ,RAMETC.H.M. a. s., KUNOVICE, vydání 1.3.2007.

III. reflexe na trojitém zrcadle

Třetí druh reflexe lomu paprsku spočívá v odrazu od kolmých, za sebou stojících odrazových ploch, které napodobí jev, který se označuje jako koutový odražeč (retroreflektor), mikrovlna se odrazila ve směru, v jakém dopadla. Tvoří se obvykle v prostoru, kde se vyskytují ocelové konstrukce, jako např. mosty, kovové lešení, apod.

Následující obrázek ukazuje reflexi paprsku vystaveného radarovou anténou do automobilu, který má být měřen, ke koutovému odražeči. Tento odráží mikrovlnu zpět na čelní plochu měřeného vozidla a dále k měřicímu přístroji. Jev na trojitém zrcadle se projeví naměřením dvojnásobné rychlosti oproti skutečné rychlosti měřeného vozidla.

Obrázek č.12: **Reflexe na trojitém zrcadle**



Zdroj: AD9 NÁVOD K OBSLUZE R308 391CZ,RAMETC.H.M. a. s., KUNOVICE, vydání 1.3.2007 od neznámého autora

4.2 Výběr stanoviště pro laserové měřiče rychlosti

Optimální vzdálenost zaměření laserovými měřiči rychlosti je 80 - 140 metrů, avšak dobré osvětlení a zaostření umožňuje vzdálenost prodloužit na tolik, kolik nám dovolí kvalita záznamového zařízení.

Při výběru stanoviště může docházet ke kosinovému efektu a proto, je-li to možné, se volí stanoviště tak, aby úhel mezi měřícím paprskem laseru a směrem pohybu vozidla byl co nejmenší. Kolmá vzdálenost od proudu měřených vozidel by neměla být větší než 3m na každých 30m vzdálenosti, na kterou vozidla měříme. Pro představu úhel 20° představuje laserový měřič umístěný 30 m kolmo od vozovky při měření na vzdálenost 100 a nebo 15 m kolmo od vozovky při měření na vzdálenost 50 m.

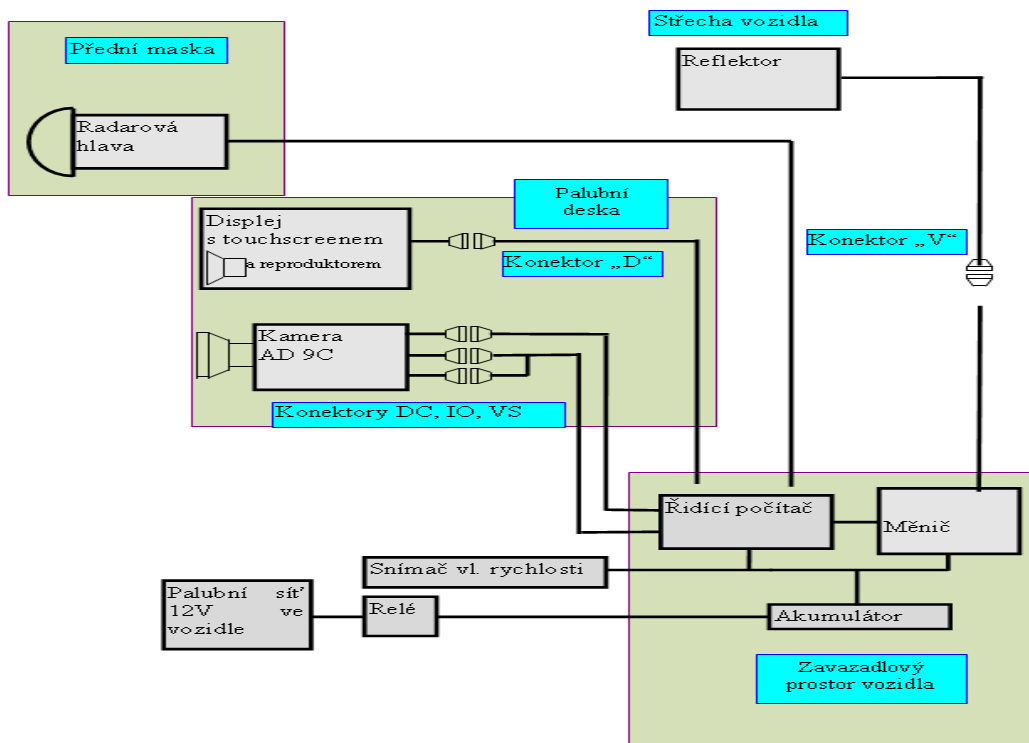
5 RADILOKAČNÍ MĚŘIČ RYCHLOSTI

Radiolokační měřič rychlosti vysílá nepřerušené elektromagnetické vlny (mikrovlnné záření). Přijímá odražený signál od měřeného vozidla, kdy kmitočet přijatého signálu se liší od vysílaného o hodnotu kmitočtu Dopplerova posuvu. Naměřený Dopplerův posun signálu je dále zesílen a přiveden do měřicí jednotky v řídicím počítači. Příjem signálu je dvoukanálový, fázový rozdíl kanálů obsahuje informaci o směru jízdy měřeného vozidla, kmitočet Dopplerova signálu informaci o rychlosti měřeného vozidla. Amplituda signálu informuje, že vozidlo se nachází v radarovém svazku. Mikrovlnné měřiče rychlosti provádějí měření u všech vozidel, které jsou zaměřeny vysílaným signálem. V současné době je Policií České republiky nejpoužívanější radiolokační měřič rychlosti typu AD, RAMER od firmy RAMET C.H.M a.s., Česká republika, web: <http://www.rametchm.cz>, tyto mají vynikající výsledky a řadí se mezi špičku ve světě.

5.1 Radiolokační měřič rychlosti AD9 C

Tento typ měřiče rychlosti je maximálně mobilní, neboť je celý vestavěn do osobního automobilu a jako jediný z typu AD9 umožňuje měření rychlosti za jízdy. Možnosti vozidla i přes vestavbu přístroje nejsou omezeny. Některé součásti se dají kdykoliv demontovat, tyto jsou uloženy v zavazadlovém kufru a zbytek komponentů je trvale zabudován přímo ve vozidle. Radarový měřič AD9 C může být vestavěn do jakýchkoli vozidel s černobílou nebo barevnou kamerou s vysokou rozlišovací schopností a možností natáčet radarovou hlavu do levé, nebo pravé polohy podle způsobu měření.

Obrázek č.13: **Blokové schéma AD9C**



Zdroj: <http://www.rametchm.cz/index.php?typ=RMA&showid=13&idzbozi=275770>

5.2 Radarová hlava

Radarová hlava je mikrovlnný přijímač, vysílač a anténa vysílající nepřerušené elektromagnetické vlny v šířce svazku 5°, frekvence 34,0 GHz nebo 34,3 GHz a vlnové délce 8,8 mm, kdy výkon je 0,5 až 2 mW. Signál je zpět přijímán a směšuje se signálem vysílaným, čímž je detekován Dopplerův posun kmitočtu, který je zesílen a převeden do měřicí jednotky v řídicím počítači. Měřené vzdálenosti jsou od 20 m do 60 m.

Radarová hlava je kryta radioprůzvučným krytem, ostatní povrch radarové hlavy je z lehkého kovu. Ze zadní části vychází za průchodkou kabel s konektorem. Provedení je vodotěsné a prachotěsné. V případě, že je radarová hlava připevněna na vozidle, tak k uchycení slouží kloub, který vykláníme doprava nebo doleva, podle toho v jakém jízdním pruhu silniční komunikace chceme měřit projíždějící vozidla.

Obrázek č.14: Radarová hlava



Zdroj: vlastní

Obrázek č.14: Simulátor radiolokačních vln k ověření správné funkce měřiče rychlosti



Zdroj:http://www.rametchm.cz/picture/products/big/Simulator/Simulator_SDF_akce_ve_lky.jpg, <http://www.poziadavka.sk/ponuky/ponuka-108848/Policejni-radary-rady-AD9>

5.3 Řídící počítač

Hlavní součástí měřiče rychlosti je řídicí počítač, který řídí veškerý měřicí proces, vyhodnocení naměřeného signálu, komunikaci s digitální kamerou, měničem blesku, ukládání snímků, zobrazuje a komunikuje pomocí displeje. Řídící počítač používá

program RADAR, který umožňuje řídit vlastní proces měření rychlosti a obsahuje parametry nastavení výrobcem a případně uživatelem.

Řídicí počítač obsahuje řídicí, měřicí, kontrolní, paměťové a napájecí obvody v elektricky odstíněném bloku.

Obrázek č.15: **Řídicí počítač**



Zdroj: vlastní

5.3.1 Řídicí obvody

Řídicí obvody počítače neustále sledují a vyhodnocují provozní teplotu a napájecí napětí, čímž se počítač udržuje v optimálních klimatických podmínkách. Pokud je při zapnutí řídicího počítače indikována záporná teplota, jsou vnitřní prostory počítače vyhřívány a po indikaci teploty 0°C se teprve zapne celý systém. Pokud však teplota vnitřních prostor přesáhne 35°C, jsou naopak chlazeny ventilátorem, který je umístěn na zadní straně skříně počítače. Hlídadají také napájecí napětí, které jakmile není v povolených hodnotách, tak se počítač i celý měřič rychlosti vůbec neuvede do provozu.

5.3.2 Měřicí obvody

Start měření

Počítač průběžně vyhodnocuje signál z měřicí hlavy, a když do anténního svazku vjede vozidlo, zahájí měření. Na základě přijatých parametrů signálu vyhodnotí rychlost a směr jízdy vozidla. V tomto okamžiku měřicí jednotka blokuje měření signálů od vozidel jedoucích opačným směrem.

Měření rychlosti

Po přechodu měřicí jednotky do fáze měření rychlosti vyhledává posloupnost naměřených hodnot a vyhodnotí jejich diferenci s podmínky pro maximální přesnost. Po získání dostatečného počtu měření je v úseku měření vypočtena průměrná hodnota kmitočtu signálu a stanovena rychlost jízdy vozidla.

5.3.3 Kontrolní obvody

Ověření výsledku měření

Při ověřování výsledku měřicí jednotka kontroluje další průběh signálu. Jestliže se kmitočty během průjezdu vozidla, v úseku stanovené délky, neliší od průměrné hodnoty kmitočtu o více než je hodnota stanovené chyby, měření je považováno za správné. V případě, že chyba měření je větší výsledek se anuluje.

Ukončení měření

Zdárné ukončení měření je v případě, když se stanoví vhodný okamžik pro expozici tak, aby na získaném snímku bylo zobrazeno měřené vozidlo z přední nebo zadní strany. Průběh činnosti pro příjíždějící a odjíždějící vozidla se v tomto směru liší. Příjíždějící vozidla je třeba snímat ihned po jejich vjezdu do svazku signálu, ještě před ověřením výsledku. Teprve po expozici snímku probíhá ověření výsledku měření. V případě neúspěšného výsledku ověření je obrázek automaticky smazán z paměti počítače. Odjíždějící vozidla jsou snímána po ukončení celého cyklu měření a po zjištění konce vozidla. Pokud nedojde k ověření výsledku měření, nedává se vůbec povel kameře k provedení snímku.

Analýza délky trvání signálu

Na základě této analýzy délky trvání signálu můžeme ustanovit, zda se jedná o krátké nebo dlouhé vozidlo a tuto informaci oznámit obsluze zvoleným zvukovým tónem. Přesnost určení délky závisí od řady faktorů, např. od odrazové plochy měřeného vozidla, správné volby rozsahu měření a od vzdálenosti měřeného vozidla k radarové hlavě. U malého rozdílu délky nákladního automobilu vůči osobnímu nelze tuto funkci se stoprocentní jistotou zaručit. Rozlišení vozidel na nákladní a osobní automobily se provádí na základě platných předpisů podle jejich hmotnosti, takže radarové měření délky je pouze informativní. Přesto je však možné zadat rozdílné limity rychlosti pro nákladní a osobní automobily.

5.3.4 Paměťové obvody

Všechna data i snímky vozidel s překročenou maximální povolenou rychlostí jsou průběžně ukládány na harddisk, který se liší parametry dle typu měřicího přístroje. Z tohoto harddisku následuje přenos na datový nosič, který je určen k přenosu a dalšímu nakládání s daty a pořízenými snímky.

5.3.5 Napájecí obvody

Napájecí napětí se liší dle typu měřicího přístroje, u vozidlového provedení je řídicí počítač napájen napětím 11,2 až 14,4 V.

5.4 Zpracování obrazu

Vlastní okamžik sejmutí obrazu je určen řídicí jednotkou a snímání je řízeno počítačem. Snímek sejmутý kamerou je uložen v paměti počítače podle předchozího popisu. Ke snímku se podle jeho typu přiřadí doplňkové údaje, buď ihned při měření s dokumentací bez radaru, nebo až po verifikaci měření radarem.

Tento obraz i s doplňkovými údaji pod snímkem se zobrazí na displeji počítače a je průběžně ukládán na pevný disk. Název souboru je odvozen od čísla stanoviště a čísla snímku.

V případě, že budeme provádět při jediném výjezdu snímání z více stanovišť, můžeme průběžně měnit čísla stanovišť na ovládací jednotce a provádět další snímání. Při změně stanovišť lze provést i změnu jeho textového popisu, případně změnu skutečného rychlostního omezení.

Kdykoliv v průběhu práce si lze snímky uložené na pevném disku prohlížet na obrazovce počítače. Při tomto postupu je na displeji zobrazen snímek s doplňkovými a identifikačními údaji. K orientaci mezi snímky nám slouží adresář obsahující tyto údaje: směr jízdy, naměřená rychlost, čas a datum měření, název souboru. (u snímků z měření bez radaru je na místě rychlosti zobrazen údaj „8888“, u snímků bez měření rychlosti je zobrazen údaj „FOTO“).

Pokud je připojena tiskárna, lze vybraný snímek vytisknout na tiskárně podporující protokol PCL 3.

Po ukončení práce v terénu provedeme přenos snímků do centrálního počítače. Tento přenos lze provádět pomocí komunikačního kabelu U verze s notebookem se přenos kabelem neprovádí.

5.5 Displej

Displej má dvojí funkci. Na jedné straně ukazuje jako displej obrazovky a provozní stavy, na druhé straně slouží jako ovládací jednotka. Lehkým tlakem na dotykový panel lze zadávat povely k řízení měřiče.

Obrázek č.16: **Displej**



Zdroj. Vlastní

5.6 CCD kamera

Obrazu snímá CCD kamera s motoricky řízeným objektivem, kdy se nastavuje clona a ohnisková vzdálenost (ZOOM), ostření se musí provádět ručně.

Obrázek č.17: **Kamera ve vozidle**



Zdroj: vlastní

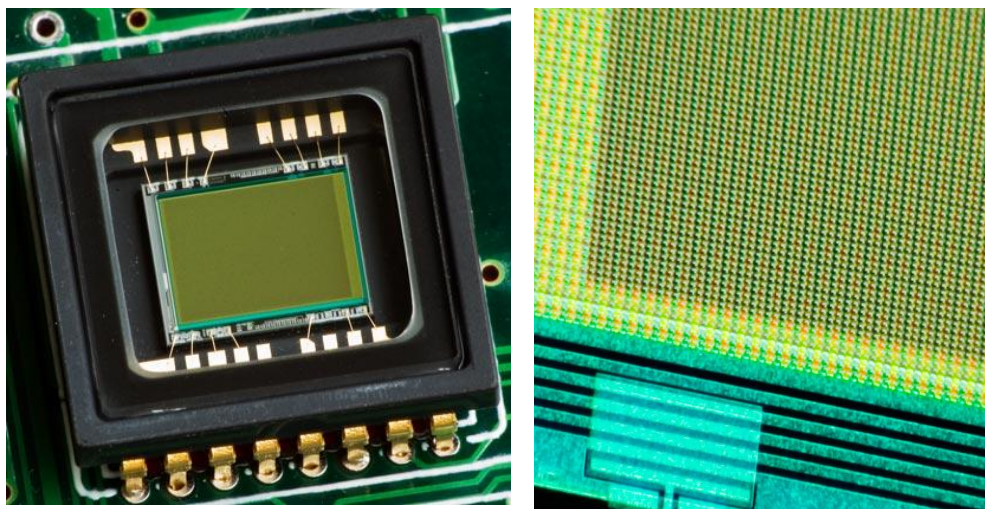
Kamera se skládá z těchto částí:

- Snímač
- Tělo kamery CCD
- Objektiv s transfokátorem
- Držák pro mechanické upevnění ve vozidle

Snímač

Snímání obrazu provádí průmyslová CCD kamera. Zkratka CCD pochází z anglického *Charge-Coupled Device*, což v překladu znamená zařízení s vázanými náboji. Hlavní součástí je čip obsahující matici na světlo citlivých nábojově vázaných snímacích bodů (pixelů). Snímaný obraz CCD čipem se přemění na elektrické napětí, které je přivedeno do řídicího počítače. Počítač za pomoci A/D převodníku v grafické kartě zpracuje obraz a uloží jej ve formátu TIFF i s doplňujícími údaji.

Obrázek č.18: CCD čip



Zdroj: http://cs.wikipedia.org/wiki/CCD#Sn.C3.ADm.C3.A1n.C3.AD_obrazu

CCD kamera je uložena v duralovém profilu společně s vlastní elektronikou, na kameře je našroubován objektiv, v jehož ohnisku je uložen CCD snímací čip. Při odšroubovaném objektivu je CCD čip přímo viditelný, a proto se z důvodu ochrany před znečištěním, zvláště prachem, nesmí tělo kamery nechat otevřené.

Elektrické připojení kamery k počítači je kontrolováno v úvodním programovém testu. V případě nepřipojení je indikována na řídicím počítači porucha.

Obrázek č.19: Obrázek objektivu a kamery



Zdroj: vlastní

Kvalita záběru je závislá samozřejmě i na čistotě a jakosti (kapky, mastnota, škrábance) předního skla obzvláště ve vozidlovém provedení. Kvalita snímku je ovlivněna i nepříznivým počasím (sníh, déšť, světelné odrazy)

5.7 Reflektor blesku

Reflektor blesku je ve vodotěsném plastovém pouzdře. Využívá vysokovýkonné výbojky, které dokáží osvětlit potřebný měřený prostor. Na reflektor se dá připevnit červený filtr, který by vyvinut ke snímání příjezdějících vozidel a zabránění oslnění řidiče. V současné době se nepoužívá, neboť snižuje výkon blesku a kvalitu pořízené fotodokumentace

5.8 Technické parametry přístroje

- Vysílací kmitočet: 34,3 GHz nebo 34,0 GHz
- Vysílací výkon: typicky 0,5 mW, max. 2 mW
- Šířka svazku antény: 5°
- Úroveň postranních smyček: min. -20 dB
- Odklon elektrické a mechanické osy: max. 0,5°
- Odklon osy svazku antény od směru jízdy měřených vozidel: max. 22°
- Maximální vzdálenost měřeného objektu: 60 m (3 jízdní pruhy)
- Volba dosahu měření (citlivost měřící části): 60 m, 30 m, 20 m
- Rozlišitelnost měřené rychlosti: 1 km/h
- Rozsah zaručované přesnosti měření: 20 km/h až 250 km/h
- Maximální povolená chyba měření: od 1 do 100 km/h \pm 3 km/h, nad 100 km/h \pm 3 %
- Odklon optické osy digitální kamery od směru jízdy měřených vozidel: max. 19°
- Rozlišovací schopnost použitých kamer: 1,4 miliony – 4 miliony obrazových bodů
- Elektronická uzávěrka: 1/60 až 1/10000 s
- Průměrná velikost souboru po bezztrátové kompresi: velikost černobílého v průměru 1,2 MB a barevného 1,5 MB
- Kompresní formát: JPG-LS

5.9 Provozní podmínky

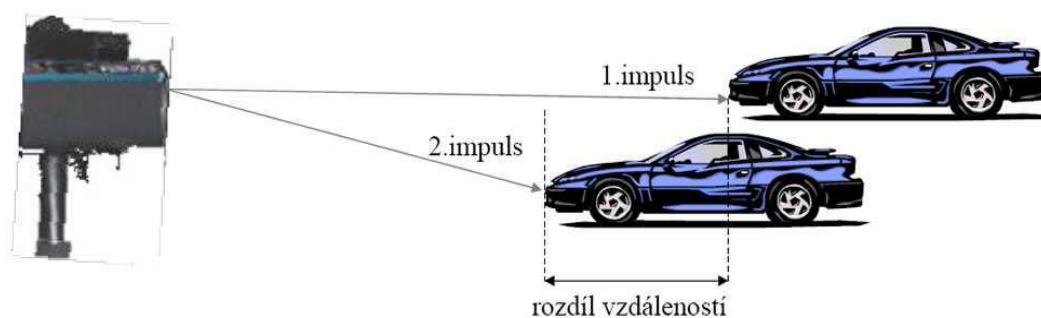
- Příklad je odolný proti mechanickým rázům, které jsou zapříčiněny pádem z výšky 50 mm.
- Konstrukce je odolná proti vlivu sinusových vibrací v rozmezí od 10 Hz do 150 Hz při zrychlení 20 m/s^2 .
- Mimo provoz je možno zařízení skladovat při teplotě: -25°C až $+70^\circ\text{C}$.
- Pracovní teplota: -10°C až $+60^\circ\text{C}$.
- Zařízení je odolné proti vlivu relativní vlhkosti: 95% bez kondenzace.

[5]

6 LASEROVÝ MĚŘIČ RYCHLOSTI

Laserové měřiče rychlosti využívají k měření rychlosti laserového paprsku, tento je v neviditelném infračerveném spektru a je řazen dle limitů jako „Bezpečný pro oči“, kdy za normálních podmínek by přímý pohled do laseru neměl způsobit žádné poškození oka. Rychlost se změní na základě zjištění postupné vzdálenosti měřeného objektu. Laser vyšle dva po sobě jdoucí signály, které se od měřeného vozidla odrazí a vrací se zpět do přístroje. Řídící jednotka vyhodnotí rozdíl jejich naměřené vzdálenosti na základě zpoždění signálu a vypočítá okamžitou rychlost měřeného vozidla. Vzdálenosti měření rychlosti u laserových měřičů se pohybují od 25 -400 m v úseku 15 m až 1 km, vzhledem k dosažení kvalitního záznamu se používají vzdálenosti od 50 -140m. Jsou schopny měřit rychlosti do 100 km/h s odchylkou ± 3 km/h a od 100 km/h do 320 km/h s přesností $\pm 3\%$. Rychlost vozidel je vždy vyšší než rychlost naměřená. V současné době je Policií České republiky nejpoužívanější laserový měřič rychlosti Systém Micro DigiCam od firmy Laser Technology, Inc z USA, web: www.lasertech.com, zastoupení v České republice firmou ATS – Telcom Praha a.s. Praha a.s [7].

Obrázek č.20: **Princip měření rychlosti laserovým měřičem**

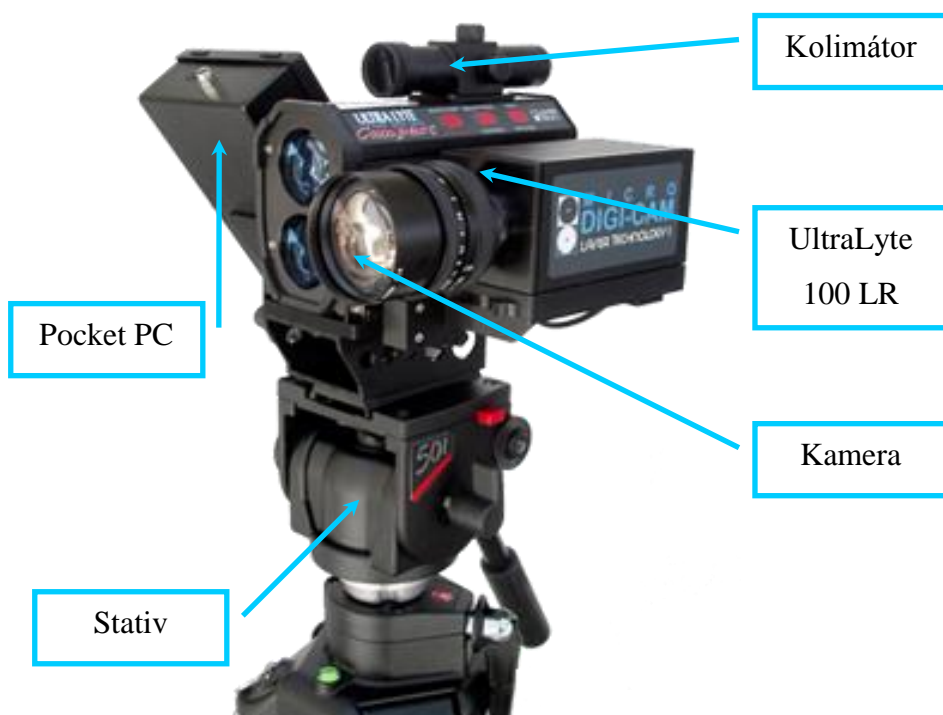


Zdroj: Laser Technology, Inc.. Systém Micro DigiCam : Manuál uživatele. Mezihorák 2004. [s.l.] : [s.n.], 2007. 101 s.

6.1 Systém Laser UltraLyte 100 LR

Systém Micro DigiCam se skládá z laseru UltraLyte 100 LR, Pocket PC (iPAQ hx4700 od firmy HP) a digitální kamery. Laser změří rychlost vozidla a jeho vzdálenost. Naměřená data následně přenáší do Pocket PC, který je vyhodnotí a zaznamená snímek vozidla, na kterém jsou uvedeny naměřené údaje sloužící k prokázání přestupku. Laser je ovládán vnitřním softwarem v Pocket PC a tento umožňuje pracovat se systémem v manuálním nebo automatickém módu.

Obrázek č.21: Systém Laser UltraLyte 100 LR



Zdroj: www.lasertech.com

Mód manuálního měření

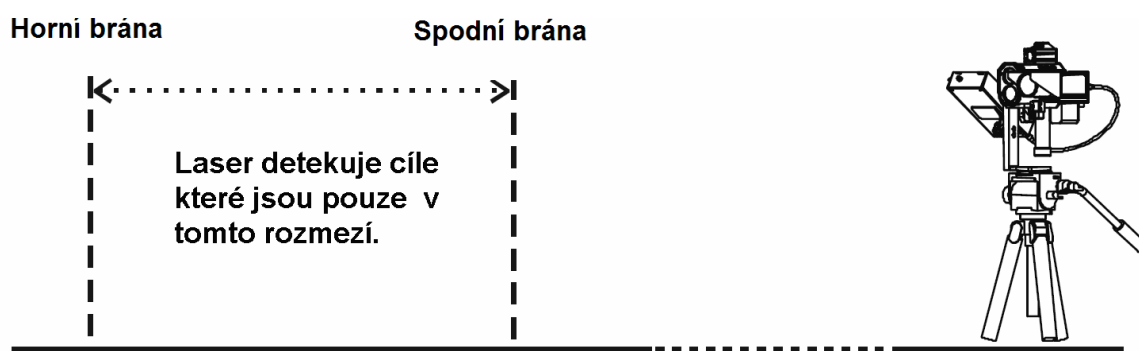
Laser nasměrujeme na měřený objekt (vozidlo) pomocí kolimátoru na těle laseru a spustíme měření. U požadovaného objektu se nám změří okamžitá rychlost, vzdálenost a data jsou odeslána do řídicího počítače (Pocket PC). Ten porovná naměřenou rychlost s limity nastavenými operátorem, pokud je rychlost vyšší nebo rovna přednastaveným limitům, spustí kameru. Kamera vytvoří JPEG soubor

se vzdáleností, časem, datem, umístěním a s dalšími operátorem nastavenými daty. Snímek s daty se zobrazí na displeji Pocket PC k možnému dalšímu zpracování a prokazování přestupku na místě. Během tohoto procesu není další měření možno provádět, v důsledku uzavření sériového portu laseru. Po zpracování snímku operátorem je port otevřen a připraven sejmout další cíl. Každá z těchto tří operací, tj. zjištění překročení rychlosti, zobrazení snímku na řídicím počítači a zpracování snímku operátorem, je ohlášena zvukovým tónem (pípnutím).

Mód automatického měření

Laser nasměrujeme na měřený úsek (pruh vozovky), pomocí kolimátoru a nastavíme bránu (rozmezí vzdáleností)

Obrázek č.22: **Zobrazení měřicí brány**



Zdroj: Laser Technology, Inc.. Systém Micro DigiCam : Manuál uživatele. Mezihorák 2004. [s.l.] : [s.n.], 2007. 101 s.

Kameru můžeme zaostřit až na vzdálenost mezi 50 a 170 metry. Nastavení zajistí, že snímky v tomto rozsahu jsou zaostřené a mají potřebný vzhled. Laser, který měří nepřetržitě, automaticky zachytí měřený objekt (vozidlo), a to jakmile vjede do prostoru brány. U objektu změří rychlost i vzdálenost a poté jsou data odeslána do řídicího počítače (Pocket PC), ten porovná naměřenou rychlost s limity nastavenými operátorem, pokud je rychlost vyšší nebo rovna přednastaveným limitům, spustí kameru. Další postup zpracování je shodný s výše popsáním manuálním módem.

Mód se dvěma rychlostmi

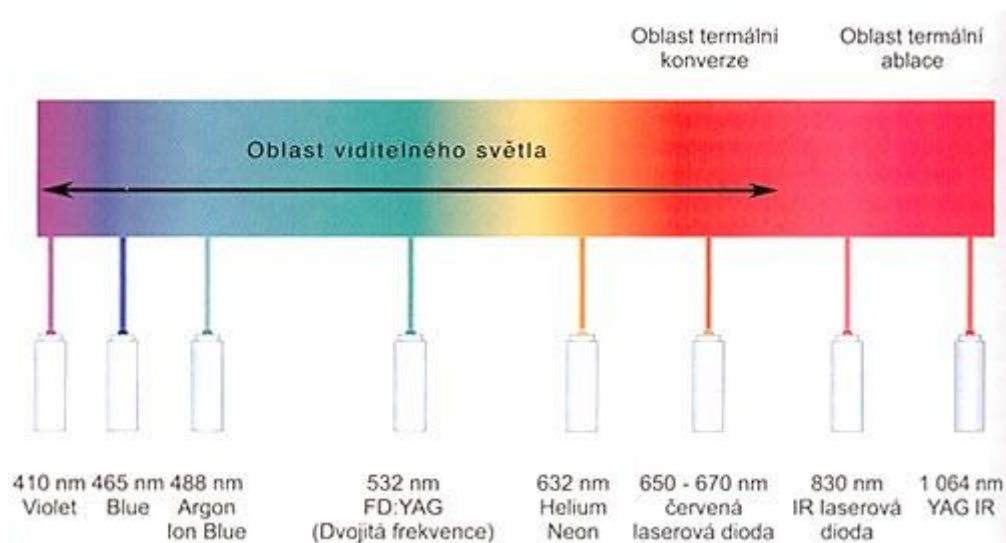
Laser nasměrujeme na měřený úsek (pruh vozovky), pomocí kolimátoru a nastavíme bránu (rozmezí vzdáleností). Laser v bráně namíříme do přibližného středu výšky osobních vozidle. Dále navolíme v řídicím počítači druhou bránu ve stejném úseku a laser v této bráně namíříme do výšky nákladních vozidle, to znamená nad výšku osobních vozidel. Jakmile měřený objekt (vozidlo) vjede do prostoru brán, tak nepřetržitě měřící laser automaticky zachytí objekt a u tohoto změří rychlost i vzdálenost a tyto data jsou odeslána do řídicího počítače (Pocket PC). Ten nejprve zjistí, zda se jedná o nižší, nebo vyšší vozidlo a naměřenou rychlost porovná s limity nastavenými operátorem pro daný typ vozidla. Pokud je rychlost vyšší, nebo rovna přednastaveným limitům, spustí kameru. Další postup zpracování je shodný s výše popsaným manuálním módem

6.1.1 Laser

Jedná se polovodičový laser typ UltraLyte 100 od firmy Laser Technology, Inc. z USA, laserový paprsek má vlnovou délku 904 nm \pm 10 nm, úhlová šířka je cca 0°17' a ve 100 m má na dopadové ploše rozměr cca. 30 x 20 cm. Laser Technology, Inc.. Systém Micro digram.

Opakovací kmitočet vyslaných laserových impulzů je 200 Hz. Časová délka laserových impulzů se pohybuje od 10 ns do 18 ns. Výkon svazku paprsku v ploše 30 mm je 22 μ W až 2,5 μ W. Laser je v kovovém pouzdře, v horní části má umístěny ovládací prvky. V horní části laseru je připevněn kolimátor (zaměřovač) a po stranách je připevněn Pocket PC a digitální kamera [7].

Obrázek č.23: Spektrum laserového záření



Zdroj: http://www.printing.cz/art/ctp/ctp_principy_laseru.html

6.1.2 Pocket PC

V systému Laser UltraLyte 100 LR, je Pocket PC název, pro PDA Hewlett-Packard, iPAQ hx 4700, které používá software Micro DigiCam a jeho pomocí vyhodnocuje laserem naměřená data a porovnává s limity nastavenými operátorem. V případě, že je rychlost překročena, vyšle signál kameře, která zhotoví snímek potřebný pro další zpracování operátorem.

Obrázek č.24: PDA Hewlett-Packard, iPAQ hx 4700



Zdroj: <http://www.mobilitysite.com/2006/03/has-the-ipaq-hx4700-series-pocketpc-died/>

Technické parametry PDA Hewlett Packard, iPAQ hx 4700

- PDA Hewlett-Packard, iPAQ hx 4700:
- Operační systém: Windows Mobile® 5.0 Premium Edition
- Procesoru: Procesor Intel® PXA270 624 MHz
- Paměť: Paměť 192 MB paměti celkem (128 MB ROM a 64 MB SDRAM), až 135 MB dostupných pro uživatele zahrnuje 80 MB iPAQ File Store
- Displej: Displej 4" barevný transreflexní VGA TFT displej, 64K barev, LED podsvícení s úsporným režimem, mód zobrazení Portrait a Landscape
- Technologie: WLAN 802.11b, Bluetooth® 1.2, IrDA (FIR)
- Rozměry (Š × H × V): 131 x 77 x 14,9 mm
- Hmotnost: 186,7 g
- Porty: USB, speciální USB konektor
- Sloty: SD Slot – podpora 4 bitového SDIO a Rozšiřitelnost SD/MMC paměťových karet, CF Slot Type II
- Audio: Mikrofon, reproduktor, jeden 3,5 mm audio konektor pro sluchátka, stereo MP3 přes audio konektor a reproduktor, 5 pásmový equalizer pro přehrávání přes audio konektor
- Baterie: 1800 mAh lithium-ion vyměnitelná baterie, volitelná zvětšená 3600 mAh lithium-ion baterie v prodeji [14]<http://www.ipda.cz/?q=katalog/hp-ipaq-hx4700>

6.1.3 Kamera

Programovatelná vysokorychlostní kamera propojená s Pocket PC, která dle požadavku posílá provedený snímek do Pocket PC.

6.1.4 IR záblesková jednotka

K zařízení je možno přidat doplňkovou infračervenou zábleskovou jednotku pro doplnění Systému Laser UltraLyte 100 LR a možnost měření v noci nebo za nízké viditelnosti.

6.2 Technické parametry přístroje

Hmotnosti

- Kamera / UltraLyte 2,3 kg
- Pocket PC / pouzdro 0,7 kg

Rozměry

- Kamera / UltraLyte d: 21,6cm, š: 14,0cm, v: 27,9cm
- Pocket PC d:8,33cm, š : 12,98cm, v : 1,57cm
- Pocket PC / pouzdro d:11,48cm, š : 23,67cm, v : 5,05cm

6.3 Napájení

Kamera

Napájení 7,2V Li-Ion akumulátor, 4,65 Ah, spotřeba 3,0 W. Provozní doba 7 hodin při plném nabití (napájí také IPAQ).

IPAQ

Napájení vnitřním akumulátorem Li-Ion 1400 mAh, během měření v terénu se napájí také baterií z kamery. Provozní doba s externím zdrojem 7 hodin a s interním zdrojem 8 hodin.

6.4 Provozní podmínky okolí

Kamera s laserem -20° C až +50° C

Pocket PC -10° C až +50° C (včetně pouzdra)

7 ZÁVĚR

V práci se snažím nejprve popsat, jak díky fyzikálním jevům jsme schopni zaznamenat rychlost různých objektů. Dále upozorňuji na ty jevy, které musíme při měření co nejvíce eliminovat. Na základě jejich pochopení můžeme při měření rychlosti v terénu dosáhnout velice přesných výsledků. Jedná se především o správné umístění a nastavení měřicího přístroje. Za dodržení stanovených podmínek může být díky těmto jevům prováděna kontrola a dokumentace rychlosti na pozemních komunikacích.

V České republice se používají především dva typy měřících přístrojů, které se liší svou užitou technologií. Jedná se o přístroje firmy Ramet C.H.M., a.s. vysílající elektromagnetické vlnění, kdy jej zároveň přijímají a zjišťují frekvenci Dopplerova posuvu, a přístroje firmy Laser Technology, Inc, které měří vzdálenost pohybujícího se objektu za jednotku času. Dalším rozdílem je mobilita obou přístrojů, u typu AD 9C zabudovaném ve vozidle je příprava měření minimální, na rozdíl od systému Laser UltraLyte 100 LR, který se musí na stanovišti složit a umístit s důrazem na podmínky měření. Se systémem Laser UltraLyte 100 LR můžeme měřit rychlost na velké vzdálenosti. O tomto jsem se přesvědčil osobně, kdy nebylo problém zachytit vozidlo na vzdálenost 180 m i s potřebnou dokumentací. U měřicího přístroje AD 9C je nejvyšší vzdálenost měření 60 m, kdy i tato je zcela dostačující. Provozní nároky a údržba obou měřičů jsou minimální a nepožadují zvláštní péči. Oba přístroje musí být pravidelně kalibrovány Českým metrologickým ústavem a tímto řádně označeny. V současné době jsou obě technologie pro potřeby měření rychlostí a pořizování dokumentace na pozemních komunikacích dostačující, proto považuji modernizaci v nejbližší době za nepravděpodobnou.

8 POUŽITÁ LITERATURA

1. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Rychlost#Jednotky>
2. <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mikrovlny>
3. Halliday, Resnick, Walker, Fyzika sympaticky, VUTIUM Brno a Prométheus, 2001
4. http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=416b757374696b61h&key=660
5. AD9 NÁVOD K OBSLUZE R308 391CZ,RAMETC.H.M. a. s., KUNOVICE, vydání 1.3.2007
6. <http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?cd=76&typ=r&zdroj=sb08001>
7. Laser Technology, Inc.. *Systém Micro DigiCam : Manuál uživatele*. Mezihorák 2004. [s.l.] : [s.n.], 2007. 101 s.
8. <http://fyzmatik.pise.cz/33313-zrcatka-koutove-odrazece-na-mesici.html>

SEZNAM TABULEK

- Tabulka č.1 Příkladem Dopplerova posunu u zvolených rychlostí pro velikost měřicího úhlu $\alpha = 22^\circ$
- Tabulka č.2 Uvedené příklady pro porovnání naměřené a skutečné rychlosti
- Tabulka č.3 Doporučené hodnoty bočního dostupu měřiče
- Tabulka č.4 Doporučené hodnoty pro ustavení přístroje v zatáčce

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek č.1 Elektromagnetické vlnění vysílané zdrojem v klidu
- Obrázek č.2 Schéma vzniku Dopplerova jevu
- Obrázek č.3 $\cos \alpha$ mezi laserovým paprskem a směrem pohybu objektu
- Obrázek č.4 Příklady koutových odražečů
- Obrázek č.5 Pravidla pro výběr stanoviště
- Obrázek č.6 Orientační značky na vozidle systému AD9 C, které napomáhají přesnému postavení na stanovišti k dodržení max. úhlu 22°
- Obrázek č.7 Podmínky pro měření v zatáčce
- Obrázek č.8 Foto špatného zachyceného snímku vozidla v měřeném směru
- Obrázek č.9 Jednoduchá reflexe
- Obrázek:č.10 Jiný druh jednoduché reflexe
- Obrázek č.11 Dvojitá reflexe
- Obrázek č.12 Reflexe na trojitém zrcadle
- Obrázek č.13 Blokové schéma AD9C
- Obrázek č.14 Radarová hlava
- Obrázek č.14 Simulátor radiolokačních vln k ověření správné funkce měřiče rychlosti
- Obrázek č.15 Řídicí počítač
- Obrázek č.16 Displej
- Obrázek č.17 Kamera ve vozidle
- Obrázek č.18 CCD čip
- Obrázek č.19 Obrázek objektivu a kamery
- Obrázek č.20 Princip měření rychlosti laserovým měřičem
- Obrázek č.21 Systém Laser UltraLyte 100 LR
- Obrázek č.22 Zobrazení měřicí brány
- Obrázek č.23 Spektrum laserového záření
- Obrázek č.24 PDA Hewlett-Packard, iPAQ hx 4700