

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ**  
**KATEDRA OCHRANY LESA A MYSLIVOSTI**



**Praktické zkušenosti s konveční terestrickou  
telemetrií u vyšších obratlovců v ČR**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Jaroslav Červený, CSc.**

**Bakalant: Vít Dvořák**

**2012**



Česká zemědělská univerzita v Praze  
Katedra ochrany lesa a myslivosti

Fakulta lesnická a dřevařská  
Akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: **Vít DVOŘÁK**

obor: **DPŘM**

Název tématu: **Praktické zkušenosti s konveční terestrickou telemetrií u vyšších obratlovců v ČR**

Název tématu v anglickém jazyce: **Practical experiences with the conventional terrestrial telemetry of the higher vertebrates in the Czech Republic**

Zásady pro vypracování:

V práci by měli být shrnuty a popsány možnosti současné konveční terestrické telemetrie v podmínkách České republiky. Doplněny budou o praktické zkušenosti autora při využívání této metody v terénu.

Zpravidla ve všech publikovaných odborných pracích, kdy byla využívána telemetrie, jsou popsány již konečné výsledky, práce by proto měla sloužit i jako pomůcka s radami a možnostmi pro toho kdo bude chtít s telemetrií začít.



Rozsah grafických prací: cca 10 stran

Rozsah průvodní zprávy: cca 30 stran

Seznam odborné literatury:

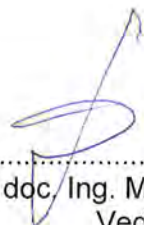
- Cheesman C. L., Mitson R. B. (ed.), 1982: Telemetric studies of vertebrates. Academia Press  
Millspaugh J.J., Marzluff J., M., 2001: Radio tracking and snímal Populations. Academic Press, 472 pp.  
Pace R., M., 2000: Radio tracking vis triangulation. Juneau, Alaska

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jaroslav Červený, CSc.

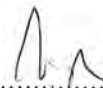
Konzultant bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: 10. 11. 2010

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2011



doc. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.  
Vedoucí katedry



prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.  
Děkan

V Praze dne 7.3.2011

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením doc. Ing. Jaroslava Červeného, CSc. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze 30. 4. 2012

.....

Vít Dvořák



## **Abstrakt**

Práce se zabývá praktickými skutečnostmi, které je třeba zvážit při plánování a praktickém sledování vyšších obratlovců pomocí konvenční telemetrie. Vychází ze zkušeností a několikaleté terénní praxe autora. Vysvětluje použití, konkretizuje výhody a nevýhody ručních přehledových přijímačů, antén, vysílačů a jejich frekvencí, včetně senzorů a doplňků k těmto zařízením. Popisuje konkrétní úskalí při zaměřování zvířat v souvislosti s šířením elektromagnetických vln v prostředí. Přidává vlastní postřehy a návody.

## **Klíčová slova**

telemetrie, radiotelemetrie, antény, radioscannery

## **Abstract**

The aim of the study is define the experiences with conventional telemetry of higher vertebrates and practice use of this type of method. The work is based on the authors experiences. We would like to explain the specific usage of wildlife telemetry, specifies the advantages and disadvantages of handheld commercial scanners, antennas, transmitters and its frequencies, include the sensors and its accessories. We explain the problems with surveying of the animal and spreading out the electromagnetic waves in nature environment.

## **Keywords**

telemetry, radio-telemetry, antennas, radio tracking receiver





## Obsah

1	Úvod .....	1
2	Prostředky a techniky v konvenční telemetrii .....	2
2.1	Vysílačky .....	2
2.2	Radiové přijímače.....	3
2.3	Příjmové antény .....	6
2.4	Frekvence .....	10
2.5	Šíření elektromagnetických vln.....	15
2.6	Určení směru a pozice vysílačky.....	17
2.7	Přesnost lokalizace vysílačky.....	19
2.8	Satelitní versus konvenční telemetrie.....	21
3	Závěr.....	24
4	Literatura.....	25
5	Přílohy .....	28



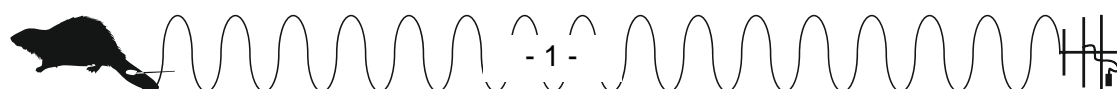


## 1 Úvod

Slovo a odborný termín „radiotelemetrie“ vychází z řečtiny z významových slov pro vzdálenost a rozměr, protože sledujeme, studujeme a snažíme se zaměřit objekt v prostoru a čase. Metody telemetrického výzkumu v biologii založené na radiovém vysílání se datují od 50. let minulého století. Prvními projekty byly monitorování tepových frekvencí u hlodavců (LE MUNYAN A KOL. 1959), kterému byly inspirací testy amerického námořnictva a norský projekt monitoringu tepové frekvence srdce a úderů křídel u kachny divoké (*Anas platyrhynchos*) (ELIASSEN 1960). Od této doby se aktivně využívá a zdokonaluje spolu s technickým vývojem. Je aktivním pomocníkem výzkumníků v poznávání a zjišťování informací o fyziologii a chování zvířat, ať už v laboratořích a nebo hlavně v terénních podmínkách. Velký význam má ve sledování a pochopení migrací, kde se jedná o pravidelné přesuny, ale i u živočichů s usedlým způsobem života v omezeném prostoru, nebo jen s kočovným způsobem života s potulnými pohyby (tzv. mini-migrace).

Tento způsob výzkumu je propojením náročné techniky a biologie. V této práci se autor snaží postihnout a vysvětlit některé praktické technické detaily posbírané v průběhu své několikaleté praxe při různých projektech. V publikovaných vědeckých pracích jsou zpravidla prezentovány už pouze výsledky telemetrického výzkumu, ale pro objasnění praktických postupů a užívaných pomůcek již nebývá prostor.

Autor práce si neklade za cíl postihnout celou šíři dané problematiky, ale pouze tu část týkající se konvenční terestrické telemetrie. Pojmem „konvenční terestrická“ se chápou dnes již tradiční analogové radiové vysílače a přijímače v pásmu VHF (česky VKV – velmi krátké vlny) sledované tak zvaně po zemi. A u vyšších obratlovců v České republice proto, že se aktivně účastnil nebo pomáhal na projektech na našem území u těchto zvířat: bobr evropský (*Castor fiber*), tetřívka obecná (*Tetrao tetrix*), liška obecná (*Vulpes vulpes*), koroptev polní (*Perdix perdix*), sýc rousný (*Aegolius funereus*), tetřev hlušec (*Tetrao urogallus*), čáp černý (*Ciconia nigra*) a káně rousná (*Buteo lagopus*).





## 2 Prostředky a techniky v konvenční telemetrii

### 2.1 Vysílačky

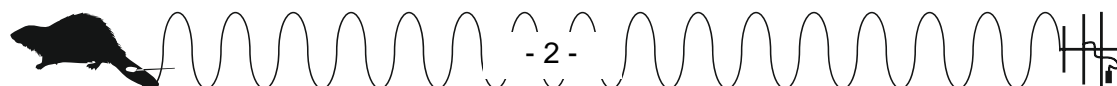
U výběru vysílačky je třeba brát na zřetel, aby značenému zvířeti nebyla překážkou v jeho životě, která by byla výraznou příčinou změn v jeho přirozeném chování a tím zkreslila původní záměr výzkumu.

Obecným doporučením v telemetrii je, aby celková hmotnost vysílačů se vším příslušenstvím umístovaným na zvířatech nepřesahovala 5 % jejich tělesné hmotnosti. Tato mezní hranice, ale už může mít značný vliv na velká zvířata. U ptáků, kteří jsou závislí na létání a u velkých netopýrů je přijatelný limit 2 – 3 % zátěže. Stejný limit se musí dodržet pokud je vysílačka umístována mimo těžiště těla. (Cochran 1980, Kenward 2001)

Největším limitem hmotnosti a velikosti u vysílaček je jejich baterie. Kromě vlastní konstrukce vysílačky (oscilační krystal, polovodiče, cívky, kondenzátory, anténa a baterie) se musí do celkové hmotnosti započítat i obal a prostředky k upevnění na tělo zvířete.

Zdrojem energie může být fotovoltaický panel, který je výrazně lehčí v porovnání s baterií a celkovým časovým obdobím po kterou je schopen dodávat energii. Nevýhodou je, že energii nedodává kontinuálně (silné zastínění, noc, hnízdní dutiny, nory, zakrytí tělem, u ptáků i peřím), proto se solární články používají hlavně v kombinaci s dobíjecími bateriemi k celkovému prodloužení doby vysílání. U některých druhů zvířat a montáží, ale dochází k mechanickému poškození, výraznému zašpinění nebo u ptáků k zamaštění, a proto je lze jen s obtížemi použít po celé své provozní období.

Vhodným doplňkem vysílaček jsou různé senzory, které mohou odlišným způsobem modulovat pravidelný signál vysílače a informovat takto na dálku o své činnosti. Nejpoužívanějším je senzor změny polohy, založený na principu rtuťového







spínače. Informuje o poloze vysílačky ve vertikální nebo horizontální poloze. Typické je využití u létajících ptáků, kteří mají vysílačku upevněnou na zádech a jde poznat jestli sedí nebo letí. Taktéž se využívá jako tzv. mortality senzor. Po předem definovaný a naprogramovaný časový úsek nedochází ke změně pohybu a vysílač se přepne do módu zrychleného pulzního vysílání (rychleji pípá).

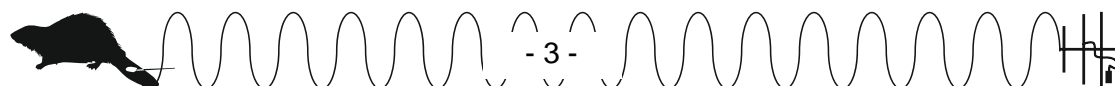
## 2.2 Radiové přijímače

Kvalita přijímače je důležitá pro schopnost lokalizace signálu z vysílače. Signál u vysílaček, kterými se označují sledovaná zvířata, bývá velmi slabý. V telemetrickém výzkumu se používají převážně ruční radiové přijímače (lze se setkat i z angličtiny převzatým výrazem radioskenery), které je možné rozdělit na dvě skupiny, specializované a komerční přehledové.

**Specializované přijímače** se vyrábějí pro použití ve výzkumných projektech, zpravidla je spolu s vysílači dodávají firmy, které se na toto odvětví specializují. Tyto přijímače mají omezený frekvenční rozsah na konkrétní pásma, díky čemuž jsou citlivější a přesnější. Jejich nevýhodou může být pořizovací cena, případně vyšší zmíněný frekvenční rozsah, pokud by měl být využíván pro sledování i v jiných pásmech. Nezanedbatelný význam pro práci v terénu je i jejich zpravidla vyšší hmotnost, rozměry a případný zdroj energie. Typickým příkladem může být často používaný přijímač firmy Biotrack „Sika“ (obr. 1).



Obr. 1 Speciální přijímač „Sika“ firmy Biotrack, frekvenční rozsah 138 – 174 MHz, velikost 150 × 85 × 55 mm, hmotnost 800 g (foto: <http://www.biotrack.co.uk/pdf/sika.pdf>).





Další skupinou jsou **ruční přehledové přijímače** vyráběné komerčně pro využití v daleko větším frekvenčním rozsahu. Tyto přijímače jsou o něco méně citlivé v konkrétním pásmu oproti specializovaným. Jejich výhodou je hlavně pořizovací cena, která je třetinová oproti specializovaným. Hmotností okolo 350 g a svojí velikostí se lépe hodí pro dlouhodobější práci v terénu. Jako zdroj se používají snadno vyměnitelné tužkové baterie typu „AA“. Mívají daleko více funkcí a větší paměť pro ukládání konkrétních frekvencí. Na první pohled se množství funkcí a jejich ovladatelnost může zdát složitější, ale pro vlastní sledování se využije jen několik prvků, které si uživatel rychle po nastudování manuálu osvojí.

Jestliže je plánován nějaký výzkumný projekt, bohatě nám stačí, pokud je k dispozici jeden specializovaný přijímač, který se využije hlavně při hledání značených zvířat, když opustí svá obvyklá místa výskytu a jsou hledáni v krajině tzv. „na slepo“, signál z vysílače není a snahou je ho někde po okolí zachytit a lokalizovat. Jestliže je signál dobře přijímaný, vystačí i levnější a praktičtější varianta komerčního přehledového přijímače.

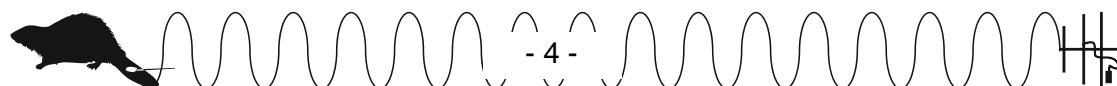
Existuje mnoho komerčních modelů, ale důležité je, aby uměly modulace CW, LSB a USB. V konvenční telemetrii vysílají vysílače analogový signál (pípnutí) na úrovni šumu s potlačením nosného kmitočtu, proto se k poslechu používá modulací CW a SSB.

**CW** (continuous wave nebo continuous waveform) – telegrafie klíčováním nosné vlny.

**SSB** (single-sideband modulation) – telefonie s jedním postranním pásmem a potlačenou nosnou vlnou.

**LSB** (lower sideband) – dolní postraní pásmo SSB.

**USB** (upper sideband) – horní postraní pásmo SSB.





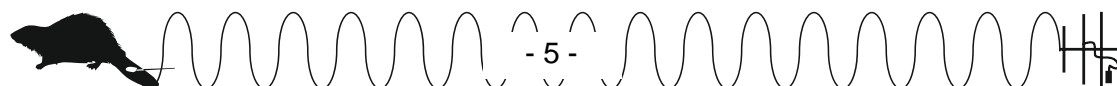
V současné době se i na českém trhu dají pořídit vyhovující přehledové ruční přijímače. Jedním z nich je typ „AR-8200 MK3“ firmy AOR (cca 14 000,- Kč), druhým srovnatelným zástupcem je typ „IC-R20“ firmy ICOM (cca 12 700,- Kč), novinkou v letošním roce 2012 je malý „DJ-X 11E“ od firmy ALINCO (cca 10 000,- Kč). O něco horší, ačkoliv stále ještě nabízený v prodeji, ale již nevyráběný, je ALINCO DJ-X 2000E (cca 8 500,- Kč). Po bazarech je možno se setkat s těmito již neprodávanými, ale v telemetrickém výzkumu ještě používanými přístroji: AOR AR8000, ICOM IC-R10, Yupiteru MVT7300, Yupiteru 7100, Stabo XR100.



Obr. 2 Ruční přehledové přijímače AOR „AR-8200 MK3“, ICOM „IC-R20“, novinka ALINCO „DJ-X 11E“ a nevyráběný ALINCO „DJ-X 2000E“

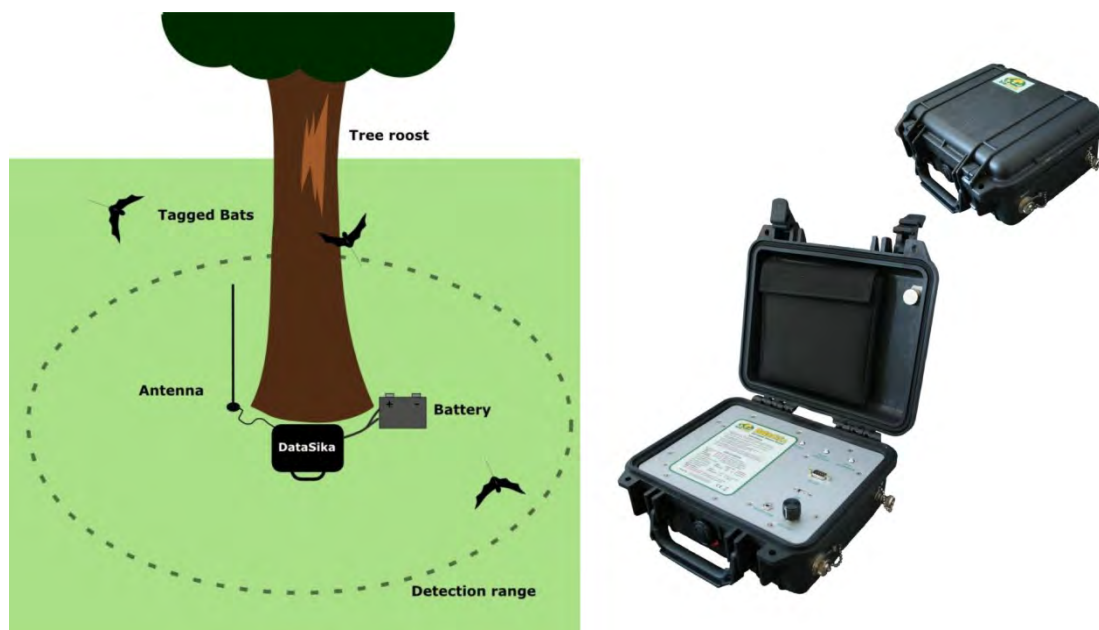
(foto: <http://www.aorusa.com/receivers>; <http://www.icomamerica.com>;  
<http://www.alinco.com>).

Zvláštní skupinu přijímačů tvoří fixní přijímací stanice, využívající se k zaregistrování zvířat ve svém okolí zpravidla pomocí vertikální všesměrové prutové antény (zvíře v noře, na hnízdě, u výletu z dutiny, při migraci určitým prostorem). Sofistikovanější soustavy využívají triangulace a určují směr příjmu pomocí rozdílu časů příchodu signálu z vysílačky na fixní přijímací stanici (time





differences of arrival). Využívá se i rotujících Yagi antén, kde se měří a zaznamenává vrchol s nejsilnějším signálem. Český tým zoologů kombinuje techniku radiotelemetrického sledování s výpočty standardní triangulace a automatického monitorování (systém „BAARA“) doplněného o aplikaci GPS transponderů při výzkumech kaloně egyptského (*Rousettus aegyptiacus*) (LUČAN A KOL. 2011, 2012).

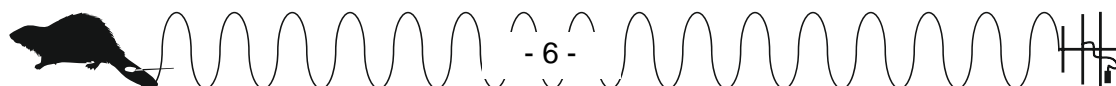


Obr. 3 Fixní přijímací stanice „DataSika“ firmy Biotrack, kapacita paměti 250 000 záznamů, velikost 270 × 250 × 130 mm, hmotnost 1,4 kg (zdroj: <http://www.biotrack.co.uk/pdf/datasika.pdf>).

## 2.3 Příjmové antény

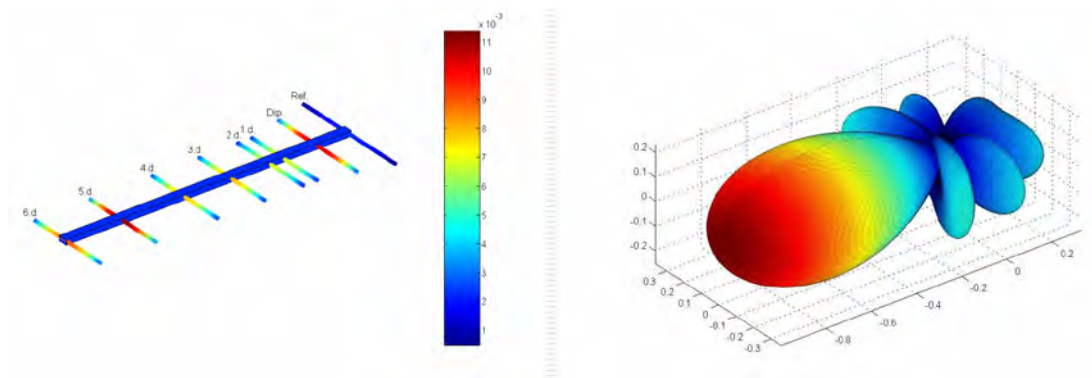
Antény pro příjem analogového vysílání v telemetrii je možné rozdělit na **směrové**, určuje se pomocí nich směr odkud se signál šíří, a **všesměrové**, pro obecný příjem signálu.

K nejběžněji používaným směrovým anténám patří několika prvkové Yagi antény (název pochází od jejího konstruktéra japonského elektrotechnického inženýra Hidetsugu Yagi, \*1886, †1976). Mají dobrou směrovou charakteristiku, kde lze určit orientovaný předozadní směr oproti dipólové, ta má směrové





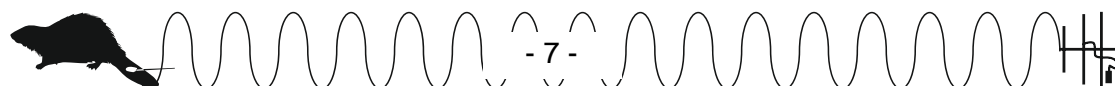
charakteristiky na obou stranách přibližně stejně veliké. Směrovou charakteristiku lze graficky vyjádřit v prostorovém nebo plošném diagramu jako hodnoty podílu intenzity elektromagnetického vlnění v daném směru a vzdálenosti tohoto vlnění.

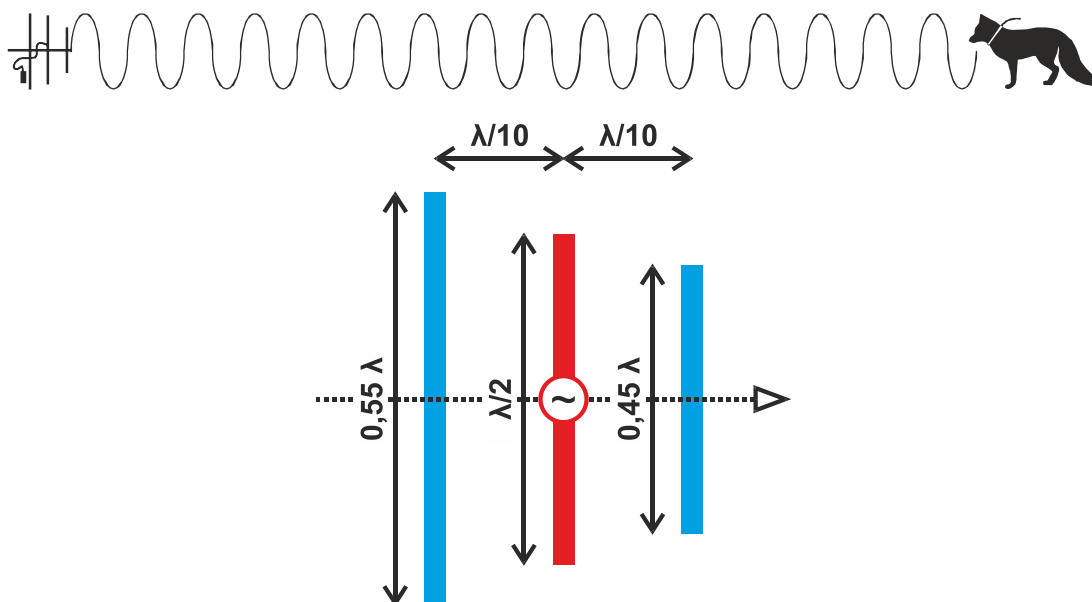


Obr. 4 Yagi anténa a její směrová prostorová charakteristika (řada dipólů, jeden dipól buzen, ostatní nebuzeny – direktor a reflektor). (zdroj: Lukeš Z., prezentace přednášek předmětu Antény a jejich aplikace vyučovaném na Ústavu radioelektroniky na Fakultě elektrotechniky a komunikačních technologií Vysokého učení technického v Brně; <http://www.urel.feec.vutbr.cz/MASV/>)

Při pohybu v terénu se obvykle používají tříprvkové Yagi-Uda antény. Podle frekvence přijímaného signálu je třeba zvolit jejich optimální velikost. Podle počtu prvků a frekvence jde ve specializovaných programech teoreticky navrhnout a vypočítat optimální délka prvků a jejich vzdálenost od sebe. Základní schéma pro výpočet je na obrázku 5. Praktická telemetrie se při vlastním výzkumu nebude zabývat konstrukcí a výrobou antény, ale je dobré vědět, že pro optimální dosažení výsledků při zaměřování se použije jiná Yagi anténa pro frekvenci 170 MHz než pro frekvenci 150 MHz. U antény pro 170 MHz budou prvky kratší a blíže u sebe oproti anténě pro 150 MHz.

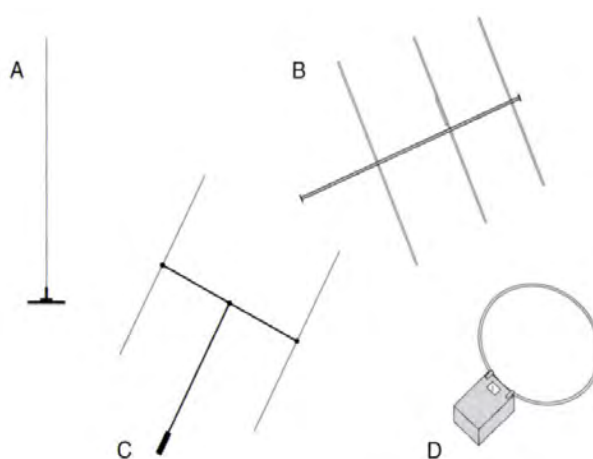
U Yagi antén je průměrná přesnost určení směrů  $5^\circ$ , u dipólových antén  $5^\circ - 10^\circ$  (AMLER 1980). Podle poznatků a zkušeností autora této práce je to při fungování v terénu u tříprvkových anténa a zaměřování z ruky okolo  $10^\circ - 15^\circ$ .



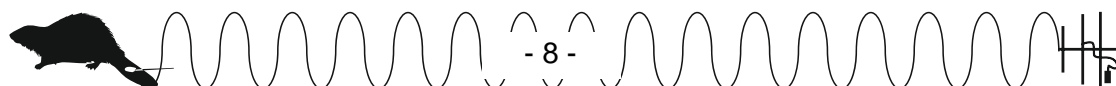


Obr. 5 Základní schéma pro výpočet konstrukce Yagi-Uda antény na základě vlnové délky [ $\lambda$ ].

Dalšíma dvěma typy ručních směrových antén jsou „H-Adcock“ a „loop“. Typ „loop“ se hlavně používá při frekvencích pod 100 MHz. Tyto antény mají stejně jako klasické dipólové na obou stranách stejně velkou směrovou charakteristiku, ale s přesnějším určením směru,  $3^\circ$  u „H-Adcock“ a  $5^\circ$  u „loop“ (AMLER 1980, CEDERLUND A KOL. 1979). Při použití na vyhledání jsou na výběr dva směry a musí se proto posuzovat, který je správný, podle podmínek v terénu, či dalších os zaměřování z jiných míst.



Obr. 6 Typy ručních přijímacích antén. A) Prutová; B) Yagi; C) H-Adcock; D) Loop na přijímači (KENWARD 2001)





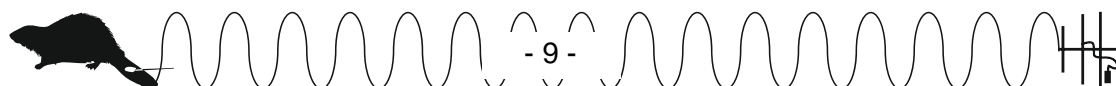
Všesměrové antény najdou uplatnění při kontinuálním sledování. Klasické je to u monitorovacích zařízení fixních přijímačů (viz. kap.2.2), nebo při hledání jakéhokoliv signálu od označeného jedince, o kterém se neví kde se přibližně nachází a musí se složitě po okolí pátrat po jeho signálu. Jde buď o vertikální prutovou anténu nebo discové anténu s širokým frekvenčním pásmem (obr. 7).

Prutovou anténu jde jednoduchou manipulací elegantně upevnit pomocí magnetického držáku a střed střechy vozidla. Je potřeba nezapomenout u prutové antény přesně zakrátit její délku podle frekvence, která se bude přijímat, aby odpovídala podílu vlnové délky  $[\lambda]$  této frekvence. Zpravidla je s konkrétní anténou výrobcem dodávána tabulka nebo graf s údaji pro úpravu délky.



*Obr. 7 Prutová anténa s magnetickým držákem a discové anténa na složeném teleskopickém stožáru umístěné na vozidle.*

Prutovou anténu se osvědčilo používat na autě v kombinaci se zaměřováním směrovou anténou z ruky s lokacemi např. po půl hodinách. V mezidobí se přijímač přepojí na ni a v případě, že je na vysílače i senzor pohybu, ihned se ví o změně v chování zvířete, něco se děje a je třeba zpozornět. Jestliže vysílačka nemá senzor





pohybu a pravidelný signál se nám začne ztrácet nebo naopak zesílí, označené zvíře nejspíše opouští lokalitu. Zjistí se to dříve, než se opět začne se směrovým zaměřováním. Obecně má prutová anténa horší příjem než směrová, na namířené směrové je ještě slyšet, ale na prutové už ne.

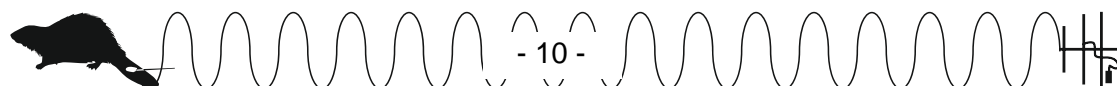
Vhodným příkladem může být upotřebení prutové antény na autě při sledování označených bobrů. Tady se zpravidla pro určování lokací využívá jejich liniového teritoria podél toku, tudíž si lze vystačit s jedním určením směru směrovou anténou, druhý směr k protnutí na určení místa výskytu tvoří linie toku. Pokud se auto pohybuje ve stejné linii podél toku, tak v místě s nejsilnějším signálem je lokace zvířete v kolmém směru na řeku či potok.

## 2.4 Frekvence

Volba konkrétní frekvence při objednávání vysílačů hraje roli ve volbě přijímacích antén, přijímačů a šíření signálu prostředím. Každý stát má legislativně odlišně vyřešenu možnost používání různých frekvencí. V České republice na to dohlíží a upravuje používání orgán státní správy – Český telekomunikační úřad. U nás se v konvenční telemetrii využívají frekvence 150 – 151 MHz, 173 MHz a případně i 216 MHz.

Obecně platí, že čím vyšší kmitočet tím je potřeba menších rozměrů jak přijímací antény, tak i antény na vysílači, protože rozměry musejí odpovídat podílům své vlnové délky  $[\lambda]$ . Naopak je tomu u prostupnosti prostředím, nižší frekvence lépe prostupují, proto např. u sledování ryb ve vodním prostředí se uplatňují nízké frekvence 27 MHz, 40 MHz a 102 – 104 MHz.

Vysílače řídí krystal, jehož stabilita je vysoká, proto se pro odstupy mezi jednotlivými přístroji dá použít jen 10 kHz a přitom bude zachována jednoznačná identifikace podle frekvence. Jestliže jsou u plánovaného výzkumu objednávány





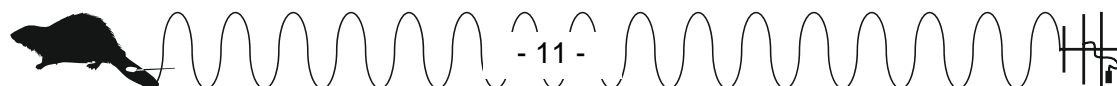


konkrétní frekvence, je lepší volit větší rozestup. Není dobré, pokud je na výběr, dávat sousední frekvence na zvířata v jedné rodině, když je předpoklad jejich společného sledování na stejné lokalitě výskytu, mohlo by dojít k rušení, zvláště pokud budou vysílače blízko sebe.

Důležité je si proskenovat pásmo frekvencí zamýšlené k výzkumu přímo v dané lokalitě, kde se budou vysílače sledovat. Může se stát, že kmitočet, který se chce použít, je rušen z jiného zdroje. Je nepříjemné když se to zjistí až po té, co se vysílačky s konkrétními frekvencemi objednali anebo se již vypustilo označené zvíře s takto problémovým rušením.

Před vlastním umístěním vysílačky na živočicha je potřeba přesně zjistit při jaké frekvenci je signál vysílače nejsilnější. Výrobce udaný a objednaný kmitočet je orientační, určitě se zjistí, že se bude o něco lišit. U přijímače se zvolí nejmenší krok pro postupné přepínání frekvencí a postupně se proladuje. Osvědčilo se nekoukat na displej, ale pouze poslouchat. Intenzita signálu stoupá a poté klesá, je snaha proto naladit jeho nejsilnější bod. Vysílačka je kousek od nás, takže ladění se provádí buď s úplně odpojenou anténou, nebo jen s krátkou ruční prutovou. Šumová brána je plně otevřena. Přesnost našeho ladění je možno si ověřit postupným přivíráním této šumové brány, nebo i případným přidáním útlumu, pokud je signál opravdu silný, záleží na typu a výkonu vysílačky, na okolních frekvencích pak přestává být signál slyšet. Provede se i proskenování okolních frekvencí, které se už zdají bez signálu, protože vysílač může mít ještě jeden vrchol a mohlo by se stát, že se vyladí ten slabší falešný.

Ladění se provádí pro všechny modulace CW, LSB a USB, protože se u nich konkrétní přesný kmitočet liší. K rozdílům dochází i u jednotlivých značek přijímačů a jejich typů. Málokdy u dvou typově shodných přístrojů. Do záznamu se uvádí, tedy ne jen přesně naladěné číslo frekvence, ale i modulace a výrobní typ přístroje, na kterém se ladění provádělo. Pokud se v praxi pro sledování stejné vysílačky používají různé přijímače, je nutné ladění provést pro každý přijímač zvlášť.





Po definitivním upevnění vysílače na živočicha se toto ladění provádí znovu, tělo působí jako dipól a u vysílačky to ovlivňuje přesnou vysílací frekvenci. O mnoho se to oproti tomu, co bylo zjištěno předtím u nově dodaných vysílaček, lišit nebude. Částečně lze simulaci těla provést tím, že se při předběžném ladění použije láhev s vodou, na kterou se vysílačka umístí.

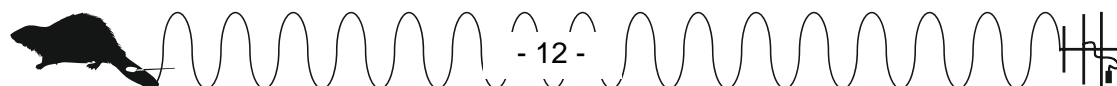
V průběhu sezóny se vlivem teplot a i částečnému vybití baterie vysílačky bude optimální frekvence také měnit, proto když bude příležitost, dostatečně kvalitní a stálý signál od sledovaného zvířete, zkouší se opět najít nejsilnější frekvence.

Nikdy se proto nelze spokojit jen s tím, že je opsáno číslo frekvence, které je výrobcem uvedeno na dodané vysílače. Firma Biotrack dopředu inzeruje u svých výrobků kalibrační chybu  $\pm 5$  kHz a nepřesnost způsobenou teplotou a napětím  $\pm 1.5$  kHz.

Může se zdát, že je toto stálé hledání optima zbytečné, když je signál dostatečný a není problém s dohledáváním, nebo s případným zaměřováním sledovaných zvířat. Problém, ale nastane ve chvíli, kdy se signál ztratí a je třeba ho na různých místech v terénu hledat. Částečné zachycení i toho nejslabšího pípnutí v šumu éteru, hledání se provádí vždy s otevřenou šumovou bránou, je odměnou.

O praktickém měření odchylek frekvencí v modulacích na jednotlivých typech komerčně vyráběných ručních přehledových přijímačů dobře vypovídají grafy v příloze 3. Nelze jednoznačně konstatovat, že je stabilní posun mezi modulacemi USB, LSB a CW, ale liší se značka od značky, typ od typu. (PEŠKE 2010)

Při pohybu v terénu a manipulaci s anténou a přijímačem dochází často k vytržení nebo zlomení přívodního kabelu. Pokud je pochybnost o fungování spojení antény a přijímače, je jistě dobré mít v paměti uložené frekvence automatických služeb pro provoz letišť, kde automat stále vysílá informace o provozu letiště ATIS (Automatic Terminal Information Service) nebo





meteorologické informace o letišti VOLMET (Meteorological Information for Aircraft in Flight). Nalazením některé z těchto frekvencí a jejím poslechem se přesvědčíme, že koaxiální kabel a jeho napojení jsou v pořádku, může se případně i kabel mechanicky ohýbáním promáčkat, jestli není někde zlomený a byl by zde špatný kontakt. Frekvence rádií v pásmu velmi krátkých vln (FM) k ověření nejsou vhodná, jejich signál je hodně silný a nemusí ověřit funkčnost antény, dají se chytit tzv. „na kus drátu“ a tím může být i jen připojený koaxiální kabel.

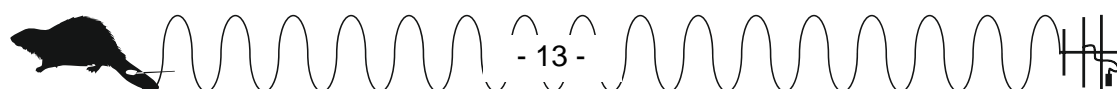
ATIS vysílá informace o letištích v modulaci AM na frekvencích: 122,150 MHz Praha – Ruzyně; 118,025 MHz Brno – Tuřany ; 118,050 MHz Ostrava – Mošnov; 118,950 MHz Karlovy Vary – Olšová Vrata.

VOLMET – mezinárodní vysílá na frekvenci 128,600 MHz informace o letištích Berlín-Schonefeld, Bratislava, Budapešť, Frankfurt, Mnichov, Praha, Varšava a Curych. VOLMET – národní vysílá na frekvenci 125,525 MHz informace o letištích Brno, Karlovy Vary, Ostrava, Pardubice, Praha, Přerov a Kunovice.

Výroba náhradního kabelu není složitá a je dobré mít dopředu připraveno několik náhradních. Na zhotovení je potřeba speciálních krimpovacích kleští, BNC vidlicové koncovky a metráž 50  $\Omega$  koaxiálního kabelu, vše se dá zakoupit v prodejnách součástek pro elektroniku (např. <http://www.gme.cz/>). Správnost zapojení se proměří pomocí ohmmetru, aby nedošlo k propojení stínění s vlastním kabelem. Při měření spojení na pinech koncovek je odpor, proud prochází, naopak při měření spojení pinu a mechanického šroubení být nesmí. Obrazový postup je v příloze 2.

Užitečným doplňkem mezi přijímačem a anténou mohou být různé filtry, útlumové články nebo předzesilovače.

Jestliže dochází k rušení sledovaných frekvencí signálem z okolního frekvenčního pásma, může nám pomoci předřazení článku s pásmovou propustí, která potlačuje kmitočty mimo toto pásmo. Vyrábí se vhodná propust pro pásmo





137 – 174 MHz, toto pásmo často zahlcuje rozhlasové pásmo, ale i silné signály z jiných pásem.

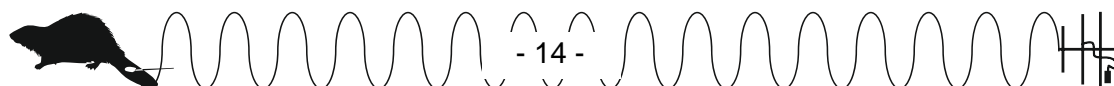
V případě silného signálu, kdy se například dohledává vysílačka s mrtvým zvířetem, nebo zaměřuje na krátkou vzdálenost vzhledem k výkonu vysílače, použijeme útlum. Přijímače útlum mívají ve svých funkcích (ATT), ale bývá pevný 10 dB nebo 20 dB, vhodnější je použít proměnný atenuátor, který se dá plynule regulovat podle potřeby. Naopak v situaci, kdy je signál slabý je možnost si částečně pomoci laděným nízkošumovým předzesilovačem. K poslechu slabých signálů v šumu je lepší připojit k přijímači sluchátka, než využívat jeho standardní reproduktor, kde kvalita poslechu nemusí být dostačující.



Obr. 8 Pasivní pásmová propust BPF-VHF firmy DD AMTEK pro 137 – 174 MHz. Útlum okolo 2 dB a kmitočty nad i pod propustným pásmem zeslabuje o více než 40 dB.



Obr. 9 Proměnný atenuátor ATT-20 firmy DD AMTEK; 0 – 20 dB; 0,1 – 1 000 MHz.



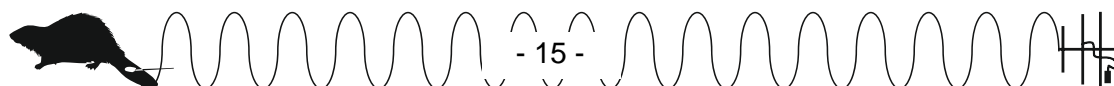


Obr. 10 Laděný nízkošumový předzesilovač LNA-VHF-B firmy DD AMTEK pro frekvenční pásmo 137-174MHz.

## 2.5 Šíření elektromagnetických vln

Vlnová rovnice, která je přímo odvozena z Maxwellových rovnic, je základem klasické teorie o šíření elektromagnetických vln (NOVOTNÝ 2001). V telemetrii je důležitá teorie o šíření vln v zemské atmosféře, kde se přízemní povrchová vlna šíří podél rozhraní země vzduch. V tomto případě je předmětem našeho zájmu ta část radiového komunikačního řetězce mezi vysílačem a přijímačem, která představuje přeměnu elektromagnetické energie vedené na energii vyzářenou pomocí antény, její přenos ve formě elektromagnetické vlny daným přenosovým prostředím a konečně zpětnou transformaci vlny vyzářené na vlnu vedenou (PECHAČ 2005).

Přízemní prostorová vlna se v ideálním případě šíří přímo, přímá optická viditelnost mezi vysílačem, respektive jeho vysílací anténou a anténou přijímače. V praxi ale často dochází k jevům, kdy může být elektromagnetická vlna tlumena, ohýbána, rozptýlena nebo odražena, vše záleží na okolním prostředí (vegetace, členitý terén, zástavba, ... ) se kterým přízemní prostorová vlna interaguje. Na tyto všechny jevy je třeba pamatovat v terénu při vlastním zaměřování sledovaných objektů.





Příklady:

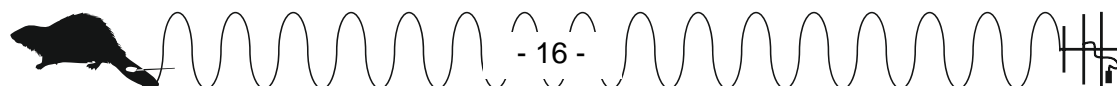
Pokud v zaměřovaném směru je nějaká plechová střecha nebo budova, jistě půjde o odraz a tudíž o chybně určený směr. K odrazům může docházet i v souvislosti s jinými překážkami, mokrá stěna lesa po dešti, kolmé skály, různé kovové konstrukce nebo části, protější svah, pokud se zaměřuje pod horizontem a sledovaný objekt se nachází v údolí a není v linii přímé viditelnosti.

V souvislosti s horizontem může nastat situace, kdy při provádění lokace z místa kousek před vrcholem kopce či rovinou horizontu, je označené zvíře těsně za tímto vrcholem. Směr zaměření je určen dobře, ale podle síly signálu se zdá objekt ještě hodně vzdálen. Elektromagnetické vlny mají tendenci se šířit přímo, proto může být pod horizontem slabší signál i když naše stanoviště je blízko. Při přímém postupu za sledovaným zvířetem může dojít k náhlému překvapení z jeho skutečné blízkosti, může dojít k nežádoucímu vyplašení a rušení jeho klidu.

V krajině se často nachází vedení vysokého napětí, které je jedním ze zdrojů elektromagnetického pole, které má značný vliv na šíření a zkreslení signálu. Je proto nežádoucí zaměřovat v blízkosti zdrojů elektromagnetického pole.

Velký vliv na šíření má i umístění vysílače a přijímače blízko země, obecně méně než polovina vlnové délky, přesto že může jít o přímou viditelnou vzdálenost (COCHRAN 1980). Dochází k pohlcování půlvlny zemským povrchem, proto je snahou vždy zaměřovat z vyvýšených míst, aby se eliminoval tento jev. V souvislosti s tímto jevem se požívá rčení „metry znamenají kilometry“, vysílač se zachytí jistě na delší vzdálenost pokud se přijímá výše nad horizontem. Platí to i opačně, ptáka opatřeného vysílačkou jde daleko lépe zachytit, pokud bude vysoko ve vzduchu, než když bude sedět na zemi.

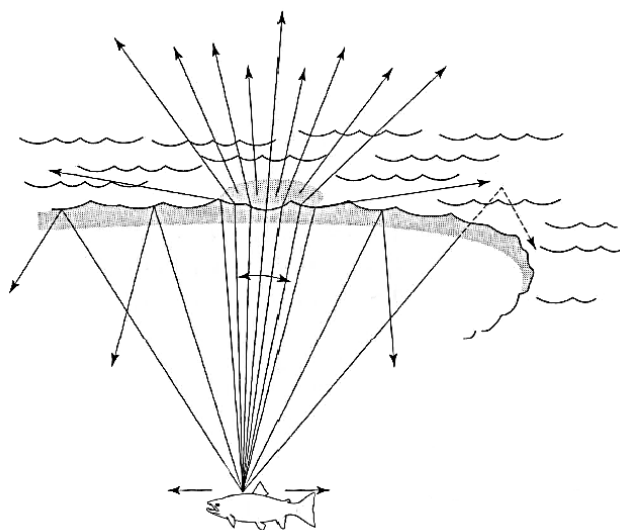
Ohyby elektromagnetických vln lze zaznamenat i kolem kmenů, proto může v nepřímé linii dojít ke zkreslení a chybnému určení směru zvláště u zvířat pohybujících se v lesním prostředí. Signál k přijímači dorazí po různě dlouhých





trajektoriích a poté záleží na vlnové délce, zda dojde ke skládání vln a zesílení signálu, nebo naopak k rozkladu, rušení a zeslabení příjmu.

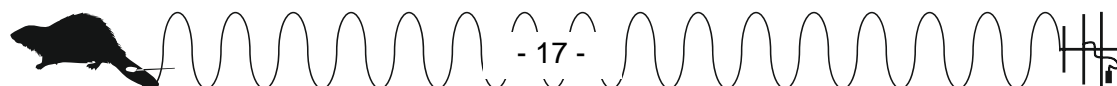
K velkým odrazům, lomům a útlumu dochází ve vodním prostředí, zde se elektromagnetické vlny odrážejí u vodní hladiny zpět, pouze pokud je úhel menší než  $6^\circ$  prochází nad hladinu. Nejsilnější signál se nachází proto přímo nad zvířetem, ze břehů je příjem možný, ale velmi slabě. U označených ryb vysílačkou se proto ke sledování využívá stožárů nebo letadel. K velkému útlumu dochází ve velkých hloubkách, který zároveň souvisí s měrnou elektrickou vodivostí vody (konduktivita) [ $\gamma$ ; jednotka SI: siemens/metr]. Sladkovodní vody (řeky, jezera potoky) mají obecně nízkou konduktivitu  $< 0,01$  S/m, ale už v hloubce 10 m dohází k 50% redukci rádiusu rádiové vysílačky, proto se ve slaných a brakických vodách, kde je konduktivita  $> 0,5$  S/m, používají ke sledování akustické sonary (KENWARD 2001).



Obr. 11 Šíření a odrazy signálu z podvodní hladiny u označených ryb (PRIEDE 1982).

## 2.6 Určení směru a pozice vysílačky

Určení směru odkud přichází signál z vysílačky se určuje nejčastěji pomocí směrové Yagi antény, která má nejsilnější signál vycházející z její směrové





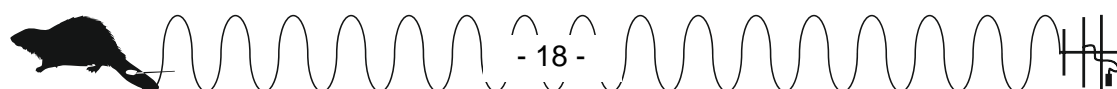
charakteristiky před sebou. Osa antény se orientuje ve směru předpokládaného šíření signálu z vysílače, obvykle vodorovně se zemí. Prvky antény jsou otočeny podle polarizace vysílače, buď v horizontální nebo vertikální poloze. V které poloze je lépe slyšitelný signál, je nutno vyzkoušet předem a nebo ji měnit podle podmínek příjmu. Postupným otáčením kolem své vlastní vertikální osy se zjistí odkud přibližně přichází signál, směr se zapamatuje. Anténa se otočí mimo tento směr a postupným natáčením z jedné strany se určí odkud přichází nejsilnější signál, směr se opět a tentokrát přesněji zapamatuje. Totéž se opakuje z opačné strany. V ideálním případě je při natáčení z obou stran nejsilnější signál ve stejném směru, pokud ne, zvolí se osa úhlu těchto dvou směrů jako výsledek.

Jestliže se zaměřuje z ruky, směr se dá ještě ověřit tím, že se anténa zdvihne o 90° nad hlavu, osa antény je kolmo na zjištěný směr, a natáčí se pouze prvky antény. Pokud jsou prvky antény vodorovně se zjištěným směrem, je signál minimální nebo téměř žádný. Otočením prvků kolmo na směr je signál slyšitelnější. Tímto způsobem se nedá tak přesně určit směr, ale poslouží k ověření správnosti, že naše zaměření je dobře a nejsou v okolí odrazy z jiných směrů. (Příloha č. 4)

Jsou-li určeny alespoň dva směry z různých míst, může se poloha vysílačky určit triangulací, protnutím os takto získaných směrů nad mapou.

Při určování směrů v krajině je vhodné se orientovat na určité prvky a podle toho pak osy směrů zakreslovat do mapy. K přesnému určení své polohy a směru se jistě využije GPS a kompas – při zaměřování v noci, mlze nebo špatné viditelnosti je to nezbytnost. Je nutné dávat pozor na slabé magnetické pole vyzařované přijímačem nebo jinými elektronickými přístroji, může značně ovlivnit přesnost kompasu. Na kompas použitý uvnitř automobilu může působit efekt „faradayovy klece“.

Ideálním případem je, že se označené zvíře během zaměřování ze svého místa nehne. Pokud dochází k přesunu z jednoho zaměřovacího místa na druhé,







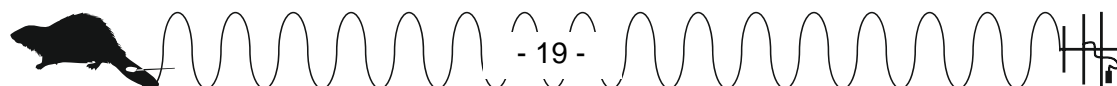
keré je potřeba k určení lokace triangulací, je snahou mít signál na příjmu a využít změny signálu způsobené případně osazenými senzory pohybu na vysílače. Je lépe se při přecházení orientováním antény ve směru předpokládaného výskytu zvířete ujišťovat o správnosti našeho měření a mít signál pořád na příjmu.

Přesným určením směru z druhého zaměřovacího bodu je snahou na místě vyhodnotit výsledek naší lokace. Je určitě například chybou, triangulací určený bod výskytu zaznamenat na volné prostranství, zde by byla možnost sledované zvíře vidět, když o kus vedle je keř nebo remízka, kde může být pravděpodobně schované. Snahou je uvažovat i s trochu logiky s ohledem na chování a prostředí, které sledované zvíře využívá ke svému životu.

Určování přesné lokace pohybujících se zvířat je obtížnější, vyžaduje rychlé a zkušené určení směru, volí se proto současné zaměření ze dvou stanovišť. Určí se přesný čas, kdy se budou určovat směry výskytu, ale lepší je být ve spojení a koordinovat svojí vzájemnou činnost. Finančně nenáročné, nezávislé a dostatečně efektivní pro tento účel je použití amatérských vysílaček s náhlavní soupravou („handsfree“) v pásmu PMR 446 (Private Mobile Radio, 446 MHz).

## 2.7 Přesnost lokalizace vysílačky

Pro telemetrii existují počítačové programy, které počítají ze zadaných azimutů a souřadnic bodů odkud bylo zaměřováno odhady věrohodnosti, území na jakém se v daném okamžiku s nějakou pravděpodobností hledané zvíře nachází. Vycházejí z matematických výpočtů, které byly vyvinuty pro dohledání nouzového vysílání u havarovaných letadel. Vytvořeny byly tři metody odhadu přesnosti: 1) maximální věrohodnost; 2) odhad „Huber“; 3) odhad „Andrews“ (Lenth 1981, PACE 2000).



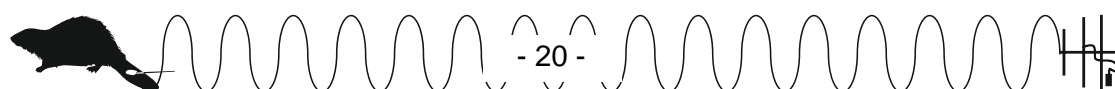


Místa odkud se zaměřuje je třeba volit tak, aby osy, které se zjistí a míří na označené zvíře, byly pokud možno na sebe kolmé. Směrová anténa má svůj určitý úhel přesnosti (viz. kap. 2.3), proto při protnutí záměrných směrů vzniká plocha pravděpodobného výskytu sledovaného objektu. Zjednodušený schematický náčrt je na obrázku v příloze 5.

Vhodné je si uvědomit nad reálným prostředím, že plocha, kde se zaměřené zvíře může vyskytovat, roste se vzdáleností, na jakou je zaměřováno. Na fiktivním příkladu v příloze 6 na ortofotomapě je vyjádřena jedna taková situace. Kladenou otázkou je, v jakém prostředí je označené zvíře lokalizováno. Z obrázku je patrné, že na území, které je určeno za jeho možný výskyt, se nachází hned několik možných zájmových prostředí (louka, pole, remíz, les). Zaměření na 500 m v relativně kolmých osách a s počítanou 10° chybou úhlu je v reálu povedené, vycházejíce z praxe a zkušeností autora této práce.

Připravuje-li se nějaký projekt v telemetrii a není dostatek zkušeností se zaměřováním, je vhodné si vše dopředu na nečisto vyzkoušet. V prostředí, kde se předpokládá provádění výzkumu, nebo jemu podobném, si necháme od někoho jiného umístit vysílačku, tak abychom nevěděli kde je. Klasickým postupem a metodami se určí její lokace a až poté je sděleno, kde se ve skutečnosti nachází. Můžou se takto simulovat různé obtíže a jevy spojené se zaměřováním v reálném prostředí a následně vyhodnocovat naše naměřená data s realitou a učit se na nich chybám.

Chybami a vlivy způsobující nepřesnost lokací jsou: chyby pozorovatele; efekt vzdálenosti; elektromagnetické pole v krajině způsobované hlavně vedením vysokého napětí; odrazy, lomy, útlumy a rozptyly při šíření signálu prostředím, lokací místa odkud zaměřujeme, vlastním pohybem zvířat (MILLSPAUGH & MARZLUFF 2001). Proto při závěrečném vyhodnocování experimentu, u kterého se využívá konvenční terestrická telemetrie, je vhodné si všechny tyto faktory dobře uvědomovat a zvažovat.



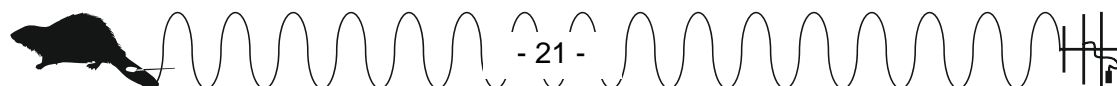


## 2.8 Satelitní versus konvenční telemetrie

V současné době se rychle rozvíjí u vyšších obratlovců satelitní telemetrie, jakoby náhrada za konvenční pozemní telemetrii, odpovídá tomu i skladba a podíl příspěvků na specializovaných konferencích nebo seminářích, např. VACA & VANČURA 2011.

Princip fungování satelitní telemetrie jde rozdělit na dvě základní skupiny, pasivní přijímače a aktivní vysílače.

Pasivní přijímače přijímají data vysílaná ze satelitů pomocí nichž určují složitým výpočtem svoji polohu. Těmito systémy mohou být asi nejznámější americký armádní GPS (Global Positioning System) nebo novější taktéž armádní ruský GLONAS (ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система, Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema). V blízké budoucnosti připravuje Evropská unie svůj vlastní systém GALILEO a případně je zde i čínský COMPASS (Beidou-2). Svoji vypočtenou polohu uloží do paměti, přesnost se pohybuje podle kvality a počtu signálu zachycených z družic v řádech metrů. Souřadnice lze získat buď přímo z přístroje, označené zvíře je třeba znovu dohledat a odchytit, nebo terestricky pomocí radiového spojení, které nám zařízení odešle. Efektivním řešením je využití služeb mobilních operátorů GSM (z francouzského Groupe Spécial Mobile) a jejich sítí, pokud je tedy sledovaný objekt na území pokryté tímto signálem. Dalším způsobem je přenesení dat na dálku pomocí datově radiového signálu VHF, v tomto případě, ale stejně musí zvíře dohledat a na určitou vzdálenost několika stovek či desítek metrů uskutečnit datové spojení, odpadá zde potřeba odchycení. Z toho vyplývá, že i v tomto případě je vhodné využít služeb staré dobré konvenční telemetrie. I v případě využití kombinace GPS a GSM se pro jistotu k těmto zařízením umísťují nezávislé vysílače analogového signálu VHF pro případné poruchy těchto zařízení nebo vyčerpání zdroje energie. Zdroj energie je velkým problémem či hendikepem, tyto přístroje spotřebovávají hodně energie a proto potřebují daleko větší a těžší energetické články.

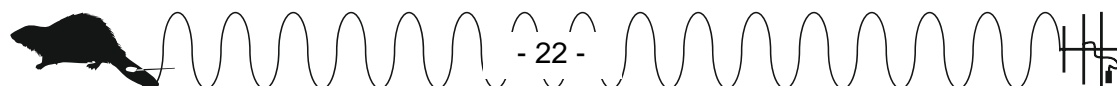




Druhým případem využívající satelitní systémy je to, kdy vysílač umístěný na sledovaném organismu vysílá jednoznačný datový signál, který obíhající družice zachytí a identifikují. Poloha je pak vypočtena na základě změn kmitočtu při přeletu družice (Dopplerův princip). Určení přesnosti polohy hodně závisí na kvalitě, síle a délce vysílaného signálu, jde o desítky metrů, případně i několik kilometrů. Družice zjištěná data posílají na zem do svého výpočetního centra, kde si je pak možné polohu vyzvednout. Z praxe jsou patrné velké odchylky podle SCHUECK A KOL (1994) u 50 % lokací tato chyba byla menší než 8,7 km. Tento systém se hlavně uplatňuje při výzkumech tahů a migrací na velké vzdálenosti, nebo sledování v nehostinných, neobydlených či jinak těžko přístupných oblastech jakými jsou pouště, tundry, bažiny, pralesy a oceány. Jde hlavně asi o nejznámější systém ARGOS CLS provozovaný ve spolupráci Spojených států amerických a Francie, původně určený pro meteorologickou a námořní službu (PEŠKE 1995). Dalšími značkami a provozovateli v tomto segmentu jsou IRIDIUM a GLOBALSTAR poskytující mimo jiné služby v oblasti mobilních satelitních telefonů.



Obr. 12 Jeden z nejmenších vysílačů systému Argos (TAV-2417), váha 16,6 g, celková doba vysílání 527 hodin. (foto: <http://www.telonics.com>).

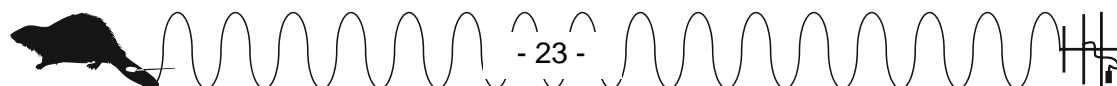




Obr. 13 Satelitní obojek kanadské firmy LOTEK typ WildCellSLG kombinace GPS/GSM/VHF, váha 230 g, výdrž 1 rok při lokacích jednou za 8 h (foto: <http://www.lotek.com/>).

V České republice mediálně známým projektem „Odysea“ využívající systém ARGOS CLS bylo sledování čápů černých (*Ciconia nigra*) později i čápů bílých (*Ciconia ciconia*) organizovaný Českým rozhlasem (BOBEK A KOL. 2004).

Družicové systémy jsou elegantním řešením pro pravidelný sběr velkého množství dat, ale jsou cenově velmi nákladné. Stále je zde velkým limitujícím faktorem váha korespondující se spotřebou energie a dobou výdrže. Sběr dat pomocí konvenční telemetrie je náročný na terénní práci, je výrazně levnější, v některých případech může poskytnout spolehlivější data spojená s přímým pozorováním chování živočicha v přirozeném prostředí a v konečné fázi je někdy využívána i u satelitních kombinací. Proto jistě konvenční telemetrie najde využití i v současnosti.

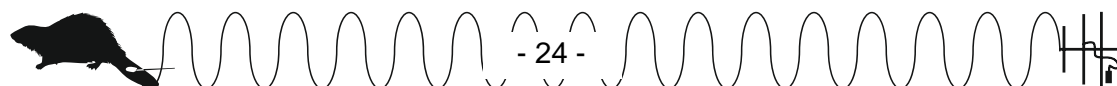




### 3 Závěr

Sledování zvířat pomocí konvenční radiové telemetrie je sofistikovaným nástrojem pro výzkum. Tato technika je již používána řadu let s tím, že se stále v průběhu času zdokonaluje a vylepšuje, i když v poslední době začíná stagnovat na úkor satelitních technologií, ale i v kombinaci s ní má pořád své uplatnění. V tomto oboru se na mezinárodní úrovni užívá několik specializovaných firem, které jsou vám schopny dodat tuto technologii pro výzkum na konkrétních zvířatech. Vždy, ale zůstává prostor nelehkou práci v terénu spojenou s plusy a mínusy radiové techniky. Je tedy dobré se zavčas seznámit s konkrétním řešením a uvědomit si jeho možnosti. Práce se pokusila objasnit v souvislostech některá úskalí, která se běžně nepublikují v závěrečných výsledcích výzkumů, vycházejíc ze zkušeností autora, který se účastnil několika takových projektů.

Zvládnutí technik konvenční radiové telemetrie není tak složité jak se na první pohled může zdát. Potřeba je dopředu si osvojit ovládání přijímačů a nebát se vyzkoušet si zaměřování nanečisto. S praxí a hodinami strávenými v terénu se dá vše pak zvládat bez obtíží. Naučit se vnímat podmínky krajiny s ohledem na chování označeného jedince a šířením radiového signálu, je jistě přínosem i pro výzkumníka v jeho poznání o zkoumaném zvířeti.





## 4 Literatura

AMLER C. J. & MACDONALD D. W., 1980: A practical guide to radio tracking. In: Amler C. J. & Macdonald D. W. (ed.), 1980: A handbook on biotelemetry and radio tracking. Pergamon Press, Oxford: 143 – 159 s. ISBN 0-08-024928-0

BOBEK M., PEŠKE L., RABAS R., POJER F., ŠIMEK J., MAHESHWARAN G. & ABONYI O., 2004: New Odyssey Journey of Black Storks from Siberia to India. Czech Union for Nature Conservation and Czech Radio Online, Prague: 56 s. ISBN 80-86762-03-3

CEDERLUND G., DREYFERT T. & LEMNELL A. P., 1979: Radiotracking techniques and the reliability of systems used for larger birds and mammals. Naturvardsverket Rapport No. 1136 (Swedish Environment Protection Board, Report 1136), Solna and Grimsö.

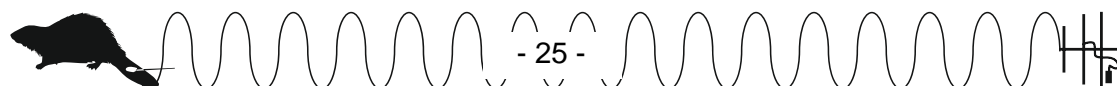
Cochran W. W., 1980: Wildlife telemetry. In: Schemnitz S. D. (ed.): Wildlife management techniques manual. Fourth edition, The Wildlife Society, Washington, D.C.: 507 – 520 s.

ELIASSEN E., 1960: A method for measuring heart rate and stroke/pulse pressure in birds by normal flight. Arbok University of Bergen, Matematisk Naturvitenskapelig 12:1-22 s.

CHEESEMAN C. L., MITSON R. B. (ed.), 1982: Telemetric studies of vertebrates. Academic Press, London: 368 s. ISBN 0-12-613349-2

KENWARD R. E., 2001: A manual for wildlife radio tagging. Academic Press, London: 311 s. ISBN 0-12-404242-2.

LEMUNYAN C. D., WHITE W., NYBERG E. & CHRISTIAN J. J., 1959. Design of a miniature radio transmitter for use in animal studies. Journal of Wildlife Management 23: 107 – 110 s.





LENTH R. V., 1981: On finding the source of a signal. *Technometrics* 23: 149 – 154 s.

ISSN 0040-1706

LUČAN R., BARTONIČKA T., ČÍŽEK M., NICOLAOU H., JEDLIČKA P., ŘEŘUCHA Š., ŠÁLEK M. &

HORÁČEK I., 2011: Prostorová aktivita a potrava kyperských kaloňů

v extrémních obdobích roku. In: Bryja J., Řehák Z. & Zukal J. (eds.):

Zoologické dny Brno 2011. Sborník abstraktů z konference 17. – 18. února

2011. Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno: 115 s. ISBN 978-80-87189-09-2

LUČAN R., BARTONIČKA T., JEDLIČKA P., ŘEŘUCHA Š., ŠÁLEK M. & PORTEŠ M., 2012: Biologie

okrajových populací kaloně *Rousettus aegyptiacus*: sezonní dynamika

prostorové aktivity a výběru potravy. In: Bryja J., Albrechtová J. & Tkadlec E.

Emil (eds.): Zoologické dny Olomouc 2012 Sborník abstraktů z konference 9.

– 10. února 2012. Ústav biologie obratlovců AV ČR, Brno: 125 – 126 s. ISBN

978-80-87189-11-5

MAZÁNEK M., PECHAČ P., 2004: Šíření elektromagnetických vln a antény. Vydavatelství

ČVUT, Praha: 259 s. ISBN 80-01-03032-6

MILLSPAUGH J.J. & MARZLUFF J., M. (ed.), 2001: Radio tracking and animal Populations.

Academic Press, London: 472 s. ISBN 0-12-497781-2

NOVOTNÝ K., 2001: Elektromagnetické pole a vlny. Vydavatelství ČVUT, Praha: 108 s.

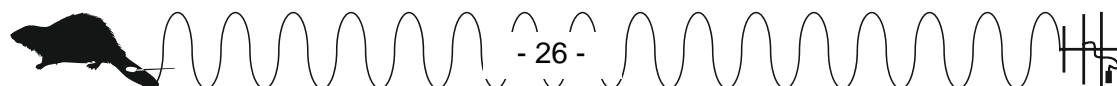
ISBN 80-01-02288-9

PACE R. M., 2000: Radio tracking via triangulation. *Biotelemetry* 15: Proceedings of

the 15th International Symposium on Biotelemetry. Juneau, Alaska USA.

PECHAČ P., 2005: Modely šíření vln v zástavbě. BEN – technická literatura, Praha:

112 s. ISBN 80-7300-186-1







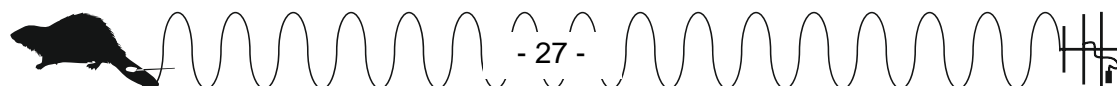
PEŠKE L., 1995: Telemetrie ve službách ornitologie: Technické, praktické a právní aspekty aplikace malých vysílaček v podmínkách ČR. Zprávy ČSO 41: 3 – 8 s. ISSN 1210-9819

PEŠKE L., 2010: Radiotracking with commercial scanners. Praha, online: <http://www.peske.wz.cz/scan1.htm>, poslední aktualizace 14. 10. 2010, cit. 10. 4. 2012

Priede I.G., 1982: An ultrasonic salinity telemetry transmitter for use of fish in estuaries. Biotelemetry and Patient Monitoring 9: 1 – 9 s. ISSN 0378-309X

SCHUECK L. S., MARZLUFF J. M., VEKASY M., FULLER M. R. & SEEGAR W. S., 1994: Migration routes and wintering home ranges of Golden Eagle determined by satellite and conventional radio telemetry. Journal of Ornithology Volume 135: 262 s. ISSN 2193-7206

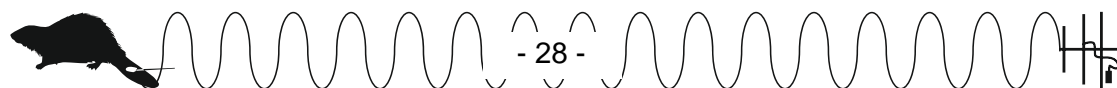
VACA D. & VANČURA K. (eds.), 2011: Naše zvěř a myslivost 2011, Telemetrický výzkum zvěře, jeho přínos pro mysliveckou praxi a řešení škod působených zvěří. Sborník referátů z konference 7. – 8. dubna 2011. Lesnické práce s.r.o., Kostelec n. Č. l., 76 s. ISBN 978-80-02-02295-4





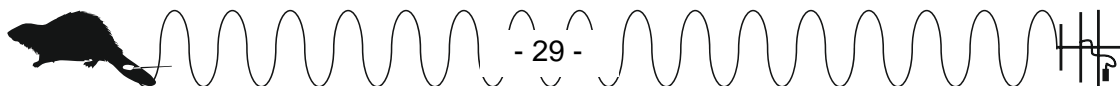
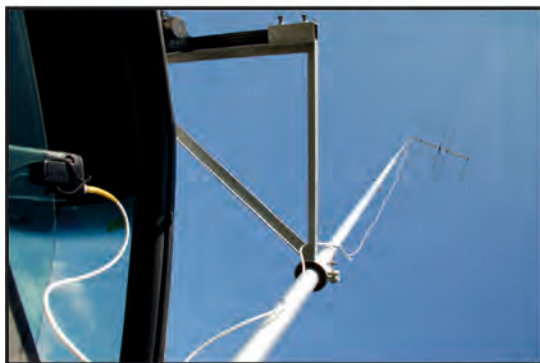
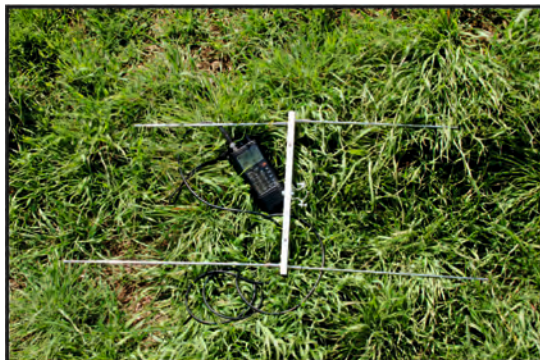
## 5 Přílohy

Příloha 1.....	29
Příloha 2.....	30
Příloha 3.....	31
Příloha 4.....	34
Příloha 5.....	35
Příloha 6.....	36



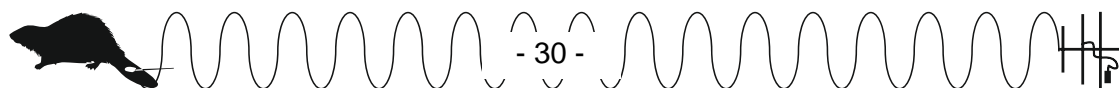
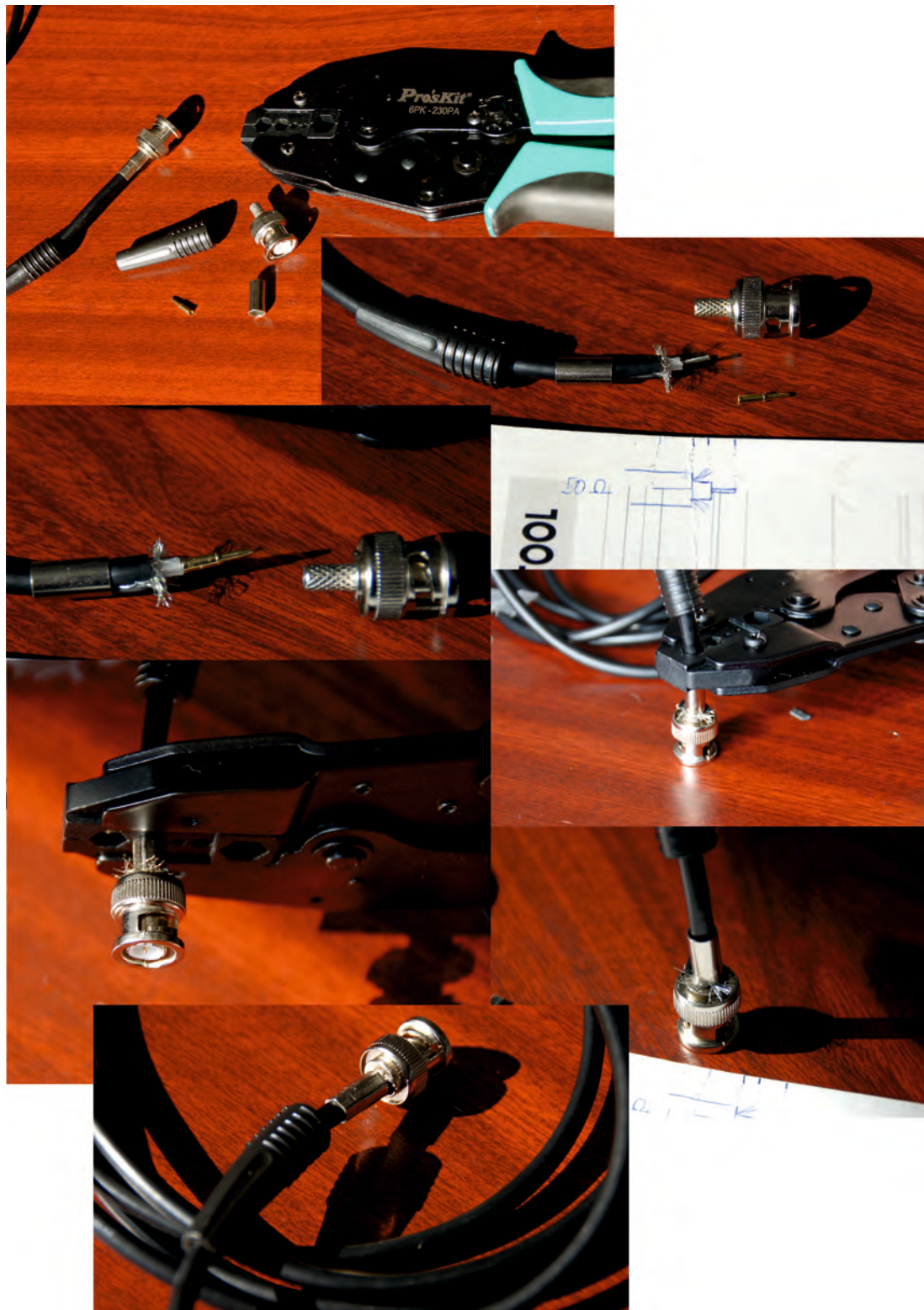


**Příloha 1** Yagi antény: skládací dvouprvková, pevná tří a čtyřprvková, upevněná na teleskopickém stožáru na automobilu.





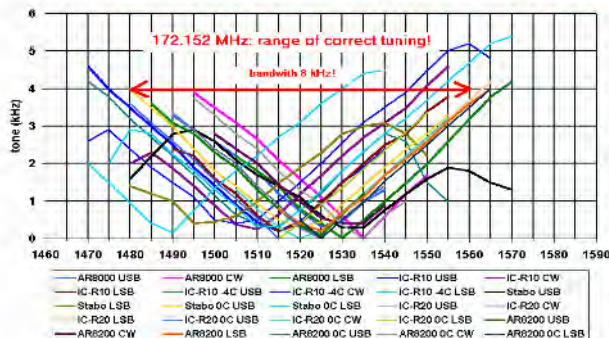
**Příloha 2** Výroba náhradního koaxiálního kabelu (krimpovací kleště, koaxiální konektor BNC-C 50 V, návlek na konektor BNC, koaxiální kabel 50  $\Omega$  – metráž).





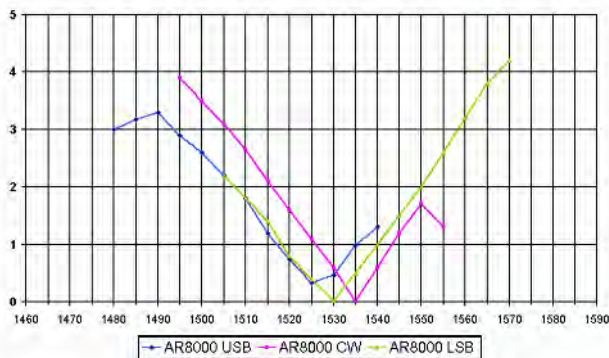
**Příloha 3** Grafy vyjadřující odchylky frekvencí a jejich hodnocení u jednotlivých ručních přehledových přijímačů (PEŠKE 2010).

**Output acoustic frequencies (y, kHz) and displayed frequency figures (x) for the test tag 172.152 MHz**

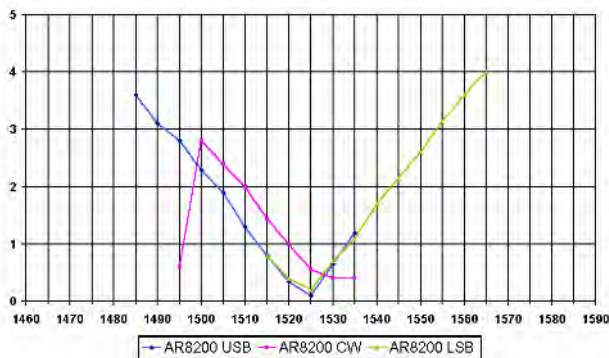


**All results combined:**

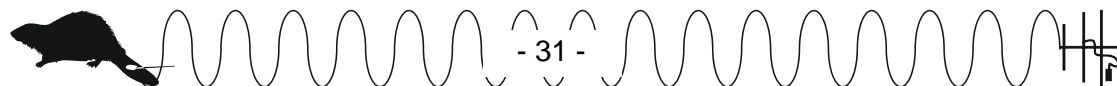
**Optimal tuning of one stable transmitter produce different frequencies according to receiver and mode used. Tag producers sometimes declare true transmitted frequency but mostly it is shifted according to their SSB receiver construction. Tags must be at minimum 8+4+4 kHz apart to avoid confusion if different scanners are used.**



**AOR AR8000:**  
 Sensitivity: high  
 Mirror SB: good reduction  
 USB: down  
 USB/LSB: slightly different minima  
 Frequency: USB 172.1527, LSB 172.1535  
 CW: down, USB+800Hz  
 Temp. stability: good  
 Note: powerful acoustic output

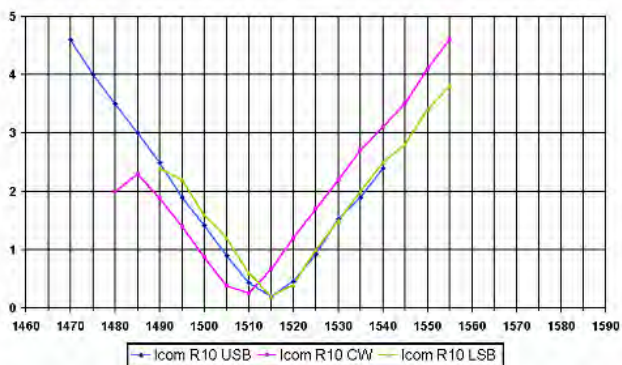


**AOR AR8200:**  
 Sensitivity: high  
 Mirror SB: excellent reduction  
 USB: down  
 USB/LSB: identical minima  
 Frequency: 172.1523  
 CW: down, USB+700Hz  
 Temp. stability: excellent  
 Note: special temperature stabilizer

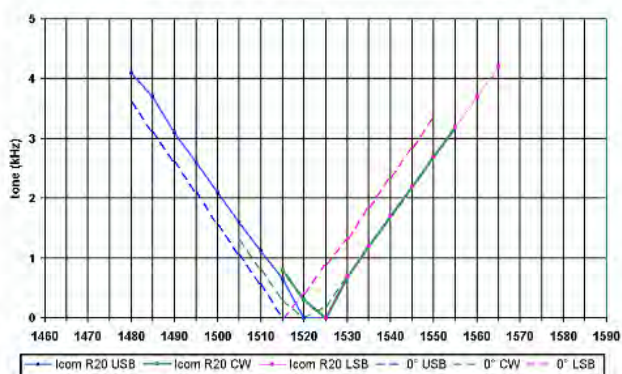




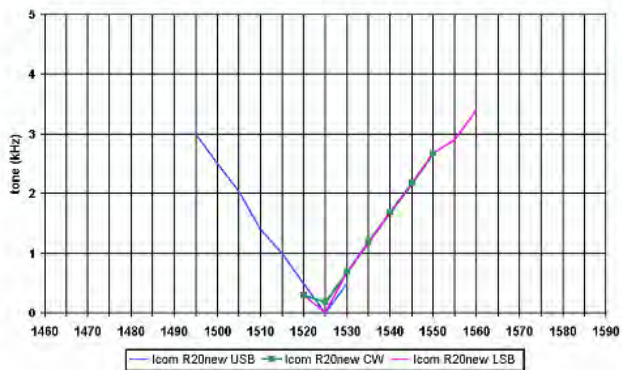
### Příloha 3 pokračování



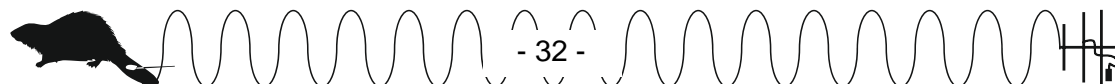
**IC R10:**  
 Sensitivity: high  
 Mirror SB: good reduction  
 USB: down  
 USB/LSB: identical minima  
 Frequency: 172.1515  
 CW: up, LSB-750Hz  
 Temp. stability: good, in -4grC drop by 750 Hz  
 Note: Manual gain control. Low acoustic output.



**IC R20:**  
 Sensitivity: high  
 Mirror SB: very good reduction  
 USB: down  
 USB/LSB: almost identical minima  
 Frequency: 172.1522  
 CW: up, =LSB  
 Temp. stability: good, in 0grC drop by 750 Hz  
 Note: Good gradual manual gain control. Build in recorder unfortunately not easy downloadable to PC

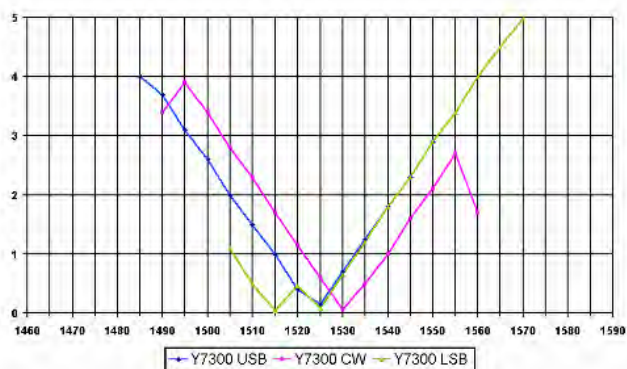


**IC R20 (new):**  
 Sensitivity: high  
 Mirror SB: very good reduction  
 USB: down  
 USB/LSB: identical minima  
 Frequency: 172.1525  
 CW: up, =LSB!  
 Note: narrower CW filter(?)

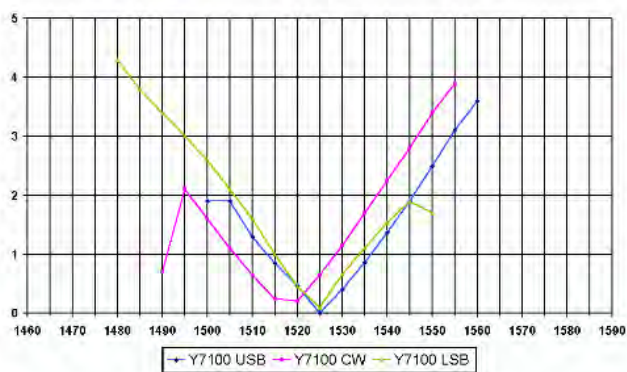




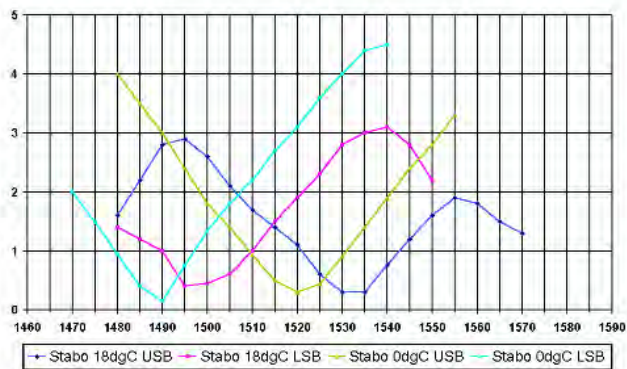
**Příloha 3** pokračování



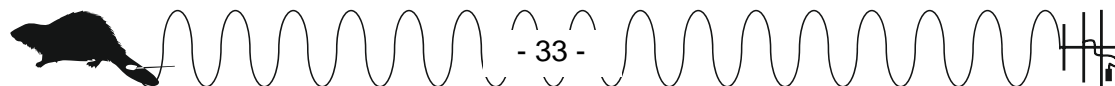
**Yupiteru MVT7300:**  
 Sensitivity: good  
 Mirror SB: standard reduction  
 USB: down  
 USB/LSB: identical minima  
 Frequency: 172.1525  
 CW: down , USB+700Hz  
 Temp. stability: N/A  
 Note:clocks



**Yupiteru 7100:**  
 Sensitivity: good  
 Mirror SB: poor reduction  
 USB: up  
 USB/LSB: identical minima  
 Frequency: 172.1525  
 CW: up , USB-700Hz  
 Temp. stability: N/A  
 Note:

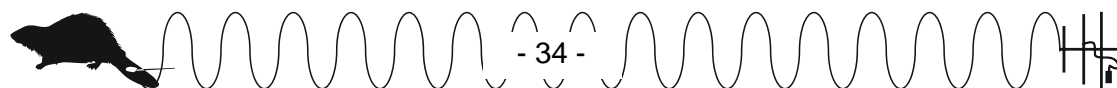
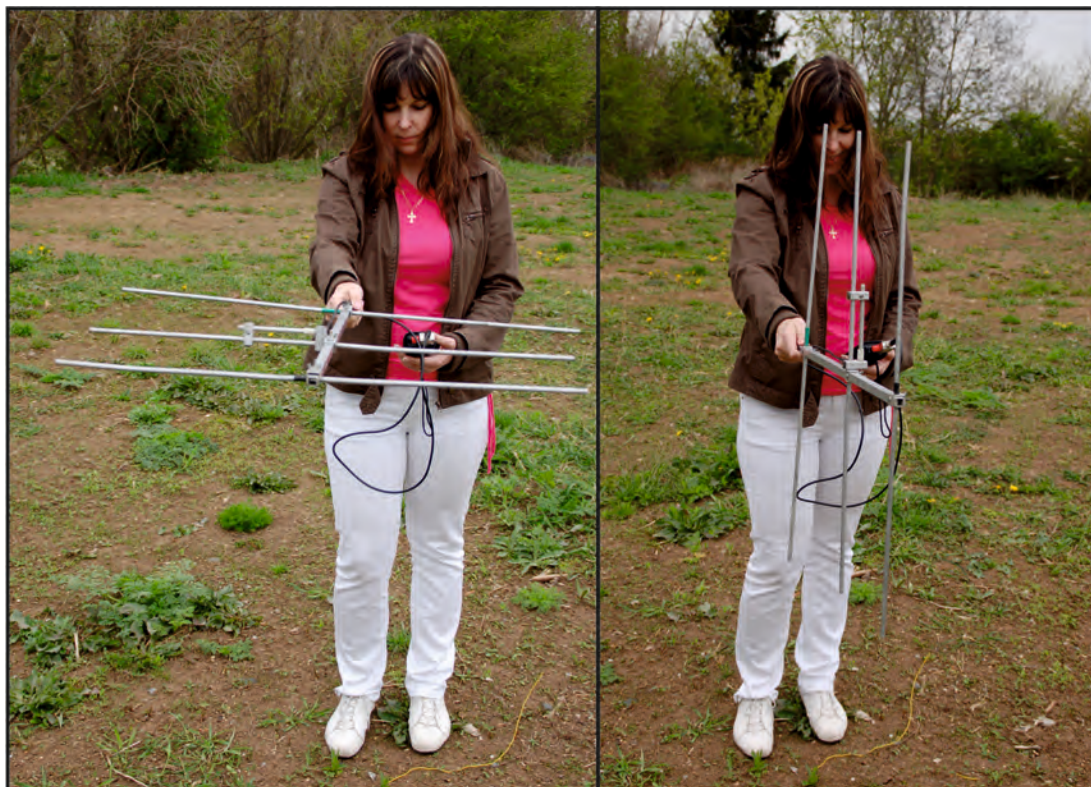


**Stabo XR100 (1994)**  
 Sensitivity: standard  
 Mirror SB: poor reduction  
 USB: down  
 USB/LSB: different minima! shift!  
 Frequency: USB 172.1532, LSB 172.1498  
 CW: N/A  
 Temp. stability: poor, in 0dgC drop by 1.2kHz  
 Note: data on display shifted





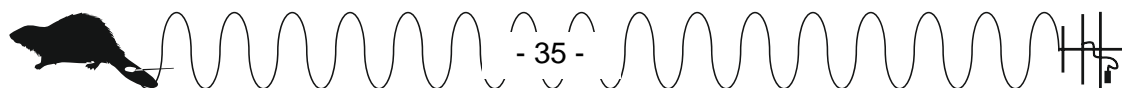
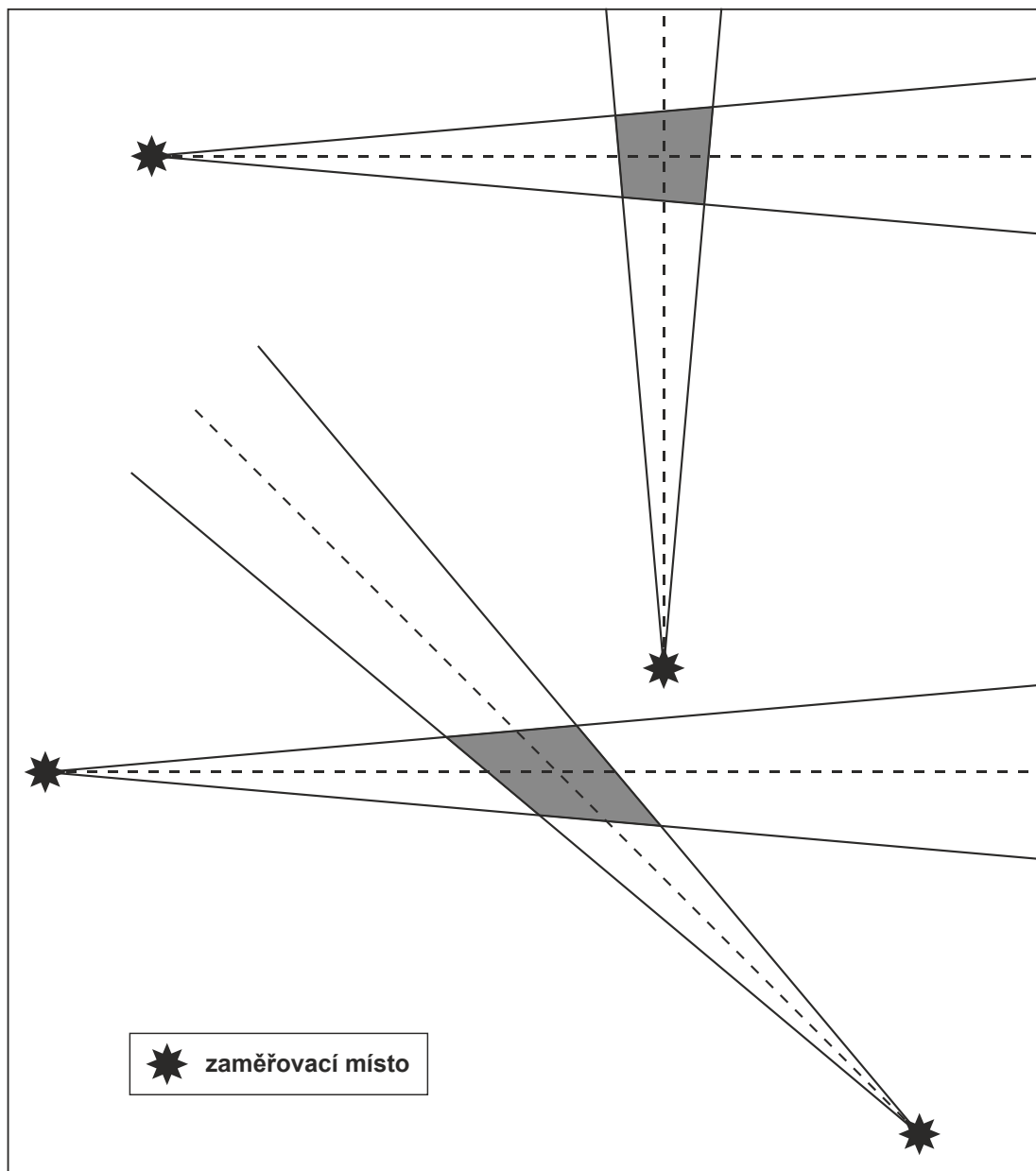
**Příloha 4** Určování směru signálu pomocí Yagi antény ve vodorovném směru (horizontální a vertikální polarizace) a otáčením prvků nad hlavou s kolmou osou antény.







**Příloha 5** Rozdílné plochy předpokládaného výskytu zaměřovaného objektu podle postavení zaměřovacích bobů v závislosti na úhlu protnutí.





**Příloha 6** Příklad reálné plochy předpokládaného výskytu zaměřovaného objektu při zaměření ze dvou míst (vzdálenost 500 m, úhel přesnosti 10°, v tomto případě je plocha 6 482 m<sup>2</sup> s úhlopříčkami 120 m a 109 m).

