

# Možnosti využití radarů v bezpečnostní komunitě

Possibilities of Radar's Utilization in the Security Community

Luboš Kopecký

---

Bakalářská práce  
2013

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Luboš KOPECKÝ**  
Osobní číslo: **A10749**  
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Možnosti využití radarů v bezpečnostní komunitě**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte historický přehled konstrukce a používání radarů.
2. Zpracujte přehled radarů používaných v současnosti.
3. Popište princip činnosti radarů.
4. Uvedte vlastní zkušenosti s používáním radarů.
5. Nastíhnete možnosti využití radarů u soukromých bezpečnostních služeb.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. LEVANON, Nadav, MOZESON, Eli. Radar Signals. 1st ed. John Wiley and sons, 2004. ISBN 978-1-891121-52-4.
2. BEZOUŠEK, P., ŠEDIVÝ, P. Radarová technika. 1. vyd. Skriptum FEL, ČVUT v Praze, 2004.
3. RICHARDS, Mark A., SCHEER, James A., HOLM, William A. Principles of Modern Radar, Volume I – Basic Principles. SciTech, 2010. ISBN 978-1-61344-155-8.
4. CURRY, G. Richard. Pocket Radar Guide – Key Radar Facts, Equations, and Data. SciTech Publishing, 2010. ISBN 978-1-61344-416-0.
5. KAPLAN, Steven M. Wiley Electrical and Electronics Engineering Dictionary. Wiley – IEEE Press. 2004. ISBN 978-1-61583-854-7.

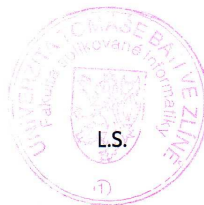
Vedoucí bakalářské práce: **JUDr. Ladislav Pávek**

Datum zadání bakalářské práce: **25. února 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. května 2013**

Ve Zlíně dne 25. února 2013

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se ve své teoretické části zabývá historickým vývojem radarů, jejich rozdělením z různých hledisek, principem činnosti a oblastmi využití v současnosti. V oblasti současného využití se zaměřuje na radary pro měření rychlosti a to zejména na radary využívané Policií ČR, jejich výhody a nevýhody. V další části se práce zabývá otázkou měření rychlosti na pozemních komunikacích soukromými subjekty. Praktická část obsahuje ukázky měření pomocí laserových a mikrovlnných měřičů rychlosti. V závěru práce se autor snaží zodpovědět otázku, zda vstup soukromých bezpečnostních složek do oblasti měření rychlosti na pozemních komunikacích je či není přínosný.

Klíčová slova: Radar, měření rychlosti, laser, mikrovlna.

## **ABSTRACT**

In the theoretical part the Bachelor thesis summarizes the historical development of radars and split them from different points of view. It briefly describes its principle and fields where they can be used. It especially focuses on the radars which are being used for speed measurement by Czech Police and it mentions its advantages and disadvantages. In the following part the thesis deals with the question of speed measurement by private companies. The practical part includes examples of speed measurement done by laser and microwave speed measurer. In the conclusion the thesis tries to answer the question whether there is a benefit of measuring the speed on the roads by private companies.

Keywords: Radar, Speed Measurement, Laser, Microwave.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 HISTORIE RADARU</b> .....	<b>11</b>
1.1 POČÁTKY .....	11
1.2 OBDOBÍ KOLEM 2. SVĚTOVÉ VÁLKY .....	12
1.3 OBDOBÍ PO DRUHÉ SVĚTOVÉ VÁLCE .....	12
<b>2 ROZDĚLENÍ RADARŮ</b> .....	<b>13</b>
2.1 AKTIVNÍ RADARY .....	13
2.1.1 Primární radary.....	13
2.1.2 Sekundární radary .....	13
2.1.3 Radary s kontinuální vlnou .....	14
2.1.4 Pulzní radary .....	14
2.1.5 2D radary.....	14
2.1.6 3D radary.....	14
2.2 PASIVNÍ RADARY .....	15
<b>3 PRINCIP ČINNOSTI</b> .....	<b>17</b>
3.1 ZÁKLADNÍ ČÁSTI RADARU .....	18
3.2 DOPPLERŮV JEV .....	19
<b>4 RADARY VYUŽÍVANÉ PRO MĚŘENÍ RYCHLOSTI</b> .....	<b>20</b>
4.1 POLICEJNÍ MIKROVLNNÉ RADARY ŘADY AD9 .....	21
4.1.1 Výhody a nevýhody mikrovlnných měřičů rychlosti.....	24
4.2 POLICEJNÍ LASEROVÉ MĚŘIČE RYCHLOSTI .....	24
4.2.1 Systém Micro DigiCam.....	25
4.2.2 Systém LIDAR – ProLASER.....	26
4.2.3 Výhody a nevýhody laserových měřičů rychlosti.....	27
<b>5 OSTATNÍ OBLASTI VYUŽITÍ RADARŮ</b> .....	<b>28</b>
5.1 NAVIGACE A ŘÍZENÍ PROVOZU .....	28
5.2 METEOROLOGIE .....	28
5.3 GEODÉZIE A KARTOGRAFIE .....	29
5.4 PROTIVZDUŠNÁ OBRANA .....	29
5.5 SPECIÁLNÍ APLIKACE.....	31
<b>6 MOŽNOSTI VYUŽITÍ RADARŮ SOUKROMÝMI BEZPEČNOSTNÍMI SLUŽBAMI</b> .....	<b>32</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>36</b>
<b>7 VLASTNÍ ZKUŠENNOSTI S RADARY</b> .....	<b>37</b>
7.1 SYSTÉM MICRO DIGICAM .....	37
7.1.1 Parametry .....	37
7.1.2 Fotodokumentace z Micro DigiCam.....	37
7.2 RADAR AD9 C .....	42
7.2.1 Parametry .....	42
7.2.2 Fotodokumentace z AD9 C.....	42

---

<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>46</b>
<b>RESUME .....</b>	<b>48</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>49</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>51</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>52</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>53</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>54</b>

## ÚVOD

Od doby, kdy byl vynalezen radar, uplynulo již více než 100 let. První radary z období kolem 2. světové války měly výhradně vojenské použití. V současnosti se jejich využití částečně přesunulo z oblasti vojenské i do oblasti civilní. Nejširší uplatnění našly v navigaci a řízení letového i námořního provozu, ve vyhledávání cílů, meteorologii, geodézii a dalších.

Jedno z nejvíce rozšířených civilních využití radarů je měření rychlosti vozidel na pozemních komunikacích. V České republice je podle zákona 361/2000 Sb. stanovena nejvyšší povolená rychlost v obci 50 km/h, mimo obec 90 km/h a na dálnicích a silnicích pro motorová vozidla 130 km/h. Nad dodržováním těchto maximálních povolených rychlostí dohlíží Policie ČR a Obecní policie. V České republice je při měření rychlosti přípustná odchylka  $\pm 3$  km/h do rychlosti 100 km/h a  $\pm 3\%$  nad tuto rychlost.

Oprávnění k měření rychlosti vozidel má v současné době pouze Policie ČR. Na místech určených Policií ČR smí měřit rychlost i Obecní policie. Policie ČR využívá nejčastěji mikrovlnné měřiče rychlosti AD 9C firmy Ramet a.s. a laserové měřiče Micro DigiCam firmy Laser Technology Inc. nebo LIDAR - ProLASER III od firmy Lavet.

Rychlost strážníci kontrolují pomocí stacionárních radarů, radarů umístěných ve vozidlech, nebo úsekovým měřením rychlosti. Radary, kterými Policie ČR, nebo Obecní policie disponuje, musí odpovídat zákonu č. 505/1990 Sb., o metrologii a jeho prováděcím vyhláškám.

O tom, že nepřiměřená rychlost je viníkem mnoha nehod, svědčí i policejní statistiky. Například v roce 2012 byla nepřiměřená rychlost příčinou 14529 nehod, a proto je na dodržování rychlosti kladen velký důraz a policejní hlídku měřící rychlost lze potkat opravdu všude.

Bohužel počet policistů, či obecních strážníků je omezený a nelze tak neustále dozorovat všechna kritická stanoviště. Některé obce se tedy rozhodly vzít iniciativu do vlastních rukou a bezpečnost na svém území zvýšit používáním a provozováním vlastních měřičů rychlosti za účelem vedení přestupkových řízení.

Z původního konceptu na zvyšování bezpečnosti v daných obcích se ovšem v mnoha případech stal spíše dobrý zdroj peněz jak pro obce, tak pro soukromé složky provozující



měřiče rychlosti na jejich území. Odpověď na otázku, zda vstup soukromých složek do této oblasti je, či není přínosem, tak není zcela jednoznačná.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 HISTORIE RADARU

Označení radar vychází z anglického výrazu Radio Detection and Ranging. (radiové odhalování předmětů a měření jejich vzdálenosti). Radar, nebo-li radiolokátor, je přístroj, který vysílá mikrovlnné záření a toto záření po odražení od objektů detekuje a analyzuje. Radar nepodává informace pouze o existenci předmětů v jeho dosahu, ale také o jejich vzdálenosti, azimutu, rychlosti, výšce a dalších. (1)

### 1.1 Počátky

První experimenty s odrazy radiových vln od kovových a nevodivých těles popsal Heinrich Hertz, který v roce 1886 sestrojil zařízení pracující s vlnami 450MHz, aby otestoval matematické teorie Jamese Clerka Maxwella. V roce 1903 pak německý inženýr Christian Hulsmeyer předvedl německému námořnictvu první zařízení určené k detekci lodí. Toto zařízení bylo pojmenováno telemobilskop. (2). Elektromagnetické vlny byly v telemobilskopu generovány v tzv. jiskřišti a vysílač pracoval s vlnovými délkami 40-50cm. Při první demonstraci byl vysílač umístěn na vysoké věži a přijímač byl umístěn na Hohenzoellernově mostě v Kolíně nad Rýnem. Christian Hülsmeier si své zařízení nechal v roce 1904 patentovat (britský patent číslo 13,170, německý patent č. 165546). Toto zařízení mělo přijímací anténu přímo nad vysílací anténou na lodním stožáru. Nejspíše kvůli limitovanému dosahu, nevzbudil jeho přístroj příliš velký zájem ani u námořnictva ani u veřejnosti. (3)



Obr. 1. Telemobilskop

V USA pracovali na vývoji prvních radarů Albert H. Taylor a Leo C. Young z námořní výzkumné laboratoře. V roce 1922 použili pro detekci dřevěné lodě radar s kontinuální

vlnou, který pracoval s vlnovými délkami 60MHz. První detekci letadla v USA úspěšně provedl L.A. Hayland v roce 1930.

První radary používaly často vysílače s kontinuální vlnou. Tyto radary detekovaly cíle snímáním ztlumeného přijatého signálu, způsobeného Dopplerovým posunutým odrazem od cíle v porovnání s přímým signálem z vysílače. Byly používány vysílače s nízkými frekvencemi, protože vysílače s vysokými frekvencemi nebyly v tu dobu ještě dostupné. Tyto vysílače detekovaly přítomnost cíle, ale nebylo možno získat informace o vzdálenosti předmětů. Schopnost měřit vzdálenost objektů přišla až s příchodem pulzních systémů. V roce 1935 byl vyvinut v USA pulzní radar, který pracoval při 28 MHz a používal 5  $\mu$ s pulzy. Britové úspěšně demonstrovali pulzní radar pracující při 12 MHz v roce 1935, kdy detekovali 40 mílí vzdálený bombardovací letoun. Jak Britové, tak Američani si byli vědomi redukce fyzické velikosti zařízení při práci za vyšších frekvencí. Později pak už využívali frekvence 200MHz. (2)

## 1.2 Období kolem 2. Světové války

Od druhé světové války byla radarová technologie velmi zdokonalena. Rozhodující bod, dovolující praktický vývoj mikrovlnného radaru, byl vynález magnetronu Johnem Randalem a Harry Bootem v Británii v roce 1940. Magnetron je vysoce účinná elektronka, která vytváří elektromagnetické vlny. První magnetron produkoval puls 100 kW při 3 GHz (vlnová délka 10cm), sílu o mnoho větší, než byla dříve pro tyto frekvence dosahována. (2) Tento pokrok usnadnil pak především řešení antén s lepší rozlišovací schopností v azimutu.

V průběhu války se tedy stal radar ideálním zařízením pro detekci nepřátel ve dne i v noci. Již v roce 1940, měli Britové i Němci velmi hustou síť pozemních radarů, které měli varovat před nálety nepřátel.

## 1.3 Období po druhé světové válce

Dalším mezníkem ve vývoji radarů, byl nástup polovodičových součástek, které nahradily elektronky o nízkém výkonu. V sedmdesátých letech se začala v oblasti radarů využívat digitální technika pro ovládání, diagnostiku a komunikaci. V osmdesátých letech se s příchodem mikroprocesorů začala digitální technika využívat i pro zpracování signálu a zobrazení situace.

## 2 ROZDĚLENÍ RADARŮ

Radary lze rozdělit podle několika hledisek – z hlediska vyzařování elektromagnetických vln se dělí na aktivní a pasivní. Aktivní radary se podle principu činnosti dělí na primární a sekundární, z hlediska režimu, v jakém vysílají elektromagnetické vlny, se dělí na radary pulzní a radary s kontinuální vlnou a podle způsobu snímání prostoru je lze rozdělit na 2D, 2x2D a 3D.

### 2.1 Aktivní radary

Aktivní radary jsou zařízení, která vyzařují elektromagnetické vlnění. Podle principu jejich činnosti se dále dělí na radary primární a sekundární, podle typu vysílaného elektromagnetického záření na pulzní a radary s kontinuální vlnou a podle snímání prostoru na 2D a 3D.

#### 2.1.1 Primární radary

Primární radar vysílá do prostoru elektromagnetické vlnění, které se odráží od okolních předmětů a část se ho vrací zpět k přijímací anténě. Tento typ radaru poskytuje informace o poloze, případně rychlosti cíle, které se vypočítají ze zpoždění mezi vysílaným signálem a přijatým odrazem. Funkce těchto radarů nevyžaduje žádnou spolupráci s objektem, od kterého se elektromagnetické vlny odrážejí. (4)

#### 2.1.2 Sekundární radary

Sekundární radary jsou zařízení, která vysílají signál a přijímají signály vysílané jiným objektem. Ke své činnosti tedy potřebují aktivní spolupráci sledovaného cíle. Využití nacházejí především v letecké dopravě. Vysílací anténa radaru vyšle k letadlu elektromagnetický signál (dotaz) a čeká, až letadlo na tento dotaz zareaguje. Na letišti je umístěno vysílací zařízení - tzv. dotazovač, který pravidelně vysílá směrem k letadlům elektromagnetické „dotazy“. Na palubách letadel jsou speciální vysílače - tzv. odpovídače, které na dotazy „odpovídají“ svým vlastním kódem, přiděleným pro daný let střediskem řízení letového provozu. Odpovědi z letadel jsou zachyceny přijímací anténou sekundárního radaru, dekodují se a na jejich základě se jednotlivá letadla identifikují. (5) Výhodou sekundárních radarů oproti radarům primárním je větší dosah i při menším výkonu, přesnější informace o výšce letadla a podání dalších informací, jako identifikace, stav paliva aj. Nevýhodou je pak to, že zobrazují pouze objekty, které s nimi spolupracují.

Využívají se především v řízení letového provozu, u protisrážkových systémů a u radarových majáků.

### 2.1.3 Radary s kontinuální vlnou

U radarů, které pracují v režimu s kontinuální vlnou, vysílá vysílač nepřetržitě signál do okolí a nepřetržitě také přijímá signál odražený z okolí. Vzhledem k nepřetržitému provozu vysílače i přijímače má tento typ radaru dvě antény – vysílací a přijímací. (6) Tyto typy radarů používá např. policie k měření rychlosti vozidel.

### 2.1.4 Pulzní radary

Na rozdíl od radarů s kontinuální vlnou, vyzařují pulzní radary záření v určitých pulzech, řádově 0,1 až 10 mikrosekund, ale v některých případech i pouze několik nanosekund. Během pulzu je zapnutý vysílač, který vyšle do okolí elektromagnetické záření. Přijímač je v tuto dobu vypnutý a nemůže tak být detekován žádný signál. Po vyslání pulzu se přijímač zapne a snaží se zachytit elektromagnetické vlnění odražené z okolních předmětů. Vzdálenost objektů je určena na základě časového odstavu mezi vyslaným a přijatým signálem. (6) Tímto radarem se dá určit směr, vzdálenost a výška objektu

### 2.1.5 2D radary

U 2D radarů se využívá antén s úzkým svazkem ( $1-2^\circ$ ) v jednom směru a v druhém směru s širším svazkem ( $20^\circ-90^\circ$ ). Tento typ svazku se nazývá vějířový. Tento typ radarů je využíván pro řízení letového provozu. V horizontální rovině má anténa svazek úzký, v elevaci relativně široký a otáčí se kolem své osy. Anténa umožňuje ve snímaném prostoru kolem radaru určit pro každý cíl jeho vzdálenost a azimut. Využívají se i systémy, kde je vertikální svazek úzký, široký v azimutu a kývá vertikálně obvykle v rozmezí elevací  $0^\circ-45^\circ$ . Podle potřeby se anténa natáčí kolem svislé osy, aby zachytila cíl s libovolným azimutem. Tento radar je schopen určovat pouze vzdálenost cíle a jeho elevaci. Snímání ve dvou rozměrech se využívá i u leteckých snímkovacích radarů. (7)

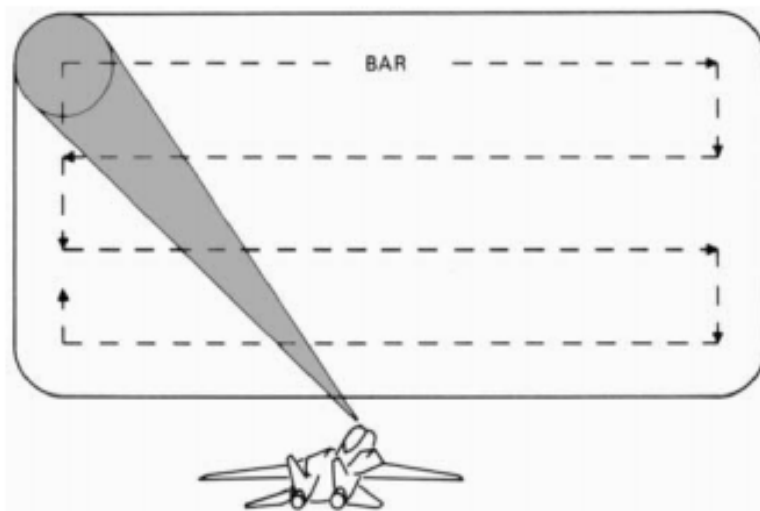
### 2.1.6 3D radary

U 3D radarů se nejčastěji používají systémy s kónickým a rastrovým snímáním.

Systémy s kónickým (spirálovým) snímáním jsou využívány především u střeleckých zaměřovacích radarů. Anténa má svazek, jehož hlavní lalok je úzký v obou směrech. Anténa rotuje kolem mechanické osy rotace, která svírá s osou antény určitý úhel. Osa

svazku tak opisuje v prostoru kužel. Při postupném zmenšování odklonu se svazek spirálovitě přibližuje k ose prohledávaného prostoru.

V moderních 3D systémech se využívá rastrové snímání prostoru. V tomto režimu se tužkový svazek pohybuje vymezeným prostorem v řádcích a sloupcích. (7)



Obr. 2. Rastrové snímání prostoru 3D radarem

## 2.2 Pasivní radary

Oproti klasickým radarům, které střídají vysílání a příjem rádiových vln a poté vyhodnocují signál odražený od objektů ve vzduchu, pasivní radary pouze přijímají elektromagnetické záření z okolí. Zdrojem tohoto záření mohou být například vysílače rádia, televize, případně mobilní sítě, jiné radary, nebo rušící zařízení. Všechny tyto zdroje záření se odráží od objektů na obloze i mimo ni a tvoří tak přirozený signál, který pasivní radar zpracovává. Tyto radary jsou využívány na letištích. Princip je takový, že se nejdříve pomocí Dopplerova jevu přibližně určí poloha a rychlost letounu a dalším zpracováním signálu s využitím potlačení šumu, zahrnutím mnoha vlivů ovlivňujících šíření rádiových vln (včetně změn v ionosféře Země) se určí poloha a rychlost letounu s přesností stejnou nebo lepší jako u aktivních radarů. Přesný způsob zpracování signálu je součástí mnoha patentů a to zejména těch tajných. (8)

Pasivní radary se staly jednou z nejdůležitějších strategických zbraní současnosti a to hned z několika důvodů: je prakticky nemožné vyřadit je z činnosti, široký rozsah druhů přijímaných signálů vylučuje zničení všech vysílačů, pokus o aktivní rušení přispěje pouze

ke zlepšení jejich funkce, protože přidá signál, který mohou pasivní radary zachytit a vyhodnotit, vyřadit z provozu přijímače je téměř neproveditelné, jelikož jsou relativně malé a tudíž snadno mobilní. (8)

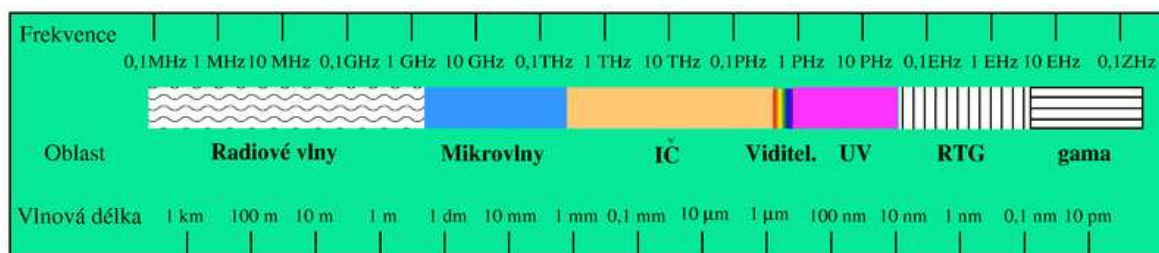
Obecně využívají pasivní radary k určování polohy objektu 3 metody – časoměrnou, směroměrnou a dopplerovskou nebo jejich kombinace. Směroměrné systémy určují směr příchodu signálu pomocí směrových vlastností antén. Dopplerovské systémy vyhodnocují Dopplerův posuv kmitočtu v pohybu sledovaného objektu. Pro funkci tohoto typu zařízení je nutné, aby se sledovaný objekt a radar vůči sobě pohybovaly. Časoměrné systémy obsahují několik přijímačů, které jsou od sebe rozmístěny na dostatečnou vzdálenost. Každý přijímač pak měří okamžik příchodu signálu odraženého nebo vyslaného ze sledovaného objektu, a z rozdílu těchto časů příchodu se vypočítá poloha objektu. (7)

Tyto radary našly uplatnění v řízení letového provozu a v elektronické zpravodajské činnosti (ELINT).



### 3 PRINCIP ČINNOSTI

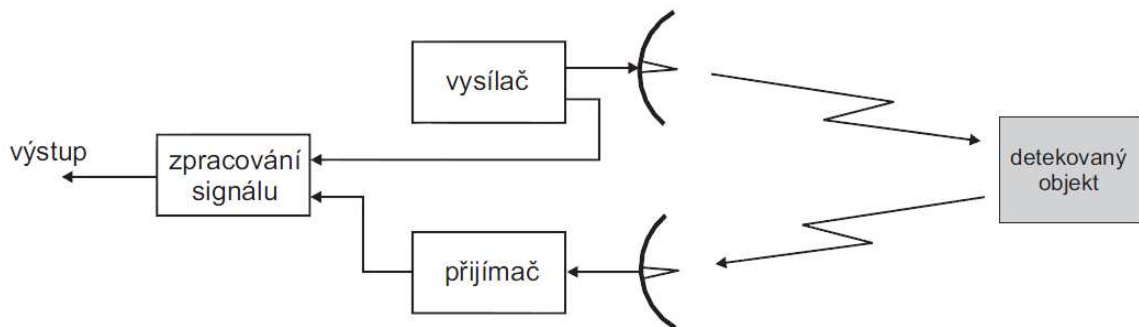
Radary využívají ke své činnosti mikrovlnou část spektra elektromagnetického záření. Vlnová délka mikrovlnného záření je v rozmezí 1 – 300 mm. Frekvence leží mezi infračervenými a radiovými vlnami. Rozmezí použitých frekvencí se pohybuje od několika set megahertz do desítek gigahertz. Používaná frekvenční pásma jsou přidělena národními kmitočtovými tabulkami a řídí se vyhláškou 105/2010 Sb., podle § 150 odst. 2 zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích), ve znění zákona č. 110/2007 Sb., o některých opatřeních v soustavě ústředních orgánů státní správy, souvisejících se zrušením Ministerstva informatiky a o změně některých zákonů, k provedení § 16 odst. 1 zákona o elektronických komunikacích.



Obr. 3. Elektromagnetické spektrum

Princip činnosti radaru spočívá ve vyslání elektromagnetických vln a jejich zpětné detekci po odražení od okolních předmětů. Emitorem elektromagnetických vln může být elektronka nebo polovodičový prvek. Vysílač vyšle do prostoru elektromagnetickou vlnu, která se šíří prostorem. Pokud narazí na nějaký předmět, odrazí se od něj a odraženou vlnu zachycuje radarový přijímač. Síla signálu od odražených předmětů závisí na několika faktorech. Mezi nejdůležitější patří: síla vyzářených vln, doba, po kterou je energie vyzařována, velikost antény, odrazové schopnosti a charakteristiky cíle, doba po jakou je objekt detekován anténou při každém skenu, množství skenů, vlnová délka radiových vln, síla okolního šumu. (9) Odražené vlny jsou vyhodnocovány pomocí počítače a po vyhodnocení přijatého signálu je možno získat informaci o předmětu, od kterého se vlna odrazila. Tímto způsobem lze získat informace o poloze, rychlosti, vzdálenosti detekovaného předmětu. Pro výpočet vzdálenosti se měří čas mezi vysláním vlny a dopadem na přijímač. Rychlost předmětu se vypočítá ze vzdáleností (minimálně dvě

měření) naměřených v přesně měřených časových intervalech. Pro určení rychlosti lze také použít Dopplerova jevu – při pohybu objektu vzhledem k radaru dochází přímo úměrně k posuvu frekvence. Princip činnosti je znázorněn na obrázku (Obrázek 4).



Obr. 4. Princip činnosti radaru

### 3.1 Základní části radaru

Základem každého radaru je několik prvků:

- Generátor elektromagnetického vlnění - generátorem může být elektronka (magnetron, klystron) nebo polovodičový prvek, který je zdrojem vysokofrekvenčních signálů.
- Vysílač - úkolem vysílače je zpracovat signály z generátoru a převést je s dostatečným výkonem na anténu.
- Anténa - anténa vysílá signál v podobě elektromagnetického vlnění do sledovaného prostoru. Po odražení vlnění od okolních předmětů anténa opět přijímá odražený signál. U některých systémů se využívá pouze jedné antény pro vysílač i přijímač, jiné používají zvlášť anténu pro vysílání a zvlášť pro příjem signálu. Kvalita antény je důležitá pro dosah, citlivost a směrové rozlišení radaru.
- Přijímač - přijímač zpracovává signály, odražené od okolních objektů a zachycené anténou. Přijímač musí být schopen zpracovat jak signály velmi silné (odražené od velmi blízkých předmětů) až po ty velmi slabé (odražené od velmi vzdálených předmětů) a zesílit je na takovou úroveň, aby mohly být dále zpracovány a vyhodnoceny.

- Vyhodnocovač - pomocí výpočetní techniky se vyhodnotí přijatý signál. Vyhodnocením lze získat informace o vzdálenosti, rychlosti, poloze.
- Přepínač - přepínač je nezbytnou součástí systému v případě, že radar využívá jednu anténu pro vysílání i pro příjem. Připojuje podle potřeby anténu buď k vysílači, nebo k přijímači a zabraňuje vysílanému signálu proniknout na vstup přijímače a přijatému signálu do vysílače.

### 3.2 Dopplerův jev

Dopplerův jev je využíván u radarů pro měření rychlosti. Popisuje změnu frekvence a vlnové délky přijímaného signálu oproti signálu vysílanému, způsobenou nenulovou vzájemnou rychlostí zdroje a pozorovatele. Se zmenšováním vzdálenosti se zvyšuje frekvence a narůstá vlnová délka, pokud se naopak vzdálenost zvětšuje, frekvence klesá. Jevo byl poprvé popsán Christianem Dopplerem v roce 1842 a nese jeho jméno. Tento jev můžeme pozorovat i v běžném životě, například když se k nám přibližuje troubící auto, mívá nás a poté se vzdaluje. Námi přijímaná frekvence signálu je během přibližování zvýšená (oproti vyslané frekvenci), identická v okamžiku míjení a snižuje se při vzdalování. (1)

Doppler tento jev poprvé popsal ve své práci "Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels" (O barevném světle dvojhvězd a ostatních hvězd na obloze). Jeho hypotézu ověřil v roce 1845 Buys Ballot při praktických testech na zvukových vlnách. Potvrdil, že výška tónu je vyšší než vysílaná frekvence, pokud se zdroj zvuku pohybuje k přijímači a nižší, pokud se od něj vzdaluje.

Obecný vztah mezi přijímanou a vysílanou frekvencí je dán jako:

$$f = \left( \frac{v}{v + v_{s,r}} \right) f_0$$

$v$  je rychlost vln v médiu

$v_{s,r}$  je relativní radiální rychlost zdroje vůči pozorovateli (kladná rychlost znamená přibližování, záporná vzdalování)

$f$  je přijímaná frekvence

$f_0$  je vysílaná frekvence

## 4 RADARY VYUŽÍVANÉ PRO MĚŘENÍ RYCHLOSTI

Jedno z nejvíce rozšířených civilních využití radarů je měření rychlosti vozidel.

V současné době je zákonem č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích v České republice, stanovena nejvyšší povolená rychlost v obci 50 km/h, mimo obec 90 km/h a na dálnicích, silnicích pro motorová vozidla 130 km/h. Na dodržování těchto maximálně povolených rychlostí dohlíží Policie České republiky.

Oprávnění k měření rychlosti vozidel má v současné době pouze Policie ČR. Na místech určených Policií ČR smí měřit rychlost i Obecní policie. Policie ČR využívá radarové nebo laserové měřiče rychlosti a rychlost kontroluje pomocí stacionárních radarů, radarů umístěných ve vozidlech, nebo úsekovým měřením rychlosti.

Radary, kterými Policie ČR, nebo Obecní policie disponuje, musí odpovídat zákonu č. 505/1990 Sb., o metrologii a jeho prováděcím vyhláškám. Radary musí mít platné typové schválení a každé takovéto měřicí zařízení musí být v určitých časových obdobích pravidelně kalibrováno a ověřováno. Doba platnosti ověření je stanovena Vyhláškou MPO č. 345/2002, ve znění Vyhlášky č. 65/2006 na jeden rok. Ověření spočívá v posouzení shody se chváleným typem a přezkoušení metrologických a technických vlastností. Platnost ověření měřiče rychlosti zaniká podle Vyhlášky MPO č. 262/2000 v plném znění, jestliže uplynula doba jeho ověření, pokud byly provedeny změny, které mohly změnit jeho metrologické vlastnosti, pokud byla znehodnocena nebo odstraněna úřední značka nebo pokud je zjevné, že ztratil své metrologické vlastnosti. Subjektu, který použil měřič rychlosti bez platného ověření k měření rychlosti za účelem postihu, může být udělena pokuta až do výše 1 milion korun.

Dále musí mít u sebe policista osvědčení o oprávnění provádění měření daným typem měřiče rychlosti (Příloha PI).

V České republice je při měření rychlosti přípustná odchylka  $\pm 3$  km/h do rychlosti 100 km/h a  $\pm 3\%$  nad tuto rychlost. Při samotném měření není tato odchylka na radaru zobrazena a musí být přičtena samotným policistou. Aby mohl být řidič postihnut za překročení rychlosti v místě, kde je maximální povolená rychlost 50 km/h, musela by být naměřena radarem hodnota minimálně 54 km/h (skutečná rychlost se s přihlédnutím na možnou odchylku pohybuje v rozmezí 51 km/h až 57 km/h). Při rychlostech nad 100 km/h se maximální povolená chyba spočítá jako trojnásobek naměřené rychlosti dělený 100.

Pokud tedy byla například naměřena hodnota 156 km/h, pak maximální povolená chyba je 4,68. Výsledek se zaokrouhlí na nejbližší vyšší celé číslo, tedy v takovém případě je maximálně povolená chyba  $\pm 5$  km/h a minimální rychlost měřeného vozidla je 151 km/h.

Rychlost může být měřena radary stacionárními, které měří rychlost vozidla pouze na jednom konkrétním místě, nebo za použití radarů ve vozidlech.

Při použití radarů ve vozidlech lze rychlost měřit jak ze stojícího, tak z jedoucího vozidla. Při měření ze stojícího vozidla je policejní vozidlo obvykle zaparkované na pravé straně silnice (po směru jízdy) a paprsek měřiče směřuje také po směru jízdy. Vlastní změření rychlosti proběhne zhruba 20 až 30 metrů poté, co řidič vozidla mine policejní vůz. Detektor v tomto případě zachytává jen odražené vlny. Policejní vozidlo může měřit i v protisměru, kdy je zaparkováno proti směru jízdy (nejčastěji za vrcholem kopce, před zatáčkou) nebo na protější straně silnice.

Měření z jedoucího vozidla se nejvíce využívá na dálnicích. Policejní vozidlo jede v pravém pruhu a měří rychlost vozidel, které ho míjí v levém pruhu. Radar měří součet rychlosti policejního a měřeného vozidla. Výhodou pro řidiče je v tomto případě fakt, že relativní rychlost je dána rozdílem rychlosti měřeného a policejního vozu a proto má řidič vozidla o něco více času na snížení rychlosti pokud policejní hlídku zaregistruje.

Pro měření rychlosti se využívá také tzv. úsekové měření rychlosti. Při úsekovém měření rychlosti je vozidlo zaznamenáno na začátku a na konci měřeného úseku s přesně uvedeným časem. Počítač vypočítá průměrnou rychlost v daném úseku, a pokud je vyšší než nejvyšší povolená, odešle data Policii ČR nebo Obecní policii. Při úsekovém měření rychlosti sbírá systém data i o pohybu osob, které rychlost nepřekročily a zasahuje tak silně do ochrany soukromí.

Údaje získané z radarů o rychlostech neslouží vždy jen k udělování pokut řidičům. Tyto údaje lze využít například při ovládání světelných semaforů za účelem zvýšení plynulosti jízdy.

#### **4.1 Policejní mikrovlnné radary řady AD9**

Jedním z nejvíce rozšířených mikrovlnných měřičů rychlosti využívaných Policií ČR jsou radary řady AD9 firmy RAMET a.s. Tyto radary slouží k měření a dokumentaci překročení nejvyšší povolené rychlosti projíždějících vozidel jak na příjezdu, tak na odjezdu, na základě Dopplerova jevu. Pokud měřené vozidlo překročí nejvyšší povolenou

rychlost, je automaticky pořízena a uložena digitální fotografie, na které je zobrazeno měřené vozidlo, směr jízdy, naměřená rychlost, datum a čas měření. Tento digitální záznam se objeví po změření vozidla na obrazovce přístroje.

Pro další zpracování lze obrázky z radaru přenést na paměťovém médiu nebo po počítačové síti na kancelářský počítač. Zde lze pomocí archivačního programu ARCHIV provádět zpracování a dlouhodobou archivaci všech obrázků.

Všechny typy měřičů řady AD 9 jsou kompaktní konstrukce a umožňují pohodlnou obsluhu. Nastavení všech potřebných parametrů pro obsluhu je prováděno na obrazovce s dotekovým ovládáním, která slouží zároveň jako kontrolní monitor.

Radarový měřič rychlosti AD9 je vyráběn v několika verzích označených jako AD9 T, AD9 C, AD9 O a AD9 P. Tyto verze se od sebe liší způsobem provedení.

AD9 T je verze radarového měřiče rychlosti v provedení na stativu a je určena k nejširšímu využití za všech dopravních podmínek. Tuto sestavu lze přepravovat v kufru osobního automobilu, případně přenášet i v ruce. Tento typ radaru poskytuje digitální dokumentaci vysoké kvality s možností zpracování přímo na místě měření, je zde možnost bezdrátové komunikace prostřednictvím WIFI přenosu až do vzdálenosti 100m, doba provozu je až 8 hodin a lze k němu pořídit široký rozsah volitelných doplňků (speciální stativ na blesk, prodlužovací kabel na blesk, ochranná pláštěnka proti dešti).



Obr. 5. Měřič rychlosti AD9T

Další variantou je AD9 P, který je určen pro pevnou zástavbu na místech, kde je trvalé nebezpečí překračování nejvyšší povolené rychlosti. Do těchto míst je na betonový základ připevněn sloup o výšce zhruba 3m se skříní měřiče. Do této skříně se pak vloží měřicí blok z radarového měřiče AD9 T, což přináší nemalou úsporu nákladů, neboť jeden radarový měřič je možno střídavě používat ve více skříních.



Obr. 6. Měřič rychlosti AD9 P

AD9 O je radarový měřič rychlosti v provedení pevné skříně umístěné na sloupu u kraje vozovky, případně na rampě nad jízdním pruhem, s černobílou nebo barevnou kamerou o vysoké rozlišovací schopnosti. Výška sloupu se určuje podle místa a způsobu měření (jeden nebo více jízdních pásů, vzdálenost od vozovky). Skládá se z pevného sloupu se skříní, která obsahuje výsuvný a výměnný měřicí kontejner. Pokud je měřič připojen ke komunikační síti, přestupek je možno monitorovat on-line.



Obr. 7. Měřič rychlosti AD9 O

Radarové měřiče rychlosti mohou být propojeny přímo do počítačové sítě a ukládat přestupky ve formě souborů na centrální server. Přestupky poté zkontroluje operátor, provede vizuální kontrolu kvality snímku, zkontroluje automatické doplnění poznávací značky a předá přestupek do automatického procesu vyřizování. Přestupek je zaveden do sdílené databáze na serveru. Přestupky pořízené lokálními měřiči, které nejsou napojené do počítačové sítě, jsou na centrální server dodávány manuálně pomocí paměťových médií.

#### **4.1.1 Výhody a nevýhody mikrovlnných měřičů rychlosti**

U mikrovlnného měřiče rychlosti AD9C lze určitě vyzvednout možnost měření rychlosti jak ze stacionární polohy, tak za jízdy. Tento systém je vybaven velmi slušnou optikou pro záznamy snímků.

Nevýhodou je, že při zachycení více vozidel na snímku (Obr. 18), nemůže být snímek použit v přestupkovém řízení, neboť není průkazné, které z vozidel na snímku je naměřeno rychlostí. Další nevýhodou je, že oproti laserovým měřičům rychlosti jsou mikrovlnné měřiče výrazně dražší.

## **4.2 Policejní laserové měřiče rychlosti**

Dalším zařízením, které Policie ČR využívá pro měření rychlosti, jsou laserové měřiče rychlosti. Policie ČR používá pro tento druh měření nejčastěji laserové měřiče značky Micro Digi-Cam (Laser Technology Inc.) nebo LIDAR - ProLASER III (Lavet).

Laserové měřiče rychlosti využívají k měření laserového paprsku v neviditelném – infračerveném spektru. Laserový paprsek, který dopadne na cíl, se od něj odrazí a po odrazu je zachycen optikou přístroje. Okamžitá rychlost vozidla a jeho vzdálenost je vypočítána ze zpoždění paprsku. Laserový paprsek vytváří velmi úzkou stopu, proto policista může velmi přesně vybrat cíl, například vozidlo jedoucí v koloně. Laserové radary dokážou měřit rychlost v obou směrech, jak zepředu tak zezadu.

Laserové měřiče rychlosti mají tvar pistole nebo pušky. Policista namíří měřičem rychlosti na vybraný automobil tak, aby jej měl v záměrném bodu hledáčku. Měřícím místem je lesklá část karoserie – nejčastěji reflektor nebo registrační značka. Stiskem spouště je zařízení uvedeno v činnost a během zhruba půl vteřiny je vozidlu změřena rychlost. Údaj o rychlosti a vzdálenosti se vzápětí objeví na displeji.



#### 4.2.1 Systém Micro DigiCam

Systém Micro DigiCam se skládá z laseru UltraLyte 100 R nebo UltraLyte Compact, barevné digitální kamery a řídicího počítače (Pocket PC), který vyhodnocuje laserem naměřená data a pokud je naměřená rychlost vyšší než uživatelem definovaná hranice rychlosti pro záznam, je snímek z vyrovnávací paměti uložen v řídicím počítači.

Výstupem z měření je tedy fotografie s dalšími údaji jako rychlost, registrační značka, čas a místo měření, vzdálenost, směr jízdy, číslo policisty, služební číslo, která se po měření zobrazí na displeji řídicího počítače.



Obr. 8. Micro Digi-Cam

Systém může pracovat v automatickém nebo manuálním módu. V manuálním módu se systém zaměří na cílové vozidlo, spustí se laser pro měření rychlosti a zahájí se tak proces záznamu. V automatickém módu se nejprve zaměří systém a laser se nastaví pro měření rychlosti pro automatické zaměřování vozidel vstupujících do vymezeného prostoru. V obou případech zaznamená systém snímek vozidla tehdy, pokud je rychlost vyšší, než

maximální povolená rychlost nastavená uživatelem měřidla. V případě, že je rychlost menší, než uživatelem definovaná hranice, systém nezaznamená obraz, ale může uložit rychlost a vzdálenost (pouze pro statistické účely).

#### 4.2.2 Systém LIDAR – ProLASER

Laserový měřič rychlosti - LIDAR - (z anglického **L**ight **D**etection **A**nd **R**anging) využívá k měření laserového paprsku v neviditelném (infračerveném) spektru.

Stopa, kterou na cíli laser vytváří, je přitom velmi úzká - při 100 metrové vzdálenosti má paprsek průměr menší než 30cm. Operátor tak může přesně vybrat cíl, například vozidlo jedoucí v koloně. ProLASER III je schopen měřit rychlost projíždějících vozidel jak na příjezdu (zpředu), tak na odjezdu (zezadu).



Obr. 9. Měřič rychlosti ProLASER III

Měření laserovým měřičem ProLASER III je velmi snadné - operátor drží měřič v ruce, namíří hledáček na měřené vozidlo a stiskne spoušť. Měřícím místem je přední nebo zadní část karoserie. Měřič vypočte během 0,5 až 2 sekund okamžitou rychlost vozidla a správnost měření oznámí zvukový signál. Rychlost a vzdálenost je vzápětí zobrazena na displeji.

Průhledový hledáček (Hheads-Up Display) pracuje na principu kolimátoru. Pomocný světelný bod je zobrazen na průmětu cíle a měřený automobil je vidět ve skutečné velikosti bez dalšího zbytečného přeostrůvání očí. Výběr cíle je tak velmi snadný a rychlý.

ProLASER III může fungovat také jako velmi přesný měřič vzdálenosti (přesnost +/- 10cm) - stačí přepnout tlačítkem do režimu „měření vzdálenosti“ a namířit na měřený objekt. To lze využít například při zakreslování plánek dopravních nehod (značně rychlejší než práce s trasovacím kolečkem nebo pásmem), dále lze zjistit vzdálenost objektů, které nejsou po zemi přístupné (havarovaný automobil v poli, terénní překážky, svodidla aj.).

#### 4.2.3 Výhody a nevýhody laserových měřičů rychlosti

V porovnání s mikrovlnnými radary jsou laserové měřiče rychlosti podstatně jednodušší, menší, lehčí, mobilnější a cenově výhodnější. Paprsek laseru je velmi úzký, minimálně se rozptyluje a lasery mají vyšší dosah. Vzdálenost, na kterou je schopen určit rychlost systém MicroDigiCam LTI je až 1000 m (výrobce povolena vzdálenost 0 – 400 m).

Výhodou systému MicroDigiCam je možnost pořízení trojsnímku (možnost nastavení radaru, při němž první snímek slouží jako důkaz o přestupkovém jednání a další dva snímky jsou pořizovány jako průkazní fotodokumentace k prvnímu snímku).

Další z výhod je, že laserové měřiče umí díky úzkému paprsku měřit odděleně vozidla jedoucí souběžně po vícepruhové komunikaci a také možnost měření ze stojícího vozidla.

Jednou z nevýhod těchto systémů bývá špatná optika. Laserový měřič má sice dosah až 1000 metrů, ale u snímků pořízených na větší vzdálenost než 200 m, nelze přečíst registrační značku vozidla ani rozpoznat obličej přestupce (Obr. 15.).

Další nevýhodou je velká citlivost na manipulaci se zařízením a složitější nastavení při měření. Při špatné manipulaci může dojít k vychýlení měřidel a pořízené snímky pak nemohou být použity v přestupkovém řízení (Obr. 14.).

## 5 OSTATNÍ OBLASTI VYUŽITÍ RADARŮ

Na počátku své existence měly radary víceméně jen vojenské využití. V dnešní době se jejich využití rozšířilo do mnoha dalších oblastí.

### 5.1 Navigace a řízení provozu

Jednou z hlavních oblastí, kde se v dnešní době radary využívají je navigace a řízení provozu. Aby byl provoz na letišti bezpečný, je potřeba znát přesné polohy letadel vyskytujících se v jeho prostoru. Přehledovou doménu v civilním letectví tvoří řada technických prostředků, kterými jsou zdroje polohových dat, systémy přenosu a distribuce dat a zařízení pro zpracování dat. V řízení letového provozu České republiky se využívají primární a sekundární radary - typické rotující antény, mnohdy s charakteristickou ochrannou kupolí.

Primární radary vyzařují periodicky svojí anténou elektromagnetickou energii, která pokud se odrazí od nějakého předmětu v dostatečné úrovni, je přijata anténou a zpracována přijímačem. Podle aktuální polohy anténního svazku je vypočtena azimutální informace a pomocí změřeného času od vyslání výkonového pulsu do příjmu echa se vypočte šikmá vzdálenost cíle. Řízení letového provozu České republiky (ŘLP ČR) využívá primární radary firmy TESLA - typ RL64 - dosah 65NM. Sekundární radary slouží k určování polohy letadel vybavených aktivním odpovídačem, s pomocí kterého lze určit nejen polohu letadla, ale i další informace (identifikace letadla, výška a v případě radarů pracujících v módu S i další informace). ŘLP ČR využívá přístroje firmy Thales AS, typ RSM 970 o dosahu 170 NM, 210 NM a 160 NM.

Radary v této oblasti neslouží pouze k určení polohy a identifikaci, ale jsou využívány například i k navigaci letadla za nepříznivého počasí nebo v noci. Stejnou roli hrají i v námořní a říční dopravě.

### 5.2 Meteorologie

Meteorologické radary slouží k detekci srážkové oblačnosti (bouřky do cca 250 km) a mohou být použity pro odhad okamžitých intenzit srážek do vzdálenosti zhruba 150 km od radaru. Princip funkce meteor radaru je založen na vysílání a detekci signálu odraženého (zpětně rozptýleného) od vodních kapek a ledových krystalků ve srážkách a oblačnosti. Množství odražené energie je úměrné intenzitě (radiolokační odrazivosti) cíle.

Meteorologická měření se skládají ze zhruba 10-20 otáček antény v azimutu s proměnným výškovým úhlem (elevací) a jsou opakována každých 5 až 15 minut. Českou radarovou síť tvoří radiolokátory Praha v Brdech (860 m n.m.) a Skalky na Dražanské vrchovině (730 m n.m.).

### 5.3 Geodézie a kartografie

Radary našli uplatnění i v geodézii a kartografii. Výhodou využití radarů pro mapování terénu oproti optickým snímkům je především schopnost mikrovlnného záření pronikat mlhou, deštěm, mrakem i smogem. Mikrovlnné záření má větší vlnovou délku (1 mm až 1 m) než viditelné světlo (0,4 až 0,7 mm) a díky tomu má lepší propustnost skrze oblačnost, mlhu a smog. Pro výpočet vzdálenosti se využívá čas uplynulý mezi vysláním a přijetím signálu a fyzikální vlastnosti objektu jsou vyhodnocovány na základě intenzity přijatého signálu. Aby se vyloučilo zaznamenání odrazu signálu ze dvou odlišných míst, používá se snímání pod určitým (šikmým) úhlem. Radary využívané v tomto oboru jsou například: radar bočního pohledu (SLR - Side-Looking Radar), nebo radar se syntetickou aperturou (SAR - Synthetic Aperture Radar). V dnešní době se používají tzv. koherentní radary, které zaznamenávají fázi i amplitudu obdrženého signálu.

### 5.4 Protivzdušná obrana

Radary našly své uplatnění i v oblasti ostrahy vzdušného prostoru jako prostředky protivzdušné obrany.

Pro radiolokační průzkum vzdušného prostoru a distribuci údajů o vzdušné situaci nad Českou republikou využívá protiletadlové vojsko armády České republiky radiolokátor P-19. Tento radar se skládá z přístrojové a anténní části, které jsou odděleně umístěny na dvou vozidlech ZIL 131. Radiolokátor P-19 zjišťuje vzdušné cíle v malých výškách, určuje azimut i šikmou dálku a rozpoznává příslušnost cílů radiolokačním dotazovačem. (10)



Obr. 10. Radiolokátor P-19

Dalším prostředkem protivzdušné obrany je pasivní sledovací systém Věra. Tento systém plní funkce kontrolního a záložního systému pro radarové systémy ŘLP. Poloha letounu je určována na základě vyhodnocení rozdílu času příchodu signálů (kódů) na tři přijímací stanice navzájem vzdálené desítky kilometrů. Souřadnice (poloha) letounu jsou dány průsečíkem hyperbolických křivek odpovídajících vyhodnoceným časovým rozdílům. Systém se skládá ze tří bezobslužných přijímacích stanic (střední a dvou bočních), mikrovlnného spojení a signálového procesoru umístěného v místě střední stanice. Tam se také vyhodnocují kódy odpovědí, velmi přesně se měří jejich vzájemné časové zpoždění, vyhodnocuje se okamžitá poloha letounů a provádí se automatické sledování drah všech letounů. (11)

Věra poskytuje informaci o vzdušné situaci v reálném čase: souřadnice X,Y, rychlost, barometrickou výšku a identifikaci kódu. Testování prokázalo, že dosah systému je 400 až 500 km v úhlovém sektoru větším než  $120^\circ$ . Systém dokáže pokrýt celé území ČR i dostatečnou část vzdušného prostoru sousedních států. Ověřená stacionární přesnost měření (ve vzdálenosti kolem 100 km) je u systému Věra řádově desítky metrů a prostorově závisí na poloze letounu vzhledem k přijímacím stanicím. Současné programové vybavení umožňuje automaticky sledovat až 300 letounů současně. (11)



Obr. 11. Pasivní radar Věra

## 5.5 Speciální aplikace

Dalšími aplikacemi, kde radary našly své využití, jsou například hladinoměry, které měří elektromagnetické záření odražené od hladiny v zásobníku. Výška hladiny se určuje z časového údaje mezi vyslanou a přijatou vlnou. Dále se radary využívají v letadlech jako výškoměry, v automatizaci průmyslových procesů, jako automobilní protisrážkové radary nebo průzkumné radary, jako poplachová zařízení pro detekci vniknutí do uzavřených prostor aj.

## 6 MOŽNOSTI VYUŽITÍ RADARŮ SOUKROMÝMI BEZPEČNOSTNÍMI SLUŽBAMI

Soukromé bezpečnostní služby dnes nabízejí svým klientům širokou škálu služeb, od fyzické ostrahy, návrhu bezpečnostních řešení, monitorovacích služeb, bezpečnostní zajišťování průběhu různých akcí až po zabezpečovací systémy a osobní ochranu. Výčet činností je opravdu široký a o tom, že o služby soukromých bezpečnostních agentur je v současnosti velký zájem, svědčí i fakt, že na českém trhu je přes 7 tisíc bezpečnostních agentur nabízejících různé služby v oblasti bezpečnosti. Vzhledem k velké konkurenci se pak firmy předhánějí v tom, kdo poskytne klientovi širší okruh služeb.

Ke své činnosti využívají bezpečnostní služby samozřejmě mnoha technických prostředků. I radary našly své uplatnění v nabídkách bezpečnostních služeb, především v oblasti prostorové ochrany, jako radarová čidla a detektory pohybu. Tyto detektory pracují na principu změny kmitočtu mikrovlnného signálu odraženého od pohybujícího se předmětu. Detekce je aktivována, pokud jsou v kontrolované zóně osoby, nebo předměty. Otáčením senzorové desky s plošnými spoji lze nastavit široké nebo úzké pole snímání. Tyto detektory jsou schopny detekovat pohyb i za překážkami (okna, dveře).

Velmi diskutovanou možností využití radarů soukromými bezpečnostními složkami je měření rychlosti vozidel na pozemních komunikacích.

Měření rychlosti vozidel je definováno v ustanovení § 79a zák. č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích a o změnách některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Za účelem zvýšení bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích je Policie ČR a Obecní policie oprávněna měřit rychlost vozidel. Obecní policie tuto činnost vykonává výhradně na místech určených Policií ČR, přitom postupuje v jejich součinnosti.

Od 1. ledna 2009 do 1. srpna 2011 musely být úseky, kde měřila Obecní policie označovány přenosnými dopravními značkami. Na počátku úseků byly značky s vyobrazením kamery snímající rychlost a nápisem „MĚŘENÍ RYCHLOSTI“. Konec těchto úseků byl označen přenosnou dopravní značkou s tímto vyobrazením šikmo přeškrtnutým a nápisem „KONEC MĚŘENÍ RYCHLOSTI“ (Obr. 12.). K zavedení těchto cedulí vedl zákonodárce především fakt, že v mnoha obcích se pořádaly doslova hony na řidiče. Rychlost byla měřena především na místech, kde se dalo s velkou jistotou předpokládat, že řidiči pojedou o něco rychleji. Měření rychlosti se tak místo prostředku na zvyšování bezpečnosti na silnicích stalo velmi dobrým zdrojem peněz.





Obr. 12. Dopravní značení úsekového měření rychlosti

O tom, že měření rychlosti je velmi dobrým zdrojem peněz, svědčí i zájem soukromých subjektů o tuto oblast. Na základě živnostenského zákona může soukromá firma provádět živnost, jejímž obsahem je měření. Úředním měřením rozumíme podle § 21 zákona č. 505/1990 Sb., o metrologii, ve znění pozdějších předpisů, metrologický výkon, o jehož výsledku vydává autorizovaný subjekt doklad, který má charakter veřejné listiny.

Soukromá firma, která získala akreditaci podle zákona o metrologii, může v souladu s tímto zákonem provádět pomocí certifikovaných přístrojů, které podléhají prvotnímu i následnému ověření (zákon o metrologii a bod 2.2.1 přílohy k vyhlášce č. 345/2002 Sb., kterou se stanoví měřidla k povinnému ověřování a měřidla podléhající schválení typu), měření rychlosti vozidel.

Při měření rychlosti soukromými subjekty nastává problém v okamžiku, kdy je pořízen záznam o přestupku, který umožní identifikaci řidiče nebo dalších cestujících. V případě, že obrazový záznam, či jiný doklad o provedeném měření rychlosti zachytí podobu některé z fyzických osob nebo její jiný osobní údaj (např. snímek registrační značky) ve smyslu zákona č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů, ve znění pozdějších předpisů a umožní tím její identifikaci, pak je takto pořízený důkaz v rozporu s § 12 odst. 1 občanského zákoníku. Zákonná úřední licence obsažená v § 12 odst. 2 občanského zákoníku totiž dopadá pouze na činnost Policie ČR a Obecní policie. Takto pořízený důkazní materiál

není bez souhlasu dotčené osoby použitelný ve správním řízení. A soukromá osoba, která daný důkazní materiál pořídí, nese odpovědnost za jeho neoprávněné pořízení.

Ovšem z praxe je vidět, že zákony si lze vyložit po svém. Není tomu tak dlouho, zhruba od roku 2004, kdy si tato ustanovení soukromé firmy vyložily po svém a to tak, že v zákoně o silničním provozu je sice definováno, že měřit rychlost vozidel smí státní a obecní policie, ale co není zakázáno, to je dovoleno a tudíž nic nebrání tomu, aby si obecní policie najímala k měření rychlosti vozidel externí soukromé firmy. Jednou z takových firem byla firma Czech Radar a.s., vlastníci osvědčení od Českého metrologického institutu, na jehož základě mohla provádět úřední měření rychlosti motorových vozidel. Tuto firmu využívalo hned několik měst od Přeštic až po Rožnov pod Radhoštěm. Firma si za každého řidiče, který překročil rychlost a byl zadokumentován, účtovala 500 Kč. Jiné firmy zase dodávaly systémy na měření rychlosti obcím v podstatě zadarmo, nebo pouze za symbolickou částku. Jejich výdělek byl pak provizí z vybraných pokut, přičemž tyto provize zpravidla začínaly na 40% z vybrané částky.

Tato praxe fungovala do 2. 4. 2008, kdy Nejvyšší správní soud v rozsudku č. j. 1 As 12/2008-67, č. 1607 Sb. NSS, rozhodl, že v zákoně o silničním provozu je jednoznačně zakotvena privilegovaná forma dohledu nad dodržováním dovolené rychlosti vozidel. Tato činnost je součástí veškerého dohledu nad bezpečností a plynulostí provozu na pozemních komunikacích, a je tudíž výkonem veřejné správy. Zákon zde jasně vymezuje působnost a pravomoc orgánů policie a obecní policie ve věcech provozu na pozemních komunikacích, současně však neobsahuje vymezení této konkrétní pravomoci a působnosti ve vztahu k jinému orgánu veřejné správy a neobsahuje ani zákonné zmocnění pro přenesení výkonu tohoto výseku veřejné správy, ať již na některou z osob veřejného práva či na subjekt od osob veřejného práva odlišný, tedy na fyzické osoby nebo právnické osoby soukromého práva. Neexistenci oprávnění soukromých subjektů měřit v rámci úředního měření rychlost vozidel v silničním provozu dovodil Nejvyšší správní soud i v rozsudku ze dne 2. 10. 2008, č. j. 7 As 6/2008-162. Byť by soukromý subjekt byl podle zákona o metrologii autorizován k výkonu úředního měření rychlosti silničních vozidel, nevyplývá z tohoto kvalifikovaného veřejnoprávního postavení jeho působnost ve věcech provozu na pozemních komunikacích včetně přestupků. Zákon přenesení výkonu působnosti v této oblasti neumožňuje, proto nemůže být soukromoprávní subjekt do tohoto výkonu veřejné správy zapojen a výsledky měření nemohou být bez dalšího použity jako důkaz v přestupkovém řízení.

Bohužel ani po těchto rozsudcích města dále nerespektovala rozhodnutí nejvyššího správního soudu a např. mediálně známá města Prostějov nebo Turnov, dále spolupracovala s výše uvedenou firmou Czech Radar a.s. a prováděla měření vozidel. Ale nebyla to jen velká města, která si zákon vykládala po svém, např. starosta obce Velký Osek, který si zjednal smlouvu se soukromou firmou a na jeho příkaz městský strážník vybíral pokuty na základě poskytnutých snímků od soukromé firmy.

Právě na základě těchto nezákonných měření rychlosti, ministerstvo dopravy připravilo informaci pro obecní orgány. V tomto dokumentu jsou obecní orgány informovány o tom, že jediným oprávněným subjektem obsluhující záznamové zařízení pro měření rychlosti je státní, případně obecní policie. Řada měst se ale nařízení snaží vyhnout tím, že si radary od soukromých subjektů pouze pronajímá a jejich provoz zajišťuje z vlastních zdrojů. To znamená, že radary obsluhuje městská policie a na ní v návaznosti odbor dopravy.

Samozřejmě snaha o to, aby se mohly soukromé subjekty zapojit do měření rychlosti na pozemních komunikacích, neupadá. Tato snaha pramení i z důvodu, že od 19. ledna 2013 byl zaveden do českého právního řádu institut „objektivní odpovědnost provozovatele vozidla“, čímž by mělo být snadnější vymáhání pokut od přestupců, potažmo od provozovatelů vozidel.

Je na pováženou, jestli by bylo přínosem pro bezpečnost v silničním provozu, kdyby mohly soukromé firmy poskytovat služby měření rychlosti vozidel. Jedním z hlavních důvodů pro to, aby soukromé subjekty mohly provádět měření rychlosti za účelem přestupkového řízení, je skutečnost, že v současnosti jsou počty policistů na kritické hranici, tudíž nemůžou zabezpečit měření rychlosti všude tam, kde by ho bylo zapotřebí.

Na druhou stranu je zde oprávněná obava, že by soukromé subjekty prováděly měření rychlosti především za účelem zisku a tak by mohlo docházet k situacím, ve kterých by nešlo o nastolení bezpečnosti provozu, ale o co největší zisk. Za účelem zisku by byly pořizovány denně stovky záznamů z měřičů rychlosti umístěných na místech, kde je největší potenciál vybraných pokut. Toto by přineslo velký tlak na stav úředníků, kteří se přestupky zabývají a správní řízení by se mohla protáhnout až na několik měsíců.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 7 VLASTNÍ ZKUŠENOSTI S RADARY

Teoretická část se zabývala historií a využitím radarů se zaměřením na využití radarů při měření rychlosti. Praktická část je zaměřena na dva typy radarů využívaných Policií ČR, se kterými má autor osobní zkušenosti, na jejich specifika, výhody a nevýhody.

### 7.1 Systém Micro DigiCam

První z měřičů rychlosti, který je využíván Policií ČR je systém Micro DigiCam od firmy Laser Technology, Inc. USA. Tento radar patří do skupiny laserových měřičů rychlosti a jeho hlavními částmi jsou laser, kamera a řídicí počítač HP iPAQ hx 4700.

#### 7.1.1 Parametry

Parametry systému Micro DigiCam jsou uvedeny v tabulce (Tab. 1).

Tab. 1. Technické parametry systému Micro DigiCam

Měřicí rozsah	25 – 400 m
Optimální vzdálenost měření	50 – 140 m
Doba měření	1s (automatický mód) 3s(zaměření, zachycení, uložení a zobrazení snímku)
Max. počet uložených snímků	750 -1500
Platnost měření	±3km/h do rychlosti 100km/h ±3% z naměřené hodnoty při rychlosti nad 100km/h
Rozsah měřené rychlosti	0 – 320 km/h
Hmotnost	3 kg
Rozměry	Kamera d:21,6cm, š: 14,0 cm, v:28 cm Řídicí počítač d: 8,33cm, š: 12,98cm, v: 1,57cm
Vstup dat	Dotykový displej s hrotem a grafickou klávesnicí
Provozní doba kamery	7 hod
Provozní doba IPAQ	8 hod
Provozní doba laseru	až 25 hod
Provozní podmínky okolí	Kamera s laserem -20° až + 50° Pocket PC -10° až + 50°

#### 7.1.2 Fotodokumentace z Micro DigiCam

V této části jsou prezentovány ukázky vlastního měření systémem Micro DigiCam a to jak snímky použitelné, tak nepoužitelné pro přestupkové řízení. Z důvodu ochrany citlivých informací, jsou některé části začerněny.

**Záznam o přestupku**

Vytisřeno dne : [REDACTED]

Laser		Vozidlo	
Rychlost	68 km/h	Registrační značka	4P9 [REDACTED]
Směr	PRJ,	Ďruh vozidla	A - Osobní
Datum	[REDACTED]	Typ vozidla	
Čas	15:28:15	Barva	
Vzdálenost	63.7 m		
Místo měření	[REDACTED]		
Limit místa-osobní	50 km/h		
Číslo snímku z měřiče	[REDACTED]		
Výrobní číslo zařízení	[REDACTED]		
Měří	[REDACTED]		
<b>Poznámka</b>			
[REDACTED]			




Zpracováno programem ACQUA S.R.A.BET C. R.M. s.r.l.

Obr. 13. Správně provedené měření systémem Micro DigiCam

Na obrázku (Obr. 13) je snímek pořízený laserovým měřičem rychlosti Micro DigiCam LTI, na kterém je vše v pořádku a je použitelný v přestupkovém řízení.

Záznam o přestupku

Vytlačeno dne : [redacted]

Laser		Vozidlo	
Rychlost	92 km/h	Registrační značka	
Směr	PRJ.	Druh vozidla	A - Osobní
Datum	[redacted]	Typ vozidla	
Čas	11:37:41	Barva	
Vzdálenost	314,1 m		
Místo měření	[redacted]		
Limit místa-osobní	70 km/h		
Číslo snímku z měřiče	[redacted]		
Výrobní číslo zařízení	[redacted]		
Měřil	[redacted]		
Poznámka			


Zapracováno programem firmy SOKABET s.r.l.s.

Obr. 14. Špatně provedené měření systémem Micro DigiCam č.1

Na obrázku (Obr. 14) je snímek pořízený laserovým měřičem rychlosti MicroDigiCam LTI, který není použitelný v přestupkovém řízení, jelikož záměrný kříž, který je na snímku vyznačen červenou barvou, je mimo vozidlo. K této chybě dochází z důvodu neodborné manipulace obsluhou se zařízením a to neopatrným zacházením, při němž dojde k vychýlení mířidel u tohoto laserového měřiče. Bohužel u tohoto měřiče je to velmi častá závada z důvodu citlivosti zařízení.

Záznam o přestupku

Vyšetřeno dne : [redacted]



Laser		Vozidlo	
Rychlost	70 km/h	Registrační značka	
Směr	PRJ.	Druh vozidla	A - Osobní
Datum	[redacted]	Typ vozidla	
Čas	16:39:52	Barva	
Vzdálenost	420.6 m		
Místo měření	[redacted]		
Límit místa osobní	50 km/h		
Číslo snímků z měřiče	[redacted]		
Výrobní číslo zařízení	[redacted]		
Měřil	[redacted]		
<b>Poznámka</b>			

Zpracovává programové vybavení SOKABET s.r.l.s.

Obr. 15. Špatně provedené měření systémem Micro DigiCam č.2

Na obrázku (Obr. 15) je snímek pořízený laserovým měřičem rychlosti MicroDigiCam LTI, který je také nepoužitelný v přestupkovém řízení. Důvodem je vzdálenost změřeného vozidla a posunutého zaměřovacího kříže. Vzdálenost, na kterou je přípustné změřit vozidlo tak, aby byl snímek použitelný v přestupkovém řízení, je dána výrobcem a to od 0 do 400 metrů.



Při nedodržení určitých podmínek není možné tímto systémem změřit rychlost vozidla vůbec a na displeji měřiče se mohou objevit chybová hlášení uvedena v tabulce (Tab. 2.). Tato chybová hlášení se vztahují k právě provedenému měření a nemají vliv na další měření.

Tab. 2. Chybová hlášení v systému Micro DigiCam

<b>Chybové hlášení</b>	<b>Důvod</b>
doF	Zobrazení výsledku převyšuje možnosti displeje
E01	Cíl je nedosažitelný – je mimo měřicí rozsah
E02	Nedostatečná data o měření – laserový paprsek byl zacloněn nebo se cíl posunul za hranice měřitelnosti
E03	Nestabilní zaměření cíle, například pokud není na stabilní trojnožce
E04	Cíl měřen po dobu kratší než 1s
E05	Cíl měřen příliš dlouho – déle než 100s
E06	Laser nedokáže určit svůj vlastní signál a nenaměří nic, možné použití antilaseru
E07	Přijímací senzor je zahlcen a má potíže určit svůj vlastní vyslaný signál. Zařízení je přesto schopné provést měření
E52	Vysoká teplota, měření je nutno ukončit
E53	Nízká teplota, měření je nutno ukončit
E57	Komunikační chyba se senzorem
E54 – E63	Chyby kalibrace a paměti

## 7.2 Radar AD9 C

Druhým z měřičů rychlosti, který je využíván Policií ČR je radar AD9 C firmy Ramet a.s. a patří do skupiny mikrovlnných měřičů rychlosti.

### 7.2.1 Parametry

Parametry systému AD9 C jsou uvedeny v tabulce (Tab. 3).

Tab. 3. Technické parametry radaru AD9 C


Vysílací kmitočet:	34,0 GHz $\pm$ 0,1 GHz
Vysílací výkon:	typicky 0,3 mW, max. 2 mW
Šířka svazku antény:	5° $\pm$ 1°
Úroveň postranních smyček:	min. -20 dB
Odklon osy svazku antény od směru jízdy měřených vozidel:	22°
Způsob měření dle typu zástavby:	z místa i za jízdy příjezd, odjezd, oba směry (s radarem) měření vlastní rychlosti (jen za jízdy) sledování vozidla (pouze u typu AD9 C, bez radaru)
Maximální vzdálenost měřeného objektu:	60 m (3 jízdní pruhy)
Přesnost měření rychlosti:	$\pm$ 3 km.h/h při rychlostech do 100 km/h $\pm$ 3 % při rychlostech nad 100 km/h
Rozsah měřené rychlosti	20 až 250 km/h
Volba dosahu měření:	60 m, 30 m, 20 m



### 7.2.2 Fotodokumentace z AD9 C

V této části jsou prezentovány ukázky vlastního měření systémem AD9 C a to jak snímky použitelné, tak nepoužitelné pro přestupkové řízení. Z důvodu ochrany citlivých informací, jsou některé části začerněny.

**Záznam o přestupku**

Vytříděno dne: [REDACTED]



Radar		Vozidlo	
Rychlost	55 km/h	Registrační značka	4A3 [REDACTED]
Směr	Příjezd	Øruh vozidla	A - Osobní
Datum	[REDACTED]	Typ vozidla	
Čas	09:50:06	Barva	
Stanoviště	[REDACTED]		
Místo měření	[REDACTED]		
Limit místa-osobní	30 km/h		
Limit místa-nákladní	30 km/h		
Číslo snímku z měřiče	[REDACTED]		
Výrobní číslo zařízení	[REDACTED]		
Vlastní rychlost	0 km/h		
Měřili	[REDACTED]		
Svědék měření	[REDACTED]		

**Poznámka**

POSTOUPENO

Zpracováno programem Archiv SORABET C.H.M. a.s.


Obr. 16. Správně provedené měření systémem AD9 C č.1.

Snímek (Obr. 16.) byl pořízen silničním radarovým rychloměrem AD9 C ve stacionární pozici ( vozidlo v němž byl umístěn měřič rychlosti, stálo na místě ). U tohoto snímku jsou všechny podmínky důkazní fotodokumentace splněny a je v plné míře použitelný v přestupkového řízení.

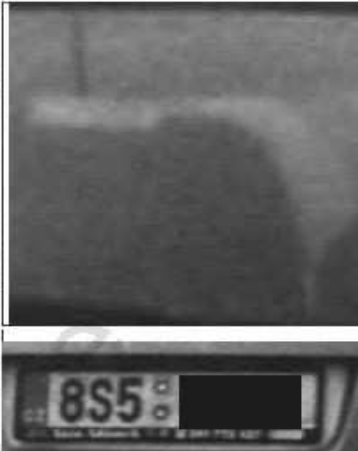
### Záznam o přestupku

Vytisknuto dne : [redacted]

↑ 91 km/h 00000 [redacted] 08:26:38 08.05.2013



20m Ø70,90;N70,90km/h 44mm [redacted]



Radar		Vozidlo	
Rychlost	91 km/h	Registrační značka	8S5 [redacted]
Směr	Odjezd	Řuh vozidla	A - Osobní
Datum	[redacted]	Typ vozidla	
Čas	08:26:38	Barva	
Stanoviště	[redacted]		
Místo měření	[redacted]		
Limit místa-osobní	70 km/h		
Limit místa-nákladní	70 km/h		
Číslo snímku z měřiče	[redacted]		
Výrobní číslo zařízení	[redacted]		
Vlastní rychlost	85 km/h		
Měří	[redacted]		
Svědék měření	[redacted]		

**Poznámka**

[redacted]

Obr. 17. Správně provedené měření systémem AD9 C č.2.

Na obrázku (Obr. 17.) je snímek pořízený silničním měřičem rychlosti AD9 C za jízdy a je použitelný v přestupkovém řízení. Rozdíl oproti předchozímu snímku je, že změřené vozidlo je zadokumentováno ze zadu, tudíž není vidět obličej přestupce. Tento fakt může zkomplikovat přestupkové řízení, protože se přestupce může odvolat, že vozidlo v danou dobu neřídil.

### Záznam o přestupku

Vytisknuto dne : [redacted]

Radar		Vozidlo	
Rychlost	71 km/h	Registrační značka	
Směr	Odjezd	Druh vozidla	A - Osobní
Datum	[redacted]	Typ vozidla	
Čas	13:56:01	Barva	
Stanoviště	[redacted]		
Místo měření	[redacted]		
Limit místa-osobní	50 km/h		
Limit místa-nákladní	50 km/h		
Číslo snímků z měřiče	[redacted]		
Výrobní číslo zařízení	[redacted]		
Vlastní rychlost	0 km/h		
Měřil	[redacted]		
Svědék měření	[redacted]		
<b>Poznámka</b>			
VOZIDLA NA SNIMKU			

Zapůjčeno programem firmy S. DEARBET C. H. M. a. s.

Obr. 18. Špatně provedené měření systémem AD9 C

Na obrázku (Obr. 18.) je snímek, který byl rovněž pořízen měřičem rychlosti AD9C. V tomto případě není použitelný v přestupkovém řízení. Důvodem je přítomnost dvou vozidel na snímku a nemožnost prokazatelného usvědčení, které z vozidel překročilo povolenou rychlost.

## ZÁVĚR

Cílem této práce bylo popsat konstrukční řešení a využití radarů od počátku do současnosti, navrhnout využití radarů soukromými bezpečnostními službami a popsat své osobní zkušenosti s používáním radarů.

Od dob počátků využívání radarů, kdy sloužily převážně k vojenským účelům, se oblast jejich využití mnohonásobně zvětšila. S radary se dnes můžeme setkat jak ve vojenském tak civilním sektoru. Vojenské radary především “dohlíží“ na naši bezpečnost, civilní jsou pak využívány především pro navigaci a řízení letového a námořního provozu, pro geodetická a meteorologická měření, v automatizaci průmyslových procesů aj.

Oblastí, na kterou se autor práce zaměřil, bylo využití radarů pro měření rychlosti na pozemních komunikacích, se kterou se setkal téměř každý majitel vozidla. Popsány byly mikrovlnné a laserové měřiče rychlosti s výčtem jejich výhod a nevýhod doprovázeny ukázkami praktických měření.

Účel kontroly a měření rychlosti na pozemních komunikacích, kterou provádí Policie ČR, nebo obecní policie je především zvýšit bezpečnost silničního provozu.

Zhruba od roku 2004 nastoupily do oblasti měření rychlosti na pozemních komunikacích soukromé subjekty. S jejich nástupem do oblasti měření rychlosti v obcích se však stávalo, že zvyšování bezpečnosti na silnicích ustoupilo do pozadí a v první řadě šlo především o zájmy ryze finanční, a sice vybrat co nejvíce pokut. Většina soukromých subjektů pracovala za provizi na vybraných pokutách a z tohoto důvodu se mnohdy měření rychlosti přesunulo z míst, kde by měla být rychlost z hlediska bezpečnosti dozorována nejvíce, jako okolí škol, školek, a v blízkosti přechodů pro chodce, do míst, kde byla velká pravděpodobnost, že řidiči nejvyšší povolenou rychlost překročí.

Odpověď na otázku, zda by využití bezpečnostních složek při měření rychlosti na pozemních komunikacích za účelem správného řízení mělo pro společnost přínos či ne, není jednoduchá. Na jednu stranu by soukromé subjekty ve spolupráci s obcemi mohly dozorovat kritická místa, která nemohou být v současnosti monitorována z důvodu kritického stavu příslušníků Policie ČR a Obecní policie.

Na druhou stranu je zde oprávněná obava, že by soukromé subjekty prováděly měření rychlosti především za účelem zisku, a tak by mohlo docházet k situacím, kdy by bezpečnost provozu ustoupila do pozadí a hlavním účelem by byl co největší zisk. Za

účelem zisku by pak byly pořizovány denně stovky záznamů z měřičů rychlosti umístěných na místech, kde je největší potenciál vybraných pokut. To by přineslo velký tlak na stav úředníků, kteří se přestupky zabývají a správní řízení by se mohla protáhnout až na několik měsíců.

## RESUME

The aim of this work was to describe radar design, fields where the radars are being used, suggestion of radar utilization by private security companies and describe personal experience with radars.

At the beginning the radars were used in the military fields only. Since then their utilization has also expanded to the civil fields such as air and sea navigation services, geodetic and meteorological measuring, automation of industrial processes etc.

The field which the author focuses on is the utilization of radars in the speed measurement on the roads. There were described two types of speed measurers – laser and microwave one with their advantages and disadvantages and practical examples.

The purpose of measuring the speed on the roads is the traffic safety increase. At present, only State and Municipal Police can measure the speed on the roads.

In 2004, some villages, towns and cities started to hire private companies for measuring the speed on the roads. The initial plan was to increase the traffic safety in their areas.

Unfortunately in many cases money became more important than the traffic safety increase. Most of these private companies got percentage of money which they collected from the drivers. And therefore they stopped measure the speed on the places where it was the most needed from the safety perspective, like close to the kindergartens, schools and crosswalks, and started to measure the speed on the places where the probability of exceeding the speed limit was quite high.

To answer the question, whether the speed measuring on the roads by the private companies is beneficial or not is not easy.

On one hand the private companies could control places which the villages qualify as critical. They could control all these places which cannot be controlled by Police due to low number of policemen.

On the other hand there is doubt that private companies would measure the speed in order to get utmost money and the traffic safety would not be the main reason for these measurements. In order to get utmost money there would be done hundreds of photos a day. This would bring big pressure on the number of clerks who are dealing with offences and the administration could be extended to several months.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] KAPLAN, Steven M. *Wiley Electrical and Electronics Engineering Dictionary*. Hoboken (New Jersey): Wiley - IEEE Press, 2004, s. 623. ISBN 978-0-471-40224-4.
- [2] KNOTT, Eugene F., SHAEFFER, John F., TULEY, Michael T. *Radar Cross Section (2nd Edition)*. Raleigh (North Carolina): SciTech Publishing 2004, s. 27. ISBN 978-1-891121-25-8.
- [3] WILLIS, Nicholas J. *Bistatic Radar*. Raleigh (North Carolina): SciTech Publishing, 2005, s. 16. ISBN 978-1-891121-45-6.
- [4] WOLFF, Christian. Radar Basic Principles. *Radartutorial* [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.radartutorial.eu/01.basics/rb05.en.html>
- [5] RNDr. KUSALA, Jaroslav. Aplikace radarů: Rozdělení radarů. *Radarová encyklopedie* [online]. 2008 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: [http://www.army.cz/images/id\\_8001\\_9000/8753/radar/k31.htm](http://www.army.cz/images/id_8001_9000/8753/radar/k31.htm)
- [6] RICHARDS, Mark A., SCHEER, James A., HOLM, William A. *Principles of Modern Radar, Volume I - Basic Principles*. Raleigh (North Carolina): SciTech Publishing, 2010, s. 20. ISBN 978-1-891121-52-4.
- [7] BEZOUŠEK, Pavel, ŠEDIVÝ, Pavel. *Radarová technika*. Praha: ČVUT Praha, 2007. ISBN 978-80-01-03036-3.
- [8] ŠRUBAŘ, Martin. Pasivní radary jako strategická zbraň. *Techblog* [online]. 2003-2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.techblog.cz/technologie/pasivni-radary-jako-strategicka-zbran.html>
- [9] STIMSON, G.W. *Introduction to Airborne Radar (2nd Edition)*. Mendham (New Jersey): SciTech Publishing, 1998, ISBN 978-1-891121-15-9.

- [10] ŠTENCL, Ivo. Radiolokátor P-19. *Ministerstvo obrany České republiky: Armáda České republiky* [online]. 2004-2012 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/protivzdujna-obrana/radiolokator-p-19-5075/>
- [11] ŠTENCL, Ivo. Pasivní sledovací systém Věra. *Ministerstvo obrany České republiky: Armáda České republiky* [online]. 2004-2012 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.acr.army.cz/technika-a-vyzbroj/protivzdujna-obrana/pasivni-sledovaci-system-vera-3504/>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

3D Trojrozměrný

2D Dvojměrný

MPO Ministerstvo průmyslu a obchodu

WIFI Bezdrátová komunikace v počítačových sítích

ŘLP Řízení letového provozu

NSS Nejvyšší správní soud

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Telemobilskop .....	11
Obr. 2. Rastrové snímání prostoru 3D radarem .....	15
Obr. 3. Elektromagnetické spektrum .....	17
Obr. 4. Princip činnosti radaru .....	18
Obr. 5. Měřič rychlosti AD9T .....	22
Obr. 6. Měřič rychlosti AD9 P .....	23
Obr. 7. Měřič rychlosti AD9 O .....	23
Obr. 8. Micro Digi-Cam .....	25
Obr. 9. Měřič rychlosti ProLASER III .....	26
Obr. 10. Radiolokátor P-19 .....	30
Obr. 11. Pasivní radar Věra .....	31
Obr. 12. Dopravní značení úsekového měření rychlosti .....	33
Obr. 13. Správně provedené měření systémem Micro DigiCam .....	38
Obr. 14. Špatně provedené měření systémem Micro DigiCam č.1 .....	39
Obr. 15. Špatně provedené měření systémem Micro DigiCam č.2 .....	40
Obr. 16. Správně provedené měření systémem AD9 C č.1. ....	43
Obr. 17. Správně provedené měření systémem AD9 C č.2. ....	44
Obr. 18. Špatně provedené měření systémem AD9 C .....	45

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Technické parametry systému Micro DigiCam.....	37
Tab. 2. Chybová hlášení v systému Micro DigiCam.....	41
Tab. 3. Technické parametry radaru AD9 C.....	42

## SEZNAM PŘÍLOH

PI Osvědčení o oprávnění provádění měření laserovým měřičem rychlosti

Micro Digi-Cam

# Osvědčení

Tímto potvrzujeme, že příslušník PČR

číslo sl. průkazu:



škóftel

absolvoval školení operátora laserového měřiče rychlosti  
MicroDigiCam LTI s touto náplní:

- měření rychlosti laserovým měřičem, volba stanoviště a metodika měření
- nastavení laserového měřiče a záznamového zařízení
- přenos fotografií a obsluha software Digiviewer

Školení bylo provedeno v rozsahu 5 hodin a výše uvedené příslušník PČR laserový měřič v potřebném rozsahu ovládá a je oprávněn provádět měření a školení operátorů laserového rychloměru.

*Platnost tohoto osvědčení je 2 roky od data vystavení, pokud nedojde ke změněm zákonů a navedů k užívání měřičů, které by znamenaly nutnost dobu platnosti zkrátit.*

Ev. č.

Praha

generální ředitel a místopředseda  
představenstva