

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

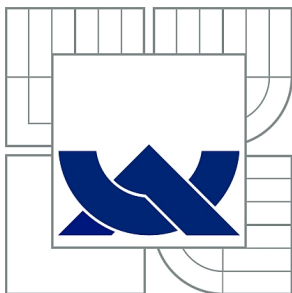
METODY VYHLEDÁVÁNÍ A DOKUMENTACE OPTICKÝCH KABELŮ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

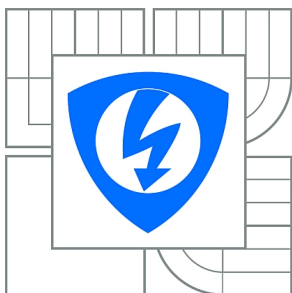
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ONDŘEJ HAVLIŠ

BRNO 2010



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

METODY VYHLEDÁVÁNÍ A DOKUMENTACE OPTICKÝCH KABELŮ

METHODS FOR SEARCHING AND DOCUMENTING OPTICAL CABLES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

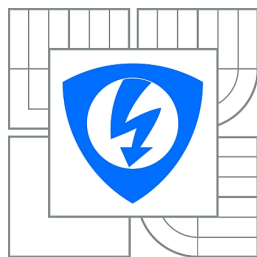
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ONDŘEJ HAVLIŠ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. MILOSLAV FILKA, CSc.

BRNO 2010



**VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií**

Ústav telekomunikací

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Teleinformatika

Student: Ondřej Havliš

ID: 106195

Ročník: 3

Akademický rok: 2009/2010

NÁZEV TÉMATU:

Metody vyhledávání a dokumentace optických kabelů

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte možnosti a způsoby vyhledávání optických kabelů. Uvažujte možnosti optických kabelů s přídatnými metalickými prvky a plně dielektrické optické kabely. Dalším úkolem práce bude vypracovat možnosti evidence a dokumentace optických kabelů s využitím moderních metod - programové a GSM řešení. S lokátorem 3M a za použití markerů proveďte návrh cvičného laboratorního polygonu pro vyhledávání optických kabelů.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] FILKA, M. Optoelektronika pro telekomunikace a informatiku. CENTA, Brno 2009.
- [2] ESRI. ArcGIS. Firemní dokumentace. GIS, 2005.
- [3] ŠTOHANZL, P. Využití programu Arc GIS pro telekomunikační sítě. Diplomová práce. VUT FEKT UTKO, Brno 2008.

Termín zadání: 29.1.2010

Termín odevzdání: 2.6.2010

Vedoucí práce: doc. Ing. Miloslav Filka, CSc.

prof. Ing. Kamil Vrba, CSc.
Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ANOTACE

Účelem této bakalářské práce je popis vyhledávání optických kabelů za pomoci metalických prvků a EMS markerů pod zemským povrchem vhodnou metodou a dále jejich možnosti evidence a dokumentace těchto optických kabelů v geografickém informačním systému ArcGIS.

V úvodní části práce pojednává o optickém kabelu, zejména o jeho nejdůležitější části, kterou je optické vlákno. V práci je dále zmíněno, za jakým účelem bylo optické vlákno vyvinuto v telekomunikačním světě techniky. Následně jsou zde popsány jednotlivé výhody optického vlákna.

Dále práce podrobně rozebírá jednotlivé metody pro vyhledávání optických kabelů za použití metalických prvků. Jedná se o metodu Galvanickou a Indukční, které využívají k vyhledávání optického kabelu přiložené metalické vedení, které při vhodném zapojení přijímače vytváří kolem sebe elektromagnetické pole.

Další způsob vyhledávání optického kabelu je realizován za pomoci EMS markerů. Jsou zde popsány jednotlivé druhy elektronických značek. Tyto elektronické pasivní značky se vyrábějí v různém barevném provedení, které se používá pro značení různého odvětví inženýrských sítí.

V práci je zmíněna možnost dokumentace optických kabelů pomocí geografického systému ArcGIS od společnosti ERSI. Zde je podrobně popsána jeho struktura a funkce jednotlivých podprogramů.

V kapitole GSM je rozebrán princip fungování tohoto systému.

V závěru práce je navržena laboratorní úloha, která popisuje vyhledávání optického kabelu a ostatních metalických vedení pomocí pasivních markerů a iD Ball markerů.

Klíčová slova: vlastnosti optického vlákna, optický kabel, principy lokalizace, Galvanická metoda, Indukční metoda, marker, ArcGIS, GSM, laboratorní polygon.

ABSTRAKT

The purpose of this bachelor thesis is a description of searching for optical cables with metallic elements and EMS markers below the earth surface by suitable method and the possibility of recording and documentation of optical cables in a geographic information system ArcGIS.

In the beginning there is a mention of an optical cable in particular of its the most important part, which is an optical fiber. Further there is the purpose what the optical fiber in the telecommunications world of techniques was developed for. Then there are the various advantages of the optical fiber described.

This project also deals with the various methods of searching the optical cables using metallic elements. It is a called Galvanic and Inductive method, which are used to search for the optical cable by using the enclosed metallic lines, which, with the proper connection to a receiver, generates electromagnetic fields around.

Another way to search the fiber optic cable is realized by the EMS markers. There are various types of passive electronic tags described. These electronic passive tags are manufactured in different color, which is used for marking the various branches of networks.

There is the possibility of documentation of the optical cables by using ArcGIS geographic system from ERSI mentioned in the project. There is its structure and function of individual subprograms in detail described.

In the chapter GSM there is an analysis of operating principle of the system.

At the end of this thesis the laboratory task is suggested. It describes the searching for fiber optic cable and the other metallic circuits by passive markers and iD Ball markers.

Keywords: properties of optical fiber, optical cable, the principles of localization, Galvanic method, Inductive method, marker, ArcGIS, GSM, laboratory polygon.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE PRÁCE

HAVLIŠ, O. *Metody vyhledávání a dokumentace optických kabelů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 72s.
Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Miloslav Filka, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma **Metody vyhledávání a dokumentace optických kabelů** jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením tohoto projektu jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

.....

podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Miloslavu Filkovi, CSc. za velmi užitečnou metodickou pomoc a cenné rady při zpracování bakalářské práce.

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK	11
ÚVOD	12
1 OPTICKÝ KABEL	13
1.1 Výhody optického vlákna	13
1.2 TYPY A PROVEDENÍ OPTICKÝCH KABELŮ	14
1.2.1 Kabel s pevnou sekundární ochranou	15
1.2.2 Kabel s volnou sekundární ochranou	15
2 METODY TRASOVÁNÍ KABELU	16
2.1 Lokalizační systém	17
2.2 Pasivní a aktivní mód	17
2.3 Režim maxima	17
2.4 Režim minima	19
3 ZPŮSOBY VYHLEDÁVÁNÍ OPTICKÝCH KABELŮ	20
3.1 Může být optické vlákno nalezeno	20
3.2 Vyhledávání optických kabelů metalickými prvky	20
3.2.1 Galvanické napojení vysílače	21
3.2.2 Indukcí vysílačem	23
3.2.3 Indukcí vazebním členem	25
3.2.4 Teorie versus praxe	25
3.3 Vyhledávání plně dielektrického optického kabelu	26
3.3.1 Princip lokalizace	26
3.3.2 Druhy EMS markerů	27
3.3.3 Provedení iD markeru	32

4	MOŽNOSTI EVIDENCE A DOKUMENTACE.....	33
4.1	Program ArcGIS	33
4.1.1	ArcGIS Desktop.....	34
4.1.2	Základní aplikace v ArcGIS Desktop	36
4.1.3	ArcSDE	37
4.1.4	ArcIMS	37
5	GSM	38
5.1	Architektura GSM.....	38
5.2	Buňkový systém GSM	40
5.3	FDMA a TDMA.....	42
6	POPIS LOKÁTORU DYNATEL™ 1420 EMS-ID MARKER ...	44
7	NÁVRH LABORATORNÍ ÚLOHY	47
7.1	Cíl měření.....	47
7.2	Zadání	47
7.3	Teoretický úvod	48
7.3.1	Popis čelního panelu lokátoru Dynatel™ 1420 EMS-iD	49
7.3.2	Princip lokalizace.....	50
7.3.3	Signálová odezva z markeru.....	50
7.3.4	Funkce markeru	51
7.3.5	Typy markerů.....	51
7.4	Postup měření	53
7.4.1	Lokalizace jednoho markeru	54
7.4.2	Lokalizace dvou markerů	54
7.4.3	Měření hloubky pasivního markeru	55
7.4.4	Čtení dat z iD markeru	55
7.4.5	Zápis do iD markeru.....	56
7.5	Vypracování.....	57
7.6	Použitý přístroj	60
7.7	Závěr	60

8	REALIZACE A VYPRACOVÁNÍ LABORATORNÍ ÚLOHY ..	61
8.1	Zakopání a programování markerů	61
8.2	Tabulky naměřených hodnot markerů	64
8.3	Zakreslení markerů do mapy	66
9	ZÁVĚR	67
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	68
	SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	70
	SEZNAM PŘÍLOH	71

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1: Kruhové elektromagnetické pole kolem vedení.....	16
Obr. 2.2: Správná pozice lokátoru při mapování elektromagnetického pole	16
Obr. 2.3: Princip režimu maxima.....	18
Obr. 2.4: Určení směru vedení.....	18
Obr. 2.5: Princip režimu minima	19
Obr. 3.1: Princip uložení optického kabelu s metalickým prvkem	21
Obr. 3.2: Princip galvanického zapojení vysílače.....	22
Obr. 3.3: Princip vyhledávání pomocí indukce vysílače.....	24
Obr. 3.4: Princip síťové metody.....	24
Obr. 3.5: Princip lokalizace pomocí EMS markerů	26
Obr. 3.6: Ball marker.....	28
Obr. 3.7: Automaticky vyrovňovací systém Ball markeru	28
Obr. 3.8: iD Ball marker.....	28
Obr. 3.9: Mini marker.....	30
Obr. 3.10: Full range marker	30
Obr. 3.11: Near surface marker.....	31
Obr. 3.12: Disc marker	31
Obr. 3.13: Struktura a provedení iD Ball markeru.....	32
Obr. 4.1: Struktura systému ArcGIS	34
Obr. 5.1: Architektura GSM [10].....	38
Obr. 5.2: Buňkový systém GSM [7]	41
Obr. 5.3: Rozdělení kanálů z hlediska frekvence [7]	42
Obr. 5.4: TDMA rámeček [10].....	43

Obr. 6.1: Lokátor Dynatel TM 1420 EMS-iD Marker	45
Obr. 6.2: Čelní panel lokátoru Dynatel TM 1420 EMS-iD Marker	46
Obr. 6.3: Zadní panel a instalace baterií lokátoru Dynatel TM 1420 EMS-iD Marker	46
Obr. 7.1: Popis čelního panelu lokátoru Dynatel TM 1420 EMS-iD Marker	49
Obr. 7.2: Princip lokalizace	50
Obr. 7.3: Signálová odezva z markeru	50
Obr. 7.4: Ball marker	51
Obr. 7.5: Mini marker	52
Obr. 7.6: Near surface marker	52
Obr. 7.7: Full range marker	53
Obr. 7.8: Jednotlivé typy markerů od společnosti 3M	53
Obr. 7.9: Lokalizace jednoho markeru	54
Obr. 7.10: Lokalizace dvou markerů	54
Obr. 7.11: Měření hloubky pasivního markeru	55
Obr. 7.12: Přechtená data ze zkušebního iD Ball markeru PWR	55
Obr. 7.13: Jak nezablokovat data v iD Ball markeru PWR	56
Obr. 7.15: Mapa pravděpodobného uložení kabelů	57
Obr. 7.14: Postup při programování iD Ball markeru PWR	57
Obr. 7.16: Mapa pro zakreslení markerů a vedení	60
Obr. 8.1: Rozmístění Ball markerů v zóně X	61
Obr. 8.2: Zakopání Ball markerů	62
Obr. 8.3: Křížení telekomunikačních a silnoproudých Ball markerů	62
Obr. 8.4: Programování iD Ball markeru PWR	63
Obr. 8.5: Zakreslení markerů do zóny X	66

SEZNAM TABULEK

Tab. 3.1: Provedení a typy Ball markeru [13]	29
Tab. 7.1: Ukázka různých typů Ball markerů.....	52
Tab. 7.2: Tabulka pro zápis naměřených hodnot.....	58
Tab. 7.3: Tabulka pro vypracování iD Ball markerů PWR.....	59
Tab. 7.4: Tabulka pro zápis dat do iD Ball markeru PWR.....	59
Tab. 8.1: Tabulka naměřených hodnot lokalizovaných Ball markerů	64
Tab. 8.2: Tabulka naměřených hodnot lokalizovaných iD Ball markerů PWR	65
Tab. 8.3: Změněná data v iD Ball markeru PWR 000-039-5362	65

ÚVOD

Ve světě telekomunikační techniky se stále zvyšují požadavky na přenosové medium, jedná se zejména o větší šířku přenosového pásma a dále o bezpečnost, která se týká především odposlechů a jeho následné použití v budoucnosti. To všechno dávalo podnět pro vývoj vzniku nového media, které bude zajišťovat přenos informací prostřednictvím takzvaného optického vlákna. Optické vlákno má mnoho výhod oproti původnímu přenosovému mediu, což jsou metalické neboli kovové kabely. Mezi nejdůležitější výhody optického vlákna můžeme zařadit: přenos signálu na velké vzdálenosti, větší šířku pásma, menší průměr, nižší hmotnost a bezpečnost přenosu.

Po zmíněných výhodách optického vlákna se práce zaměřuje na jeho vyhledávání pod zemským povrchem. Lokalizace optických kabelů je poměrně složitá, protože optická vlákna pro přenos informace používají světelný paprsek, z čehož vyplývá, že při přenosu nevzniká v okolí kabelu žádné elektromagnetické pole. Při vyhledávání jakéhokoli kabelu jsme závislí na vytvoření kruhového elektromagnetického pole kolem trasovaného vedení pomocí signálu z vysílače a to tak, že vysílačem pustíme do vedení proud s vlastní frekvencí. Lokalizovat optický kabel můžeme pomocí metalických prvků umístěných vedle optického kabelu, které dokážou kolem sebe vytvořit kruhové elektromagnetické pole. Jestliže se jedná o plně dielektrický optický kabel, to jest takový, u něhož se nevyskytují metalické prvky, proto se u plně dielektrického optického kabelu musí použít EMS markery, aby mohl být vyhledán. EMS markery se vyrábějí v různém barevném provedení, v různých tvarech a dle způsobu jejich použití.

Bakalářská práce se zabývá také možnostmi evidence a dokumentace optických kabelů a jejich tras pomocí geografického programu ArcGIS od společnosti ERSI. Dále jsou zde popsány jednotlivé části programu a jejich funkce pro tvorbu dokumentace a evidence optického kabelu. Práce se zmiňuje o GSM síti, zejména o její architektuře a buňkovém systému sítě.

V závěru práce je zařazen návrh laboratorní úlohy, který popisuje způsoby vyhledávání optického kabelu pomocí pasivních markerů a iD markerů. Jsou zde uvedeny možnosti vyhledávání markerů, měření hloubky zakopaného markeru, čtení a zápis dat z iD markerů.

1 OPTICKÝ KABEL

Co je to optický kabel? Optický kabel tvoří prostředí pro přenos informace prostřednictvím světelného paprsku. Stále se zvyšující požadavky v telekomunikačních společnostech na kapacitu přenosového média, vedla k nárůstu počtu měděných vedení v jednom kabelu tak, že tyto požadavky již nebylo možno těmito prostředky splnit. [3] To bylo důvodem k vývoji nového media pro přenos informace – optického vlákna. Optické vlákno má oproti standardním metalickým vodičům několik podstatných výhod.

1.1 Výhody optického vlákna

- **Přenos signálu na velké vzdálenosti**

Nízký útlum a vysoká integrita přeneseného signálu umožňují optickým systémům přenosy na daleko větší vzdálenosti než u metalických vedení. Zatímco u běžných měděných kabelů je třeba signálových zesilovačů po několika kilometrech, u optických tras nejsou výjimkou úseky po 100 km bez aktivních prvků, přičemž se tato vzdálenost s novými technologiemi neustále zvyšuje.

- **Větší šířka pásma, menší průměr a nižší hmotnost**

Optické vlákno má oproti standardním metalickým kabelům nesrovnatelně vyšší šířku pásma, což dovoluje po jednom vláknu přenos podstatně vyššího množství informací než po celém kabelovém svazku měděných párů. Menší průměr a nižší hmotnost se projeví mimo jiné i na podstatně nižších nárocích na kabelovou trasu a instalační technologie.

- **Větší délka**

Nížší průměr a hmotnost kabelů dovoluje výrobě navinout kabel v podstatně vyšších délkách na bubnu. Výrobci navíjejí kabel na bubny až do délky 12 km v jednom kuse, což umožňuje jednodušší montáž bez instalace spojek.

- **Dielektricitá**

Optické kabely v nemetalickém provedení pláště umožňují využívat přenos informace v prostředích s vysokým stupněm elektrického nebo vysokofrekvenčního zamoření. Optické kabely lze instalovat např. v těsném sousedství silových kabelů pro rozvod elektrické energie, aniž by byly jakkoli omezeny přenosové nebo bezpečnostní parametry.

- **Bezpečnost**

Vzhledem k tomu, že pro přenos informace se nevyužívá elektrických principů, je velmi obtížné, ne-li nemožné optické kabely odposlouchávat. Jakékoli přerušení kabelu je přitom snadno detekovatelné.

- **Budoucnost**

Vzhledem ke svým vlastnostem je optické vlákno nazýváno také „médium budoucnosti“. [5] Proto se instalací optických kabelů připravíme na nástup technologií využívajících podstatně vyšších přenosových kapacit než po současných metalických sítích.

1.2 TYPY A PROVEDENÍ OPTICKÝCH KABELŮ

Optické kabely se liší konstrukcí a počtem vláken. Záleží na konkrétním nasazení, kdy je potřeba zvážit, jaký typ konstrukce je nejvýhodnější. Kabely se vyrábějí s pláštěm pro uložení do země, na zafukování do chrániček, s centrálním tahovým prvkem, s ocelovým lankem na převěsy. Když pomineme odolnost pláště a jeho případnou nehořlavost, tak z hlediska uložení vláken je nejzákladnější dělení na kabel s pevnou sekundární ochranou a kabel s volnou sekundární ochranou, která může být bez gelu nebo s gelem. U každého můžeme najít výhody a nevýhody.

1.2.1 Kabel s pevnou sekundární ochranou

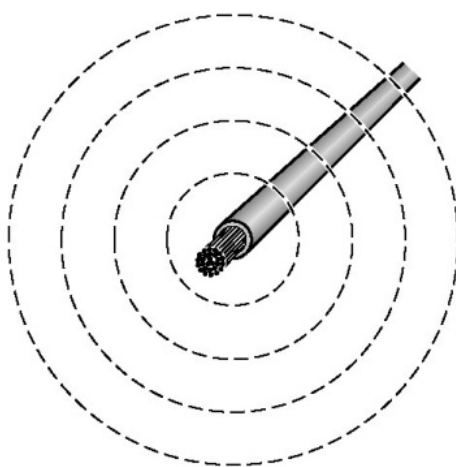
Obsahuje optická vlákna s vrstvou ochranného plastu a spolu s ochranným kevlarem jsou přímo „obalena“ izolací, která může být jednoduchá nebo dvojitá (případně speciální konstrukce s více vrstvami izolace). Manipulace s vlákny i s celým kabelem je velmi jednoduchá a pohodlná. Nevýhodou je omezený počet vláken v kabelu a poněkud vyšší cena.

1.2.2 Kabel s volnou sekundární ochranou

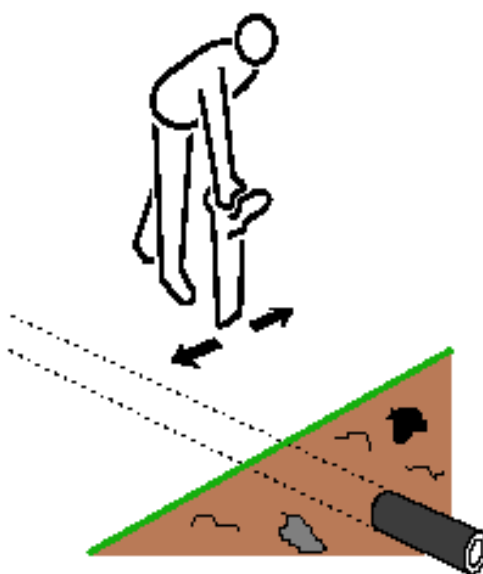
Kabel s volnou sekundární ochranou obsahuje trubičku, nebo několik trubiček s vlákny, které mají pouze ochranný lak a jsou v trubičce uloženy volně buď s gelem, nebo bez gelu. Výhodou těchto kabelů je vyšší množství vláken v malém průměru kabelu, což usnadňuje instalaci v místech s velkou hustotou vláken. Na druhou stranu je s kabelem o trochu horší manipulace, a to nejen při vlastní montáži, ale i při svařování vláken.

2 METODY TRASOVÁNÍ KABELU

Základní podmínkou trasování vedení je, že vedení musí být metalické. Hlavní princip trasování spočívá ve vytvoření kruhového elektromagnetického pole kolem trasovaného vedení (Obr. 2.1) pomocí signálu z vysílače a to tak, že vysílačem pustíme do vedení proud s vlastní frekvencí. Toto elektromagnetické pole je následně snímáno a vyhodnocováno nad terénem přijímače, který určuje správnou polohu a případně i hloubku trasovaného vedení. [16]



Obr. 2.1: Kruhové elektromagnetické pole kolem vedení



Obr. 2.2: Správná pozice lokátoru při mapování elektromagnetického pole

2.1 Lokalizační systém

V dnešní době se pro lokalizaci kabelu, používají lokalizační systémy, skládající se z vysílače a přijímače. Každý z nich plní svoji funkci. Vysílač obsahuje ohmmetr, který také snímá a měří přítomnost cizího napětí a testuje spojitost okruhu. Přijímač nejčastěji bývá ručním zařízením pomocí, kterého signalizujeme velikost přijímaného signálu a blízkost kabelu.

V současné době se začínají prosazovat takové lokátory, u nichž je možné propojení s GPS/GIS systémy, umožňující řešení zjednodušujících postupů při mapování, kdy se přenesou informace o značkách do GPS/GIS zařízení.

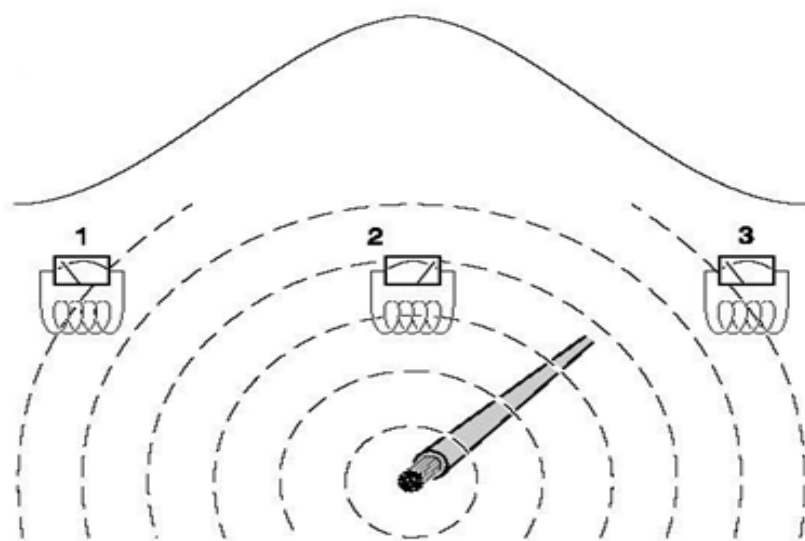
2.2 Pasivní a aktivní mód

Detekce a lokalizace kabelů vedených pod povrchem země se provádí pomocí indikace elektromagnetického vlnění emitovaného těmito kabely a přijímaného citlivým detektorem podzemního lokátoru na povrchu země. Tyto kabely jsou buď sami zdroji radiového vyzařování, v tom případě mluvíme o pasivním módu činnosti, z hlediska měřicí metody: vyzařovaný signál postačí pasivně přijímat podzemním lokátorem na povrchu, nebo zachytitelné elektromagnetické vlnění neemitují. V tomto případě je nutné do podzemního vedení vhodným způsobem takový radiový signál zavést, a to pomocí generátoru signálu (vysílačem lokalizačního systému). Potom mluvíme o aktivním módu činnosti z hlediska měřicí metody: měřicí signál je nutno do hledané podzemní sítě aktivně zavést. [12]

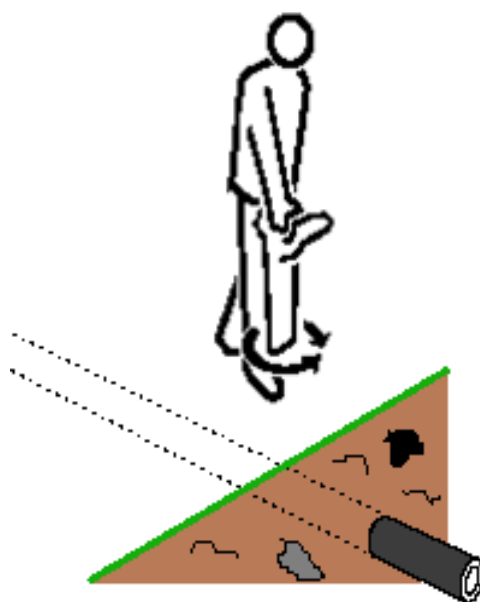
2.3 Režim maxima

Při režimu maxima jsou v činnosti horizontální cívky přijímače, které jsou dvě v těle lokátoru. Cívka je vždy nejvíce vybudena v momentě, kdy jí prochází elektromagnetické pole podélně, jak je vidět na obrázku 2.3. Díky tomu má lokátor největší odezvu přímo nad vedením. V tomto režimu je rovněž možné pomocí otáčení lokátoru o 90° oběma směry určovat směr vedení (Obr. 2.4). Tím, že otočíme horizontální cívky

v lokátoru o 90° tak, že cívkami bude elektromagnetické pole procházet kolmo, klesne výchylka citlivosti lokátoru na minimum z důvodu nulového vybuzení těchto cívek. [4]



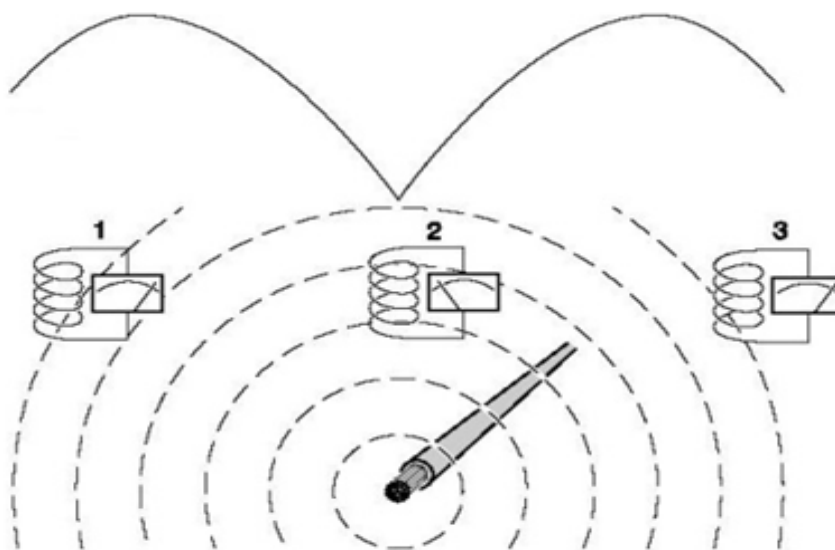
Obr. 2.3: Princip režimu maxima



Obr. 2.4: Určení směru vedení

2.4 Režim minima

Při režimu minima je pouze v činnosti vertikální cívka přijímače, která je v lokátoru pouze jedna. Díky efektu popsanému výše není cívka přímo nad vedením vůbec vybuzena, a proto v tomto místě nemá lokátor žádnou odezvu. [16] Se zvětšující se vzdáleností od vedení se pak odezva lokátoru zvětšuje, jak je vidět na obrázku 2.5. Při tomto režimu není možné určení směru vedení.



Obr. 2.5: Princip režimu minima

3 ZPŮSOBY VYHLEDÁVÁNÍ OPTICKÝCH KABELŮ

Optické vlákno je dielektrický vlnovod, ve kterém se šíří elektromagnetické vlny neboli světlo či infračervené záření, ve směru osy s využitím principu absolutního odrazu na rozhraní dvou prostředí s rozdílným indexem lomu. Vnitřní část vlákna se nazývá jádro, kolem jádra je plášť a primární ochrana.

Aby optický kabel byl dobře, a správně lokalizován musí být jeho instalace dostatečně provedena. To znamená, že optický kabel se vkládá do plastové chráničky spolu se zemnicím metalickým drátem nebo metalickým párem z důvodu, aby optický kabel byl snáz lokalizován.

Další možnost pokládky optického kabelu je taková, že k optickému kabelu se pokládají elektronické značky takzvané EMS markery. Tato možnost se provádí, když se jedná o plně dielektrický optický kabel, tím mám na mysli optický kabel neobsahující žádný metalický prvek.

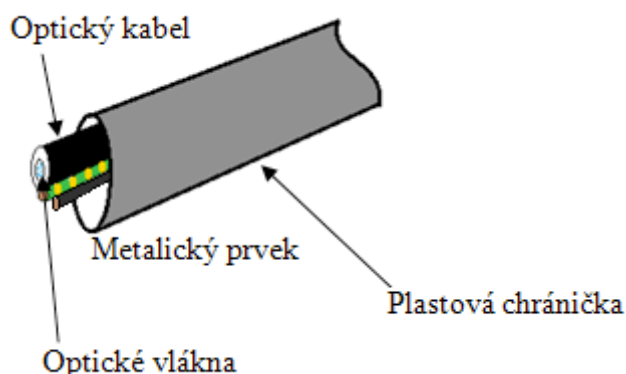
3.1 Může být optické vlákno nalezeno

Optické kabely se skládají z křehkých optických vláken uzavřených v zesíleném vnějším obalu. Vnitřní pouzdro kabelu může nebo nemusí být metalické. Jestliže není metalické, výrobce může použít metalický silný drát uvnitř pouzdra.

Některé optické kabely nemají vnitřní kovovou (metalickou) strukturu, v tomhle případě dodavatel, který instaluje kabel, může táhnout izolovaný drát skrz podzemní vedení s optickým kabelem. Pokud je metalický vodič vně nebo vedle optického kabelu můžeme najít optickou trasu kabelu. Pokud není, musíme spoléhat na umístění optického kabelu podle plánu fyzického umístění. [1]

3.2 Vyhledávání optických kabelů metalickými prvky

Optický kabel se chová jako dielektrikum, a to zapříčiňuje problém jeho lokalizace. Tato překážka lze snadno vyřešit takovým způsobem, že k optickému kabelu se pokládají metalické prvky, jedná se buď o metalický drát, nebo jeho pár. Pomocí těch to metalických prvků je optický kabel snáz nalezen. Na obrázku 3.1 vidíte princip uložení optického kabelu s metalickým prvkem.



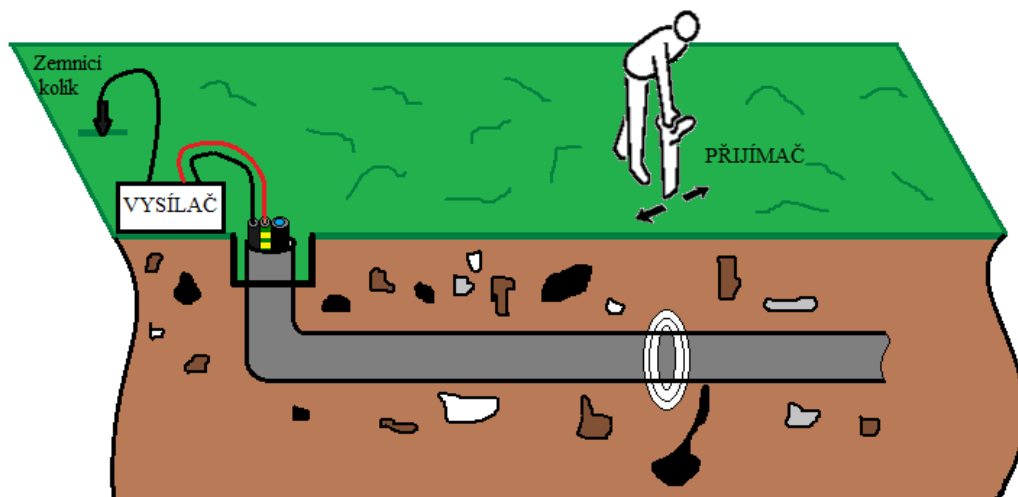
Obr. 3.1: Princip uložení optického kabelu s metalickým prvkem

3.2.1 Galvanické napojení vysílače

Jedná se o nejdokonalejší způsob napojení vysílače na inženýrskou síť. Pro tento způsob napojení se používají dva propojovací kabely červený, černý a navíc je třeba zemního kolíku. [16]

Pomocí galvanického způsobu napojení je možno trasovat veškerá potrubí a kabely, ve kterých není napětí. Pouze s konektorem na živý vodič s oddělovacím filtrem je možné galvanické napojení na živé kabely až do 440 V.

Uzemnění kolíku je nejlepší provádět kolmo na předpokládaný průběh vedení a co nejdále od něj. Dochází tak k minimalizaci rizika a vzniku indukce na jiné inženýrské síti. Aby byl průběh trasování co nejefektivnější, měl by protékat proud o minimální hodnotě 20 mA přes smyčku červeného a černého kabelu. Jestliže nastane situace, kdy není možno rozhodnout, který směr je kolmý na průběh vedení, je žádoucí umístit zemní kolík šikmo ve směru požadovaného trasování a pokud možno, co nejdále od předpokládané trasy vedení. Na obrázku 3.2 vidíte princip této metody.



Obr. 3.2: Princip galvanického zapojení vysílače

V případě, že se nedaří vytvořit smyčku, kterou protéká proud alespoň 20 mA, je možné provést následující opatření: [16]

- **Polití zemnicího kolíku**

Zvlhčením povrchu země kolem kolíku dojde k poklesu zemního odporu. Výsledkem je zvýšení velikosti protékajícího proudu z vysílače, který je rozhodující pro kvalitu signálu. Celý tento efekt je důsledkem Ohmova zákona.

Ohmův zákon říká, že: „Elektrický proud v elektricky vodivém předmětu je přímo úměrný elektrickému napětí přiloženému na tento předmět.“

$$I = \frac{U}{R},$$

$$U = I \times R. \quad (A, V, \Omega) \quad (1)$$

Kde I je elektrický proud, U je elektrické napětí a R je elektrický odpor.

- **Přemístění zemnicího kolíku**

Vzhledem k tomu, že se signál šíří z místa napojení oběma směry, může dojít k situaci, že např. kvůli špatným spojům na vedení dochází k lepšímu šíření signálu na opačnou stranu, než si obsluha přeje. V takovém případě je lepší umístit zemnicí kolík ve směru, ve kterém má být trasování provedeno, aby byl proud donucen téct tímto žádaným směrem. Obsluha by měla ovšem mít na paměti, že důsledkem tohoto typu uzemnění je zvýšení rizika naindukování signálu do jiné inženýrské sítě. Pokud to situace dovolí, je velice účinné provést uzemnění na konec úseku vedení, které se má vytrasovat.

- **Zvýšení napětí na vysílači**

Zvýšením napětí na vysílači docílíme, tak jako v předchozím bodě, zvýšení velikosti protékajícího proudu do trasovaného vedení, který je rozhodující pro kvalitu signálu. I toto zlepšení signálu je důsledkem Ohmova zákona.

- **Zvýšení frekvence na vysílači**

Čím je frekvence vyšší, tím lépe se signál šíří do napojeného vedení. Nevýhodou je fakt, že se signál šíří lépe i do všech dalších ostatních sítí v blízkosti vedení, na které je připojený vysílač a tím pádem s rostoucí frekvencí roste riziko vzniku indukce signálu do jiného vedení, které nemá být trasováno.

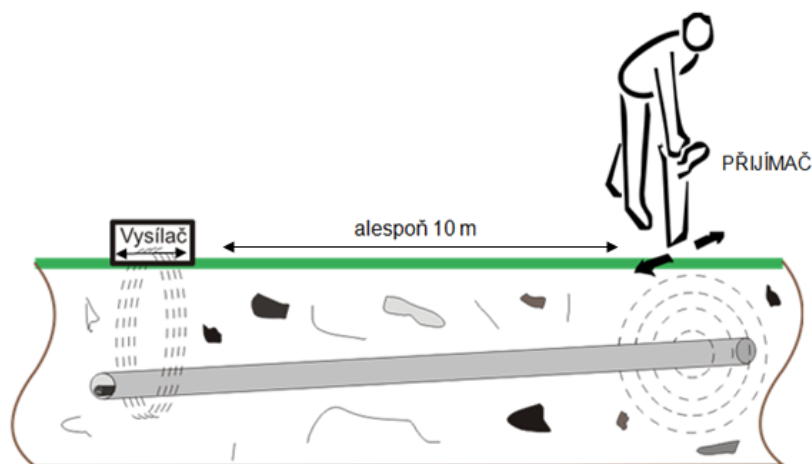
3.2.2 Indukcí vysílačem

Indukcí přímo z vysílače zajistíme tak, že vysílač položíme přímo nad hledané vedení. Vysílač bude vysílat signál, který se indukuje do sledovaného vedení. Indukovaný signál se šíří na vzdálený konec, kde se uzemní přes zem a vrací se zpět na blízký konec, kde dojde k dalšímu uzemnění, než dojde k vysílači (Obr. 3.3). Výsledkem je, že se signál indukuje do všech okolních kabelů, proto je obtížné lokalizovat správný kabel.

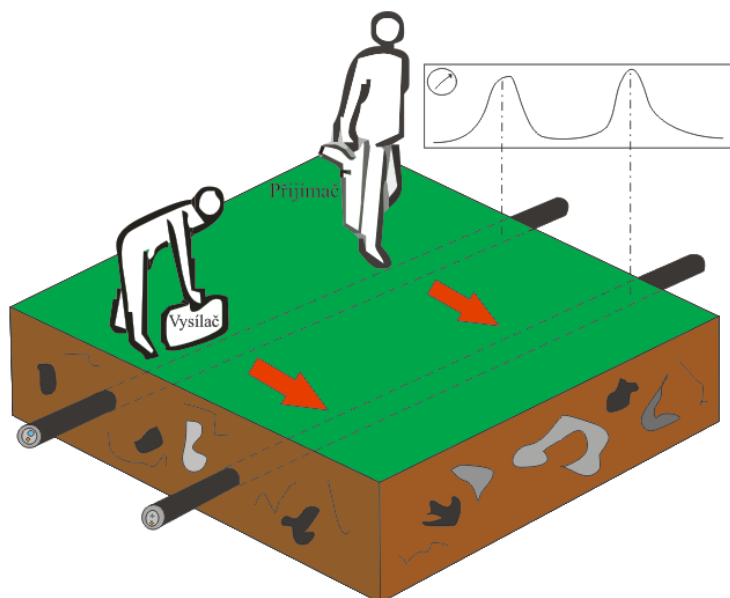
Cívka ve vysílači vysílá signál nejenom pod vysílač do země, ale i nad vysílač do vzduchu. Proto si budeme vědomi rušivých signálů z kabelů pod zemí, stejně tak i z kabelů nadzemního vedení. Místo odkud začneme vyhledávat průběh kabelu, musí být vzdáleno od vysílací cívky alespoň 10 m, neboť jinak přijímací anténa reaguje přímo na pole vysílací cívky a výsledek trasování je zkreslen. [4]

Kontrolu provedeme pootočením vysílače s anténou okolo svislé osy. Jestliže pak přijímací cívka indukuje minimum stále na stejném místě, jedná se o signál, který pochází skutečně od zjišťovaného vedení.

Induktivní metoda vysílačem je vhodná pro využití tak zvané prohledávací síťové metody při lokalizaci. Kdy jeden pracovník nese vysílač, druhý přijímač a společně se pohybují v hledaném prostoru vertikálně a posléze v 45 stupňovém úhlu vertikálně a hledají ve vymezeném prostoru průsečíky kabelů. [6] Jak je vidět na obrázku 3.4. Síla indukovaného signálu závisí na těch to faktorech: Na zvolené frekvenci vysílače, správné poloze vysílače a na hloubce zakopaného kabelu.



Obr. 3.3: Princip vyhledávání pomocí indukce vysílače



Obr. 3.4: Princip síťové metody

3.2.3 Indukcí vazebním členem

Připojení induktoru se používá tehdy, pokud nelze použít připojení přímým galvanickým propojením, tzn. na neodpojených silových kabelech, nebo telefonních vodičích, které není možné odpojit z provozu.

3.2.4 Teorie versus praxe

Lokalizační systémy sledují signál protékající po vedení. Množství protékaného signálu na vedení je vizuálně zobrazeno na displeji sloupcovým grafem, číselným údajem a současně výškově proměnlivým zvukovým signálem. Na přijímači si navolíme správnou frekvenci vysílaného signálu, vzdálíme se na několik metrů od vysílače a provedeme určení směru vedení inženýrské sítě daného průsečíky. Po nalezení cílové sítě postupujeme vpřed od vysílače nejlépe tak, že kýváme přijímačem doprava a doleva při současném hledání maximální nebo minimální výchylky zobrazen na stupnici přijímače a to závisí na zvoleném typu antény.

V režimu maximální výchylky bude výška tónu, výška sloupce grafické výchylky a číselná hodnota nejvyšší přímo nad kabelem, mimo kabel budou klesat. Naopak v režimu minimální výchylky bude tón, číselná a grafická odezva nejvyšší mimo kabel a nad kabelem bude odezva nulová. Metoda maximální výchylky je přesnější než metoda minimální výchylky. Proto se metoda maximální výchylky používá v místech, kde dochází k velkému rušení.

Tlačítka ovládání zisku nastaví dostatečnou citlivost nad hledanou inženýrskou sítí na referenční hodnotu a inženýrská síť se trasuje ve směru od vysílače. Vzdalováním se od vysílače, případně změnou hloubky uložení sítě bude úroveň signálu klesat.

Určení hloubky inženýrské sítě se provádí dvěma způsoby. První způsob je stisknutí tlačítka měření hloubky nacházející se na čelním panelu přijímače a druhý způsob je triangulační 45 stupňová metoda. Měřením hloubky z obou stran sítě triangulací lze ověřit, zda elektromagnetické pole není deformované. Výrazněji deformované pole způsobí nesprávné změření hloubky sítě. V praxi často leží podzemní inženýrské sítě, nebo jejich části vedle sebe nebo nad sebou. V takovém případě dochází k vazebnímu přeskočení sledovaného signálu na jinou inženýrskou síť, a pokud k tomu dojde lze postupovat následovně. Síť se co nejpřesněji vyznačí, postaví se s tělem přijímače přímo nad první síť a tlačítkem se změří velikost protékaného proudu. To samé se provede s druhou, třetí a další sítí. Nejvyšší hodnota nám indikuje sledovanou inženýrskou síť. [16]

3.3 Vyhledávání plně dielektrického optického kabelu

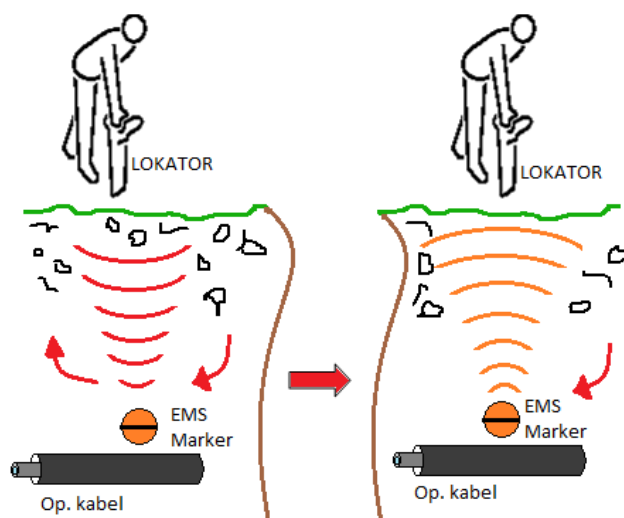
Plně dielektrickým optickým kabelem se rozumí kabel, který neobsahuje žádnou část z metalického prvku. Lokalizace plně dielektrického optického kabelu se provádí tak, že při pokládání optického kabelu se k němu přikládají elektronické značky nazývané EMS markery. Pomocí těchto markerů je optický kabel snáz lokalizován.

Markery jsou založeny na velice jednoduchém principu na takzvaném pasivním LC obvodu. Značky jsou pasivní antény bez jakýchkoliv vnitřních zdrojů napájení, které by se vybíjely. Jejich velmi pevné polyetylenové skořepiny nepropouštějí minerály, chemikálie a odolávají teplotním extrémům, které se běžně vyskytují pod zemí. Markery se vyrábějí v různých barvách podle standardu APWA (American Public Works Association). [8] Důvodem je umožnit snazší identifikaci pro různá zařízení, čímž se snižuje riziko náhodného lokalizování a vykopání jiného v zemi ukrytého zařízení či vybavení.

3.3.1 Princip lokalizace

Lokátor vysílá vysokofrekvenční signál do zakopaného markeru. Marker „značka“ odráží signál zpět k lokátoru a umístění je signalizováno jak hodnotou na vizuálním měřiči, tak zvukovým tónem.

Pro telekomunikační markery se používá frekvence 101,4 kHz. Princip lokalizace je vidět na obrázku 3.5.



Obr. 3.5: Princip lokalizace pomocí EMS markerů

Lokátor může načíst informace až ze 100 identifikačních značek, uložit je s údajem o datu a času a přenést do počítače přes standardní sériový port RS232 za účelem zlepšení správy prostředků. [8]

Když je vyslán signál s příkazem „číst“ značky iD, odpovědí dostaneme uložené údaje z iD markeru. Načtené údaje lze snadno přenášet do počítače pro budoucí referenční účely nebo odesílat přímo do vybraných mapovacích přístrojů GPS/GIS za účelem mapování v reálném čase. [9]

3.3.2 Druhy EMS markerů

EMS markery jsou vyráběny na základě potřeb provozovatelů a dále se rozlišují podle hloubky použití. Jednotlivé druhy markerů od společnosti 3M jsou popsány níže:

- **Ball marker**

Princip markeru je založen na miniaturním LC obvodu. Pokud se tento obvod dostane do elektromagnetického pole s jeho rezonančním kmitočtem a v obvodu se nakumuluje dostatek energie k vybuzení čipu, dojde k vyslání informace. Tato informace může být vyslána na stejné nebo jiné frekvenci.

Jedná se o čtyřpalcovou značku o průměru zhruba 11 cm, která je určena k použití v úzkých příkopech do hloubky 120 – 150 cm. Má jedinečnou patentovanou automaticky vyrovnávací konstrukci, která udržuje přesnou vodorovnou polohu bez ohledu na způsob umístění pod zemí. Automaticky vyrovnávací systém Ball markeru můžete vidět na obrázku 3.7.

V Ball markeru se vyskytuje směs propylenglykolu a vody, schválenou k použití ve farmaceutickém a potravinářském průmyslu a v kosmetice. Směs se snadno biologicky rozkládá a nemá škodlivý vliv na lidský organismus, zvířata a ani na životní prostředí. [13] Provedení a typy Ball markeru vidíte na obrázku 3.6 a v tabulce 3.1.



Obr. 3.6: Ball marker



Obr. 3.7: Automaticky vyrovnávací systém Ball markeru



Obr. 3.8: iD Ball marker

Tab. 3.1: Provedení a typy Ball markeru [13]

URČENÍ	BARVA	PŘÍKLAD URČENÍ
TELEKOMUNIKACE		Značení tras kabelů, zakopané spojky, zakopané domovní přípojky, optická vlákna, všechny typy spojek, ohyby, změny hloubky, poklopy, silniční křižovatky
ENERGETIKA		Trasy kabelů, domovní přípojky, paty instalačních trubek, silniční křižovatky, všechny typy spojek, zakopané transformátory, servisní smyčky, silniční osvětlení, ohyby, rozvodné smyčky
KABELOVÁ TELEVIZE		Trasy kabelů, optická vlákna, zakopané domovní přípojky, ohyby, zakopané spojky
UNIVERZÁLNÍ		Užitková voda, soukromé areály, ventilové skříně, silniční křižovatky, značení tras, zakopané ventily, rozdvojky, měřicí skříně, patky servisních sloupů, patky rozvodných sloupů
VODA		Trasy potrubí, patky servisních sloupů, potrubí z PVC, všechny typy ventilů, silniční křižovatky, rozdvojky, čistící výstupy, konce obalů.
ODPADNÍ VODA		Ventily, všechny typy armatur, čistící výstupy, patky servisních sloupů, vedlejší vedení, značení tras nekovových objektů.
PLYN		Trasy potrubí, všechny typy sloupů, rozdvojky, všechny typy ventilů, měřicí skříně, ukončovací armatury, hloubkové změny, překládané armatury, stlačená místa, armatury na regulaci tlaku

- **Near surface marker**

Near surface marker je ideální ke značení objektů pod povrchem a pod vozovkami do hloubky 60 cm. Její válcový tvar o délce 15 cm umožňuje snadnou instalaci do asfaltu, betonu nebo skály bez rozsáhlého kopání či vrtání. Provedení a typy Near surface markeru vidíte na obrázku 3.11.



Obr. 3.11: Near surface marker

- **Disc marker**

Tento druh markeru se nemusí zakopávat. Pokládá se na špatně přístupných místech, například v zarostlých vegetacích, zásypech nebo do sněhu.



Obr. 3.12: Disc marker

3.3.3 Provedení iD markeru

K jednotlivým markerům existuje i varianta iD. Tato modifikovaná varianta obsahuje navíc štítek, na kterém je vytištěný kód iD markeru, který je desetimístný a dále tištěný spoj s čipem, který je součástí LC obvodu, který opět nevyžaduje žádné napájení.

K zápisu a čtení informace je nutné použít některý z lokátorů daného výrobce markerů. Tyto markery lze naprogramovat tak, aby obsahovaly informace přímo k dané síti, např. vlastníka, přesný typ markeru, typ materiálu, datum umístění atd. Na obrázcích 3.8 a 3.13 vidíte strukturu a provedení iD Ball markeru.



Obr. 3.13: Struktura a provedení iD Ball markeru

4 MOŽNOSTI EVIDENCE A DOKUMENTACE

Při zahájení evidence a dokumentace optických kabelů nebo jejich tras, bychom si měli nejprve uvědomit volbu vhodného programu, pomocí kterého budeme realizovat danou evidenci a dokumentaci.

Nejdůležitější jsou zvolené požadavky na daný program: grafická reprezentace dat resp. trasy a to v několika vrstvách, možnost databáze resp. propojení s jiným databázovým programem, jednoduché sdílení informací a jejich snadná aktualizace, rozšiřitelnost programu, snadná ovladatelnost, možnost sdílení dat na internetu. [9]

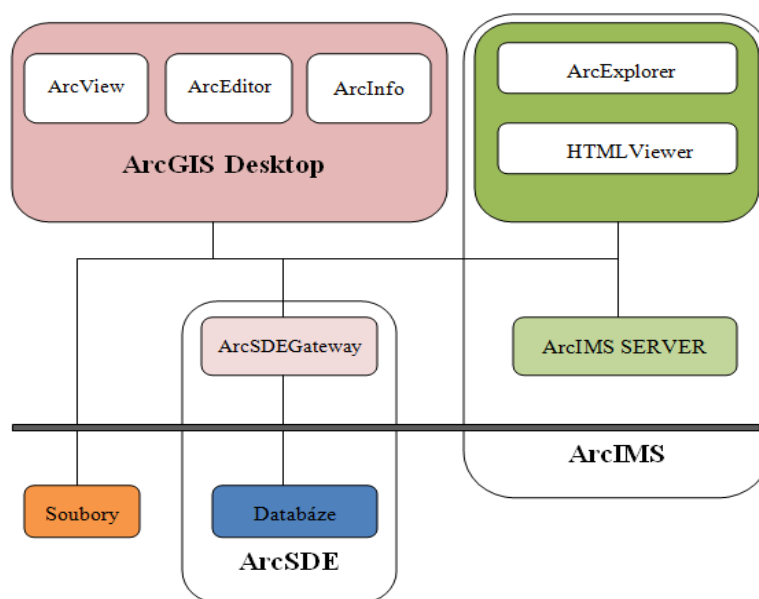
Další parametry rozhodující při volbě vhodné platformy jsou následující: cena a četnost použití ve státní správě. Proces vytváření dokumentace je složitá a komplikovaná záležitost. Pokud je zvolená platforma, v našem případě ArcGIS, je nutné zvolit jednotný formát, který bude použit a dále definován požadavky jednotlivých částí firmy, které budou na daný software a dokumentaci k němu kladeny. Jako hlavní je určení koncepce, co všechno bude požadováno od výstupu z daného softwaru. Proto je nutné určit základní formu, vzhled a parametry tabulek, které budou zobrazovány.

4.1 Program ArcGIS

Název programu ArcGIS pochází od společnosti ESRI, která je největším světovým výrobcem softwaru pro geografické informační systémy (GIS). Systém se skládá ze tří důležitých částí:

- **ArcGIS Desktop, ArcSDE, ArcIMS**

ArcGIS se snaží pokrýt všechny možnosti využití, které mohou nastat pro geografické informace. Velice přehledně je vidět struktura ArcGISu na obrázku 4.1. Na tomto obrázku je patrná modulární struktura tohoto systému, ten může být provozován na jedné stanici nebo rozložen mezi pracovní stanice a servery rozptýlené po síti. [9]



Obr. 4.1: Struktura systému ArcGIS

Při ukládání geografických dat se používá speciální formát dat, takzvané shapefile. Tento datový formát je vytvořen firmou ESRI pro geografické informační programy. Shapefile umožňuje zobrazení mapových podkladů. Mezi důležitou vlastnost shapefile můžeme zařadit přiřazení atributových tabulek pro určité prvky. Tyto tabulky poté zobrazí parametry, které jsou danému prvku přiřazeny. [2]

4.1.1 ArcGIS Desktop

ArcGIS Desktop obsahuje sadu tří aplikací ArcView, ArcEditor a ArcInfo, které umožňují provést téměř jakoukoliv GIS (Geografické Informační Systémy) úlohu např. tvorbu map, editace dat a geografické analýzy. Záleží pouze na konkrétním uživateli, jaké funkce pro něj budou důležité, resp. jaké bude potřebovat. Podle těchto potřeb si z těchto tří sad zvolí pro sebe tu nejvhodnější. Funkce jednotlivých sad jsou uvedeny níže.

- **ArcView**

Jedná se o první úroveň sady ArcGIS Desktop. Tento program poskytuje rozsáhlé možnosti pro tvorbu a zobrazování geografických dat, jednoduché nástroje pro editaci a následnou analýzu.

- **ArcEditor**

Jedná se o předposlední sadu ArcGIS Desktop, která má stejné funkce a vlastnosti jako ArcView a navíc má rozšířené možnosti editací pro geodatabáze a shapefile umožňuje zobrazení mapových podkladů.

- **ArcInfo**

Tato poslední sada plně rozšiřuje funkce obou předchozích sad o prostorové operace a analytické úlohy. Obsahuje navíc novou aplikaci ArcToolbox. Zmiňovaná aplikace umožňuje pokročilé zpracovávání geografických a polygonových dat.

Díky tomu, že ArcView, ArcEditor a ArcInfo mají jednotnou architekturu, mohou uživatelé, kteří pracují s jednou z těchto sad sdílet své výsledky práce s ostatními. Základní komponenty tj. mapy, data, symboly, mapové vrstvy, výstupní sestavy, uživatelské nástroje a další mohou být vzájemně vyměňovány mezi těmito třemi produkty. Dále jednotná architektura umožňuje, že jednotlivé sady mají téměř stejné uživatelské rozhraní. To znamená, pokud se naučíte základní funkce ovládání v ArcView a následně je zakoupíte ArcEditor, funkce a způsob ovládání zůstanou zachovány. [9]

Mapy, data a metadata, jedná se o popis dat, které se vyskytují či se budou vyskytovat v dané úrovni, která jsou nezbytná pro interpretaci dat programem, vytvořená pomocí ArcGIS Desktop můžete dále sdílet s mnoha uživateli, ať už prostřednictvím volně dostupného prohlížeče ArcReader, uživatelských aplikací ArcGIS Engine nebo pokročilých webových služeb GIS, které zabezpečuje ArcIMS a ArcGIS Server.

Činnost všech těchto produktů lze rozšířit přidáním nejrozličnějších nadstavb ArcGIS Desktop, vyvinutých ESRI společností a dalšími organizacemi. Mimoto si uživatelé mohou s využitím ArcObjects, knihovny softwarových komponent ArcGIS, vyvinout vlastní nadstavby ArcGIS Desktop. Tyto uživatelské nadstavby a nástroje mohou uživatelé vyvíjet ve standardních programovacích rozhraních Windows, jako je Visual Basic, Java a Visual C++. [14]

4.1.2 Základní aplikace v ArcGIS Desktop

Produkty z kategorie ArcGIS Desktop jsou tvořeny čtyřmi základními integrovanými aplikacemi, které uvádím níže:

- **ArcMap**

ArcMap je centrální aplikace ArcGIS Desktop, která slouží pro všechny mapově orientované úlohy včetně kartografie, prostorových analýz a editace dat. ArcMap je aplikace, která poskytuje kompletní ovládání pro tvorbu map. Aplikace ArcMap poskytuje dva různé pohledy na mapu: zobrazení geografických dat a zobrazení výkresu mapy.

V zobrazení geografických dat pracujete s geografickými vrstvami a zde můžete měnit symboliku, analyzovat a kompilovat datové sady GIS.

V zobrazení výkresu mapy pracujete s mapovými stránkami, které obsahují nejen rámce geografických dat, ale i další mapové prvky, jako jsou legendy, měřítko a referenční mapy. ArcMap slouží pro tvorbu mapových kompozic připravených pro tisk a publikaci. [14]

- **ArcCatalog**

Pomocí této aplikace jsou organizována a spravována data jako jsou mapy, datové sady a modely prostřednictvím geografického systému. Jedná se o „průzkumník“ v prostředí GISu. Umožňuje organizaci dat a náhledy na ně před jejich otevřením. Obsahuje nástroje pro:

- prohlížení a vyhledávání geografických informací,
- správu, prohlížení a zaznamenávání metadat,
- definování, export a import schémat a návrh geodatabáze,
- vyhledávání a nalézání GIS dat na místních sítích nebo na internetu,
- administraci produktu ArcGIS Server.

- **ArcToolbox**

ArcToolbox tvoří sadu funkcí pro zpracování prostorových dat a to včetně nástrojů pro správu a konverzi dat a pro rastrové a vektorové analýzy. ArcToolbox je začleněn do aplikací ArcMap a ArcCatalog. Jeho funkčnost je rozdělena podle verzí. Každá verze má různý počet nástroj pro zpracování prostorových dat. ArcView poskytuje základní sadu nástrojů pro jednoduché načítání, převod dat a základní analytické nástroje. ArcEditor přidává menší počet nástroj pro tvorbu a načítání geodatabáze. ArcInfo má plnou podporu pro vektorovou analýzu, konverzi dat, načítání a zpracování prostorových dat.

- **ModelBuilder**

Rozhraní aplikace ModelBuilder poskytuje grafické modelovací prostředí pro návrh a implementaci modelů zpracování prostorových dat, které mohou zahrnovat nástroje, skripty a data.

Modely jsou diagramy postupů zpracování dat, které seřazují řadu nástrojů a dat za účelem vytvoření progresivních procedur a postupů zpracování dat. Do modelu můžete přetáhnout nástroje a datové sady, propojit je a vytvořit tak uspořádanou posloupnost kroků pro provádění komplexních úloh GIS. [14]

4.1.3 ArcSDE

Tato část programových prostředků se zabývá správou a ukládáním dat v prostředí zvoleného relačního databázového systému RDBMS (Relational DataBase Management System). Jedná se o klient/server aplikaci, která umožní provádět rychlou a efektivní prostorovou operaci nad rozsáhlými sdílenými geografickými databázemi. Bez použití ArcSDE jsou na zvoleném místě uloženy soubory např. shapefile, CAD nebo rastry. Tento způsob je velice jednoduchý a levný, ovšem s rostoucím množstvím dat roste nutnost využití tohoto systému.

4.1.4 ArcIMS

Jedná se o internetový mapový server, který umožňuje poskytování map, datových podkladů a služeb geografického informačního systému. Tento server je dostupný pomocí vnitřní sítě nebo pomocí internetu a to mnoha uživatelům. Přístup k datům je umožněn pomocí HTML a Java prohlížeče, které jsou součástí tohoto programu.

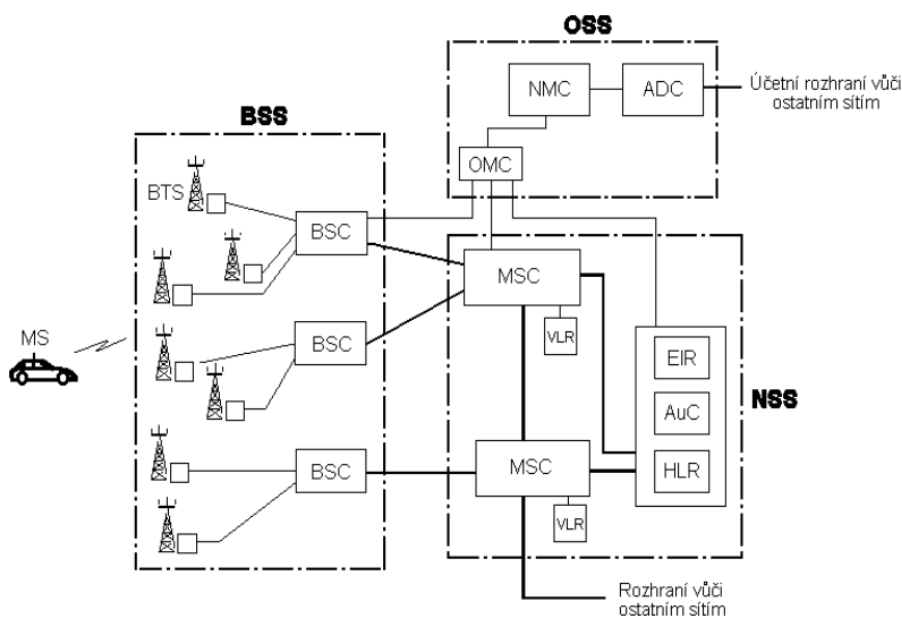
5 GSM

Jedná se o systém druhé generace 2G – GSM (Globální systém pro mobilní komunikaci), který je v provozu od roku 1991. Jedná se o nejrozšířenější digitální buňkový komunikační bezdrátový standard na principu FDMA/TDMA. Kapacita systému je 8 nebo 16 uživatelů na kanál. Každý z účastníků má pro sebe vyhrazen time slot o délce přibližně 0,577 ms (15/26 ms), o rozestupu nosných vln 200 kHz, pásmo pro příjem 890 – 915 MHz, pásmo pro vysílání 935 – 960 MHz. [15]

V současné době mobilní komunikační systém se stal novým trendem pro mnoho druhů aplikací. Digitální forma sítě umožňuje přenášet nejen hlas, ale umožňuje připojení GSM telefonu k počítači, přijímání a odesílání e-mailů, faxů, prohledávání internetu, přístup k podnikovým sítím LAN/intranet, jakož i používání jiných služeb jako jsou například krátké textové zprávy SMS (Short Message Service). [10]

5.1 Architektura GSM

Systém GSM je rozdělen do čtyř částí jak je vidět na obrázku 5.1: mobilní stanice (**MS**), subsystém základnových stanic (**BSS**), síťový spínací subsystém (**NSS**) a operační subsystém (**OSS**).



Obr. 5.1: Architektura GSM [10]

- **MS (mobile station)**

Pomocí mobilní stanice či telefonu uživatel komunikuje přes síť GSM. Podle specifikací GSM je mobilní stanice jednak vlastní mobilní přijímač/vysílač neboli mobilní telefon a jednak modul SIM (SIM karty), který umožňuje unikátní identifikaci uživatele v rámci celé sítě GSM.

- **BSS (base station subsystem)**

Subsystem základnových stanic se skládá z určitého počtu základnových radiostanic **BTS** a řídicích jednotek **BSC**.

BSC (base station controller) – základnová řídicí jednotka, která se stará o provoz rádiového rozhraní, přidělování a uvolňování rádiových kanálů mobilním telefonem. Komunikuje s ústřednou a stará se o předávání hovoru mezi buňkami.

BTS (base transceiver station) – základnová radiostanice, která zajišťují rádiové spojení s mobilními stanicemi.

- **NSS (network switching subsystem)**

Síťový spínací subsystem je tvořen následujícími prvky: mobilní spínací ústřednou **MSC**, domovským lokačním registrem **HLR**, centrem autentičnosti **AuC**, registrem mobilní komunikace **EIR** a návštěvnickým lokačním registrem **VLR**. Řídí komunikaci mezi mobilními účastníky sítě GSM a komunikaci s dalšími externími sítěmi. Z jedné strany je tedy napojen na systém BSS a z druhé strany na všechny dostupné externí sítě, do kterých daná síť umožňuje přístup.

MSC (mobile switching centre) – mobilní spínací ústředna. V jednoduchosti se dá říct, že slouží jako klasická ústředna v pevné síti. Kromě přepínání hovorů však navíc kontroluje příchozí a odchozí hovory a datové systémy. Mobilní spínací ústředna je doplněna o identifikační bloky.

HLR (home location register) – domovský lokační registr. Jedná se o databázi, kde jsou shromážděny údaje o všech registrovaných účastnících.

AuC (authenticity centre) – centrum autentičnosti slouží k ověření identity účastníka.

EIR (equipment identifi register) – registr mobilní komunikace. Tato databáze obsahuje identifikační čísla mobilních telefonů. Tím se dá teoreticky zamezit neoprávněnému používání mobilního telefonu.

VLR (visitor location register) – návštěvnický lokační registr uchovává přechodně aktuální informace o mobilních účastnících pohybujících se v oblasti příslušné MSC. Když uživatel opustí oblast dané MSC, jsou tyto data zrušeny. Je to vlastně dočasná neúplná kopie HLR. Tyto data se nikdy nemění a ani nedochází k přenosu dat od VLR k HLR.

- **OSS (operation subsystem)**

Operační subsystém řídí chod a údržbu všech GSM zařízení, umožňuje operátorům monitorovat a kontrolovat celý systém. Je tvořen provozním a servisním centrem **OMC**, centrem managementu sítě **NMC** a administrativním centrem **ADC**.

OMC (operations and maintenance centre) – provozní a servisní centrum řídí chod ostatních subsystémů (BSS, NSS).

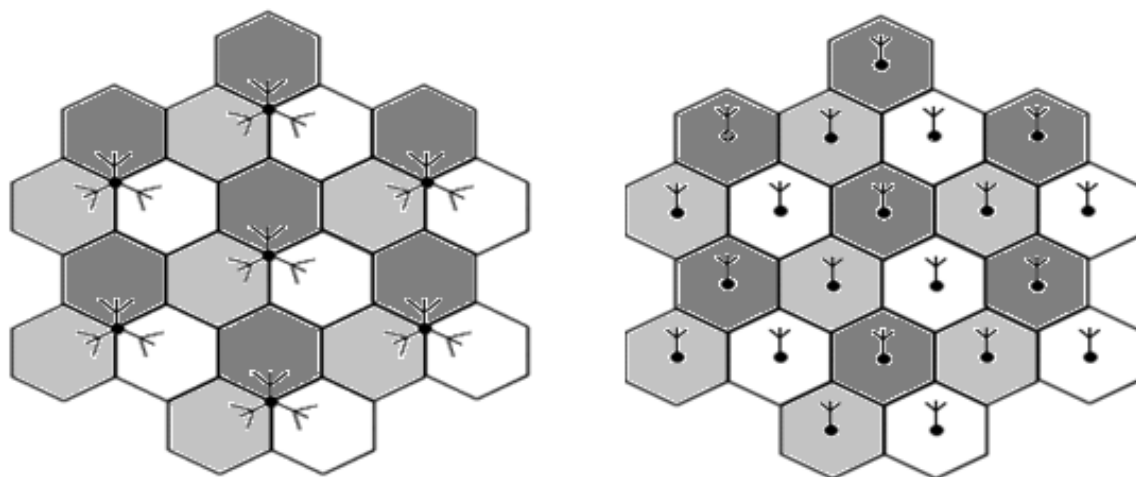
NMC (network management centre) – centrum managementu sítě zajišťuje celkové řízení toku informací v síti.

ADC (administrative centre) – administrativní centrum se zabývá administrativními úkoly, jakými jsou tarifkace účastníků, registrace (aktivace), placení účtů a mnoho dalších jiných.

5.2 Buňkový systém GSM

Mobilní sítě využívají ke svému fungování rádiové vlny. Ovšem frekvence, které jsou pro ně dostupné, bývají pevně stanoveny. Frekvence přiděluje státní orgán pověřený správou frekvenčního spektra. Každý operátor jich dostává v rámci své licence jen velmi omezený počet. Rozsahy frekvencí, které mají operátoři přiděleny, se mohou sice výrazně lišit, ale nikdy operátoři nestačí na to, aby mohli přidělit každému hovoru ve své síti samostatný komunikační kanál na jedinečné frekvenci.

Při tomto nedostatku volných frekvencí je jediným řešením vícenásobné použití stejných frekvencí. To znamená, že různé hovory používají ve stejnou chvíli stejné frekvence. [10] Samozřejmě je nutné zajistit, aby se hovory využívající stejnou frekvenci vzájemně neovlivňovaly. K tomu se využívá buňkového systému viz obrázku 5.2.



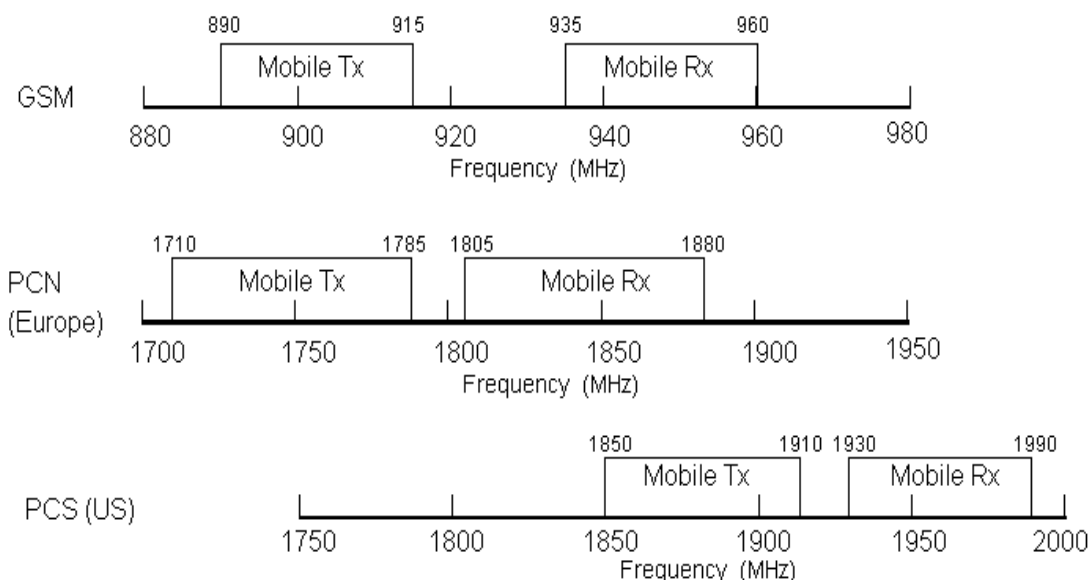
Obr. 5.2: Buňkový systém GSM [7]

Z obrázku je patrné, že princip spočívá v rozdělení oblasti, kde operátor nabízí své služby. Buňky jsou uspořádané tak, že když v jedné z nich jsou používány určité frekvence, žádná z bezprostředně sousedících buněk již tyto frekvence nepoužívá. Praxe ukázala, že je optimální používat buňky ve tvaru šestiúhelníku, uspořádané do formy, která připomíná včelí plástev. Z obrázku 5.2 je vidět, že lze vystačit pouze se třemi typy buněk používajících rozdílné frekvence a pokrýt přitom signálem libovolně velké území jejich neustálým opakováním. Jediné omezení spočívá v tom, že je limitován maximální počet souběžných hovorů v jedné buňce a to do počtu frekvencí, které má daná buňka k dispozici. Pokud potřebujeme zvýšit počet najednou probíhajících hovorů, je nutné vytvořit hustější síť buněk. Systém sítě GSM je tvořen buňkami o velikosti typicky 1 – 3 kilometry v průměru, avšak je možné používat buňky o velikosti 35 kilometrů. [7]

5.3 FDMA a TDMA

- **FDMA (Frequency Division Multiple Access)**

Dochází k frekvenčnímu dělení kanálů.



Obr. 5.3: Rozdělení kanálů z hlediska frekvence [7]

GSM (Global System for Mobile Communication). GSM 900 je základní návrh mobilního telekomunikačního buňkového systému v pásmu 900 MHz, označovaný též jen jako GSM. Frekvenční pásmo vysílače mobilní stanice je 890 – 915 MHz a frekvenční pásmo přijímače je 935 – 960 MHz. Tato pásma jsou dále rozděleny na tzv. kanály, přičemž šířka jednoho kanálu je 200 kHz, to znamená, že systém má 124 frekvenčních kanálů jedním směrem a 124 frekvenčních kanálů opačným směrem.

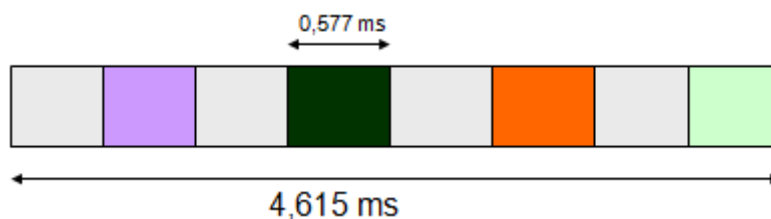
PCN (Personal Communication Network). GSM 1800 je současné označení pro mobilní telekomunikační systémy DCS 1800. GSM 1800 je obdobou GSM v pásmu 1800 MHz. Frekvenční pásmo vysílače mobilní stanice je 1710 – 1785 MHz a frekvenční pásmo přijímače je 1805 – 1880 MHz. Tato pásma jsou dále rozděleny na tzv. kanály, přičemž šířka jednoho kanálu je 200 kHz, takže v DCS je 375 kanálů.

PCS (Personal Communication Services). GSM 1900 je současné označení pro mobilní telekomunikační systémy PCS 1900. GSM 1900 je obdobou GSM v pásmu 1900 MHz. Používá se především v USA. Frekvenční pásmo vysílače mobilní stanice je 1850 – 1910 MHz a frekvenční pásmo přijímače je 1930 – 1990 MHz.

Mobile Tx – pásmo pro příjem, **Mobile Rx** – pásmo pro vysílání.

- **TDMA (Time Division Multiple Access)**

TDMA je definováno jako mnohonásobný přístup do sítě, kdy jste od ostatních účastníků odděleni v čase. Každý účastník má pro sebe po dobu spojení vyhrazen v celém frekvenčním pásmu radiového kanálu jeden nebo více časových intervalů tzv. time slotů, do kterých je vkládána přenášená informace. Využívá se tady tzv. **kombinovaný multiplex TDMA/FDMA**. Skupina těchto osmi time slotů tvoří rámec TDMA. Skupina frekvenčních kanálů tvoří rámec FDMA. Každý time slot má vyhrazenou dobu 576,9 μ s (přesně 15/26 ms), takže celý TDMA rámec má vyhrazenou dobu 4,615 ms.



Obr. 5.4: TDMA rámec [10]

6 POPIS LOKÁTORU DYNATEL™ 1420 EMS-ID MARKER

Lokátor Dynatel™ 1420 EMS-ID Marker nabízí všechny funkce jako předchozí modely Dynatel a navíc zdokonalenou schopnost číst a zapisovat jedinečné uživatelské informace do nových kulových značek Ball Marker EMS 1400 série iD. S tímto zařízením lze zapisovat, ukládat a přenášet zpět do počítače informace jako předem naprogramované jedinečné identifikační číslo, data o vybavení, datum umístění a další údaje pro rozšířené řízení zdrojů. Jednotlivé funkce lokátoru:

- lokalizovat iD markery, načíst a zapisovat do nich informace,
- určovat přibližnou hloubku pasivních markerů,
- přímé odečítání hloubky iD markerů,
- současná lokalizace dvou různých typů markerů pro různé inženýrské sítě,
- prostřednictvím standardního sériového portu RS232 umožňuje spojení s externím počítačem za účelem načítání/odesílání dat, konfigurace přístroje a vzdálených aktualizací softwaru.

Lokátor není ovlivňován při lokalizaci markerů kovovými instalačními trubkami nebo potrubím, vodiči, ploty, síťovým napájením nebo elektronickými markery jiných inženýrských sítí. Pomocí tohoto nového systému lze individuálně zjišťovat více markerů umístěných v těsné blízkosti. Jedná se tedy o jednoduchý, snadno použitelný systém. Lehký a kompaktní lokátor je robustní, ergonomický a vyžaduje minimální školení obsluhy. Na obrázku 6.1 můžete vidět daný lokátor.



Obr. 6.1: Lokátor Dynatel™ 1420 EMS-iD Marker

Velký podsvícený displej LCD a ovládání pomocí programových tlačítek usnadňuje pochopení jejich činnosti a podporuje přesnější hledání.



Obr. 6.2: Čelní panel lokátoru Dynatel™ 1420 EMS-iD Marker

Standardní komunikační port RS232 umožňuje spojení s externím počítačem za účelem načítání/odesílání dat, konfigurace přístroje a vzdálených aktualizací softwaru. Externí konektor u tohoto modelu není aktivní a pomocí mini jack konektoru lze připojit monofonické sluchátko. Systém s osmi alkalickými bateriemi může být v provozu déle než 25 hodin.



Obr. 6.3: Zadní panel a instalace baterií lokátoru Dynatel™ 1420 EMS-iD Marker

7 NÁVRH LABORATORNÍ ÚLOHY

LOKALIZACE OPTICKÉHO KABELU POMOCÍ MARKERŮ

7.1 Cíl měření

V laboratorní úloze se studenti seznámí s novou moderní metodou vyhledávání optického kabelu pomocí markerů. Dále si vyzkouší vyhledat dané markery pomocí moderního lokátoru **Dynatel™ 1420 EMS-iD** od společnosti 3M.

7.2 Zadání

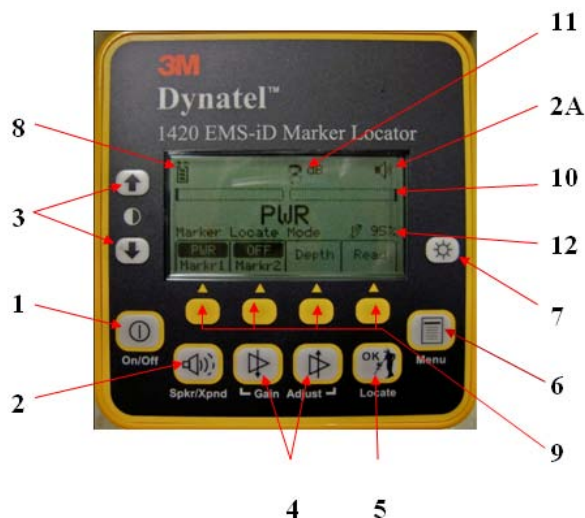
- A) Pomocí lokalizačního systému od společnosti 3M najdete 13 markerů z toho 6 Ball markerů pro telekomunikační síť, 4 Ball markery pro energetiku a 3 iD Ball markery pro energetiku, které signalizují výskyt optického kabelu a ostatních vedení v jeho blízkosti v zóně X.
- B) Zapište do tabulky 7.2 jednotlivá zesílení, signálovou odezvu a hloubku daných markerů.
- C) Zakreslete markery, které signalizují trasu optického kabelu a ostatních vedení do příslušné mapy. (Obr. 7.16)
- D) Přečtěte uložená data z iD ball markerů a zaznamenejte je do příslušné tabulky 7.3.
- E) Nakonec si vyzkoušejte naprogramovat data do iD ball markeru pro energetiku. Data, která potřebujete k naprogramování iD ball markeru, naleznete v tabulce 7.4.

7.3 Teoretický úvod

Vyhledání optického kabelu, vzhledem k jeho vlastnostem, není tak jednoduché jako u metalického vedení. Vzhledem k charakteru přenosu pomocí fotonů, které jsou elektricky neutrální a nevytváří žádná magnetická a elektrická pole, která by bylo možné zachytit a pomocí nich určit přesnou polohu kabelu. Výhoda této vlastnosti je, že žádná vnější pole nemohou přenášený signál ovlivnit. Proto je nutné pro určení polohy optického kabelu využít jiných zařízení a technik, které umožní nalezení optického kabelu.

Mezi používané metody patří zaměření kabelu při pokládce pomocí GPS souřadnic, užívání speciálních značek tzv. markerů, nebo zaměření markerů pomocí GPS a zanesení přímo do geografických map. Dále je možnost použít příložného metalického kabelu a detekovat jej pomocí příslušných metod. Při lokalizaci pomocí metalických prvků se nejčastěji používají tyto metody: Galvanická metoda (Přímá metoda) a Indukční metoda (Nepřímá metoda). Další možností značení cesty kabelu jsou povrchové značky jako např. kůly. Tyto značky ovšem nejsou stálého charakteru, podléhají vandalismu a povětrnostním vlivům.

7.3.1 Popis čelního panelu lokátoru Dynatel™ 1420 EMS-iD

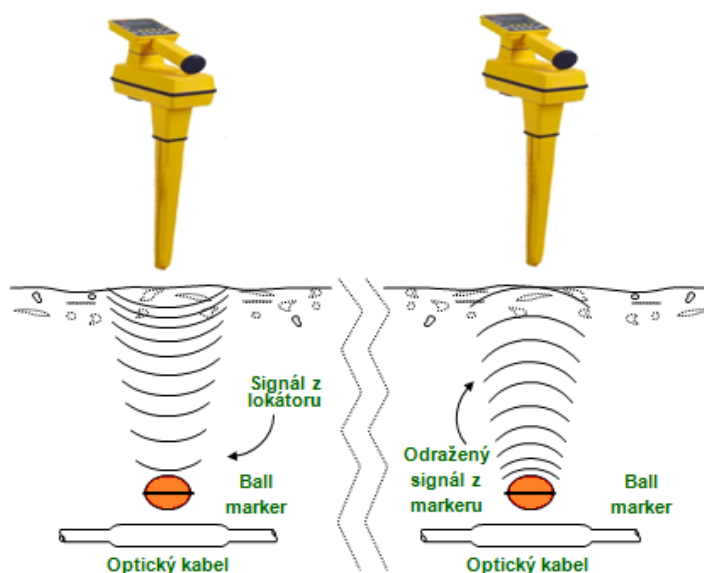


Obr. 7.1: Popis čelního panelu lokátoru Dynatel™ 1420 EMS-iD Marker

1. **NAPÁJENÍ:** Zapíná a vypíná přístroj.
 2. **REPRODUKTOR:** Nastavuje hlasitost přijímače (vypnuto, nízká, střední a vysoká).
 - 2A. **IKONA REPRODUKTORU:** Ukazuje relativní hlasitost přijímače.
 3. **KONTRAST:** Šipky nad a pod ikonou kontrastu nastavují kontrast displeje.
 4. **ZESÍLENÍ:** Upravuje citlivost přijímače nahoru nebo dolů tak, aby zůstala zachována uspokojivá úroveň signálu.
 5. **LOKALIZOVAT/OK:** Nastavuje přijímač do sledovacího režimu pro lokalizaci markerů. Potvrzuje zadaná nastavení (OK).
 6. **MENU:** Zobrazuje okno nastavení pro konfiguraci přístroje, tj. hodiny, jazyk, jednotky hloubky a údaje o markeru.
 7. **PODSVÍCENÍ:** Cyklicky přepíná slabé, silné a žádné podsvícení displeje.
 8. **IKONA BATERIE:** Ukazuje úroveň nabití baterie.
- PROGRAMOVÁ TLAČÍTKA: [PT]** Na přijímači jsou čtyři programová tlačítka. Na displeji nad každým tlačítkem je zobrazena jeho funkce. Funkce se budou měnit v závislosti na pracovním režimu přijímače. V této úloze jsou za zobrazovanými povely uváděny znaky [PT], označující programové tlačítko.
9. **POVEL PROGRAMOVÉHO TLAČÍTKA:** Definice pro každou ze čtyř funkcí programového tlačítka.
 10. **SÍLA SIGNÁLU:** Digitální odečet signálu zjišťovaného přijímačem.
 11. **SLOUPCOVÝ INDIKÁTOR:** Grafické vyjádření přijímaného signálu.
 12. **HODNOTA ZESÍLENÍ:** V procentech ukazuje hodnotu citlivosti přijímače.

7.3.2 Princip lokalizace

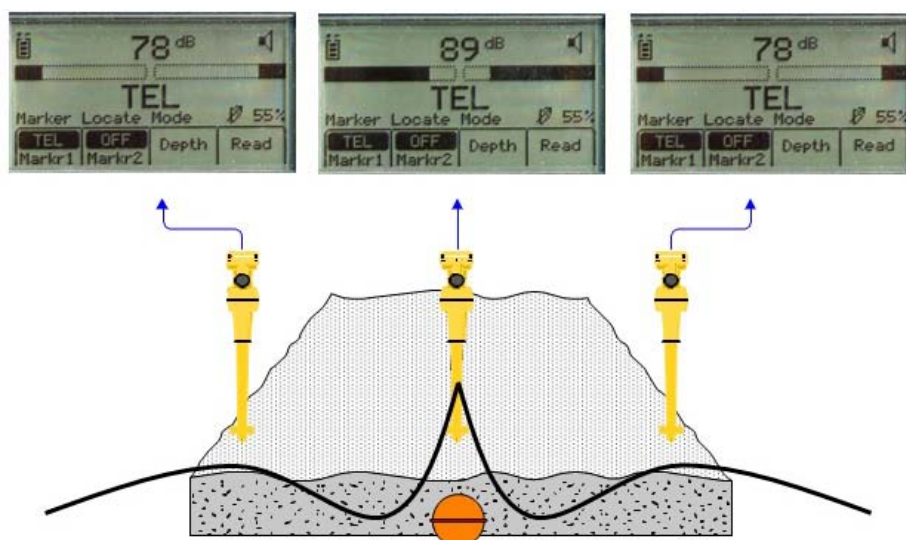
Lokátor vysílá vysokofrekvenční signál do zakopaného markeru. Marker odráží signál zpět k lokátoru a umístění je znázorněno hodnotou na vizuálním měřiči a zvukovým tónem.



Obr. 7.2: Princip lokalizace

7.3.3 Signálová odezva z markeru

Podle signálové odezvy můžete snadno určit umístění markeru.



Obr. 7.3: Signálová odezva z markeru

7.3.4 Funkce markeru

Princip markeru je založen na miniaturním LC obvodu. Pokud se tento obvod dostane do elektromagnetického pole s jeho rezonančním kmitočtem a v obvodu se nakumuluje dostatek energie k vybuzení čipu, dojde k vyslání informace. Tato informace může být vyslána na stejné nebo jiné frekvenci. Markery se vyrábějí v různých barvách podle standardu APWA (american public works association), aby byla možná identifikace pro různá zařízení, čímž se snižuje riziko náhodného lokalizování a vykopání jiného, v zemi ukrytého, zařízení či vybavení.

K jednotlivým markerům existuje i varianta iD. Tato modifikovaná varianta obsahuje navíc štítek, na kterém je vytištěný kód iD markeru, který je desetimístný a dále tištěný spoj s čipem, který je součástí LC obvodu, který opět nevyžaduje žádné napájení. K zápisu a čtení informace je nutné použít některý z lokátorů určený výrobcem markerů. Tyto markery lze naprogramovat tak, aby obsahovaly informace přímo k dané síti, např. vlastníka, přesný typ, typ materiálu, datum umístění atd.

7.3.5 Typy markerů

Jednotlivé typy markerů si můžete prohlédnout v laboratoři.

- **Ball marker**

Jedná se o čtyřpalcovou značku o průměru zhruba 11 cm, která je určena k použití v úzkých příkopech do hloubky 120 – 150 cm. Má jedinečnou patentovanou automaticky vyrovnávací konstrukci, která udržuje přesnou vodorovnou polohu bez ohledu na způsob umístění pod zemí.



Obr. 7.4: Ball marker

Tab. 7.1: Ukázka různých typů Ball markerů

URČENÍ	BARVA	PŘÍKLAD POUŽITÍ
TELEKOMUNIKACE		Značení tras kabelů, zakopané spojky, zakopané domovní přípojky, optická vlákna, všechny typy spojek, ohyby, změny hloubky, poklopy, silniční křižovatky
ENERGETIKA		Trasy kabelů, domovní přípojky, paty instalačních trubek, silniční křižovatky, všechny typy spojek, zakopané transformátory, servisní smyčky, silniční osvětlení, ohyby, rozvodné smyčky
KABELOVÁ TELEVIZE		Trasy kabelů, optická vlákna, zakopané domovní přípojky, ohyby, zakopané spojky

- **Mini marker**

Mini marker je určen ke značení do hloubky až 180 cm. Má paprsky o průměru 20 cm, které po umístění napomáhají stabilizaci ve správné poloze.



Obr. 7.5: Mini marker

- **Near surface marker**

Near surface marker je vhodný ke značení objektů pod povrchem a pod vozovkami do hloubky 60 cm. Její válcový tvar v délce 15 cm umožňuje snadnou instalaci do asfaltu, betonu nebo skály bez rozsáhlého kopání či vrtání.



Obr. 7.6: Near surface marker

- **Full range marker**

Full range marker je určen pro hloubkovou aplikaci až do 240 cm. Díky průměru 38 cm je jeho použití ideální pro ochranu při kopání nad citlivými podzemními objekty.



Obr. 7.7: Full range marker



Obr. 7.8: Jednotlivé typy markerů od společnosti 3M

7.4 Postup měření

Podrobný návod k měřicímu přístroji naleznete na daném pracovišti. Z důvodu správného zacházení s tímto měřicím přístrojem si jej prostudujte. Nejprve si v laboratoři vyzkoušejte jednotlivé funkce (lokalizační mód jednoho markeru, dvou markerů, měření hloubky a čtení dat z id ball markeru) lokátoru **Dynatel™ 1420 EMS-iD** od společnosti 3M na cvičném Ball markeru. Po seznámení s funkcemi, které budete potřebovat k lokalizaci optického kabelu pomocí markerů, můžete uskutečnit laboratorní úlohu.

7.4.1 Lokalizace jednoho markeru

Stiskněte tlačítko **Locate** [5]. Stisknutím tlačítka **Markr 1** [PT cyklicky] volte možnost TEL (jedná se o vyhledávání telekomunikačních markerů označené oranžovou barvou) nebo PWR (jedná se o silnoproudé markery označené červenou barvou) požadovanou inženýrskou sít'. Značka **Markr 2** musí být **OFF**. Pomocí tlačítek **Gain Adjust** [4] snižujte zesílení, dokud se neotevře sloupcový indikátor. Když přijímač zjistí marker pro stanovenou inženýrskou sít', sloupcový indikátor se uzavře, zvukový signál bude stejnoměrný a síla signálu bude maximální.



Obr. 7.9: Lokalizace jednoho markeru

7.4.2 Lokalizace dvou markerů

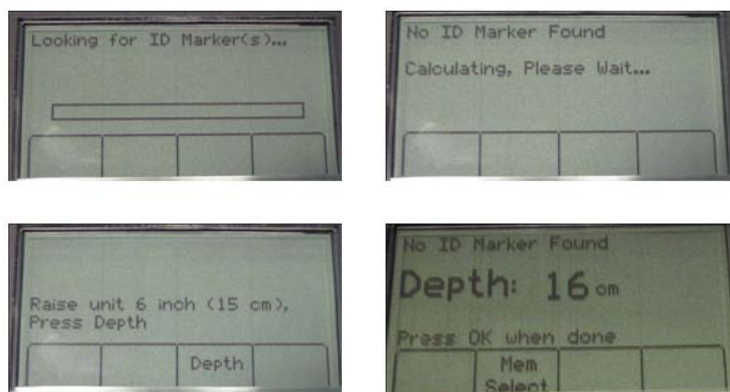
Stiskněte tlačítko **Locate** [5]. Stisknutím tlačítka **Markr 1** [PT cyklicky] vyberte požadovanou inženýrskou sít' (TEL nebo PWR). Stisknutím tlačítka **Markr 2** [PT cyklicky] vyberte požadovanou inženýrskou sít' (TEL nebo PWR). Pomocí tlačítek **Gain Adjust** [4] snižujte zesílení, dokud se neotevře sloupcový indikátor. Když lokátor zjistí marker pro stanovenou inženýrskou sít', sloupcový indikátor se uzavře, zvukový signál bude stejnoměrný a síla signálu bude maximální. Když je zjištěn jeden ze dvou markerů, stiskněte tlačítko „**XXX Only**“ [PT] pro marker zjištěné inženýrské sítě. Přístroj se přepne do režimu lokalizace jednoho markeru, aby mohl určit marker. Stisknutím tlačítka **Markr 2** [PT cyklicky] se vrátíte do režimu lokalizace dvou markerů.



Obr. 7.10: Lokalizace dvou markerů

7.4.3 Měření hloubky pasivního markeru

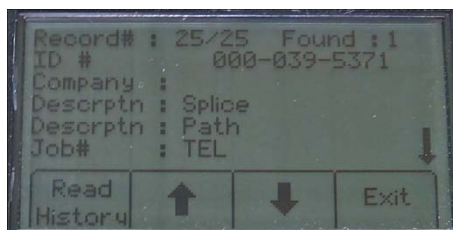
Spusťte špičku lokátoru na zem nad zaměřený marker. Stiskněte tlačítko **Depth [PT]**. Přijímač prozkoumá marker „Looking for iD Marker(s)“ → „No ID Marker Found“ „Calculating signal, please wait“. Zobrazí se příkaz, aby obsluha zvedla přístroj o **6 inch (15 cm)** nad zem. Zvedněte přístroj do výšky 15 cm a znovu stiskněte tlačítko **Depth [PT]**. Na displeji se zobrazí odhadovaná hloubka markeru pod zemí. Stiskněte tlačítko **Locate [5]** pro návrat do režimu lokalizace markeru.



Obr. 7.11: Měření hloubky pasivního markeru

7.4.4 Čtení dat z iD markeru

Stiskněte tlačítko **Locate [5]**. Stisknutím tlačítka **Markr 1 [PT cyklicky zvolte PWR]** (jedná se o silnoproudé markery označené červenou barvou). Značka **Markr 2** musí být **OFF**. V lokalizačním modu stiskněte tlačítko **Read**. Načtou se uložená data z iD Ball markeru, do tabulky 7.3 si zaznamenejte příslušná data. Pomocí šipek se pohybujte v daném menu. Špička přijímače musí být spuštěna na zem, abyste dosáhli maximální čtecí hloubky. Všechny informace načtené z markeru, včetně data a času čtení, se ukládají do souboru „**Read History**“ v lokátoru.



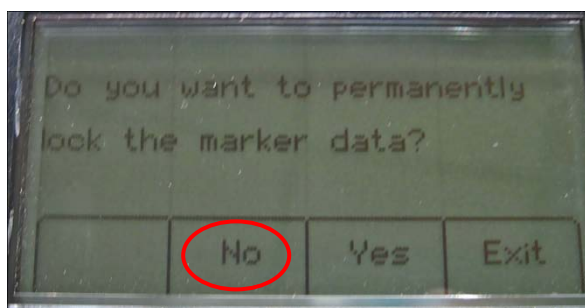
Obr. 7.12: Přčtená data ze zkušebního iD Ball markeru PWR

7.4.5 Zápis do iD markeru

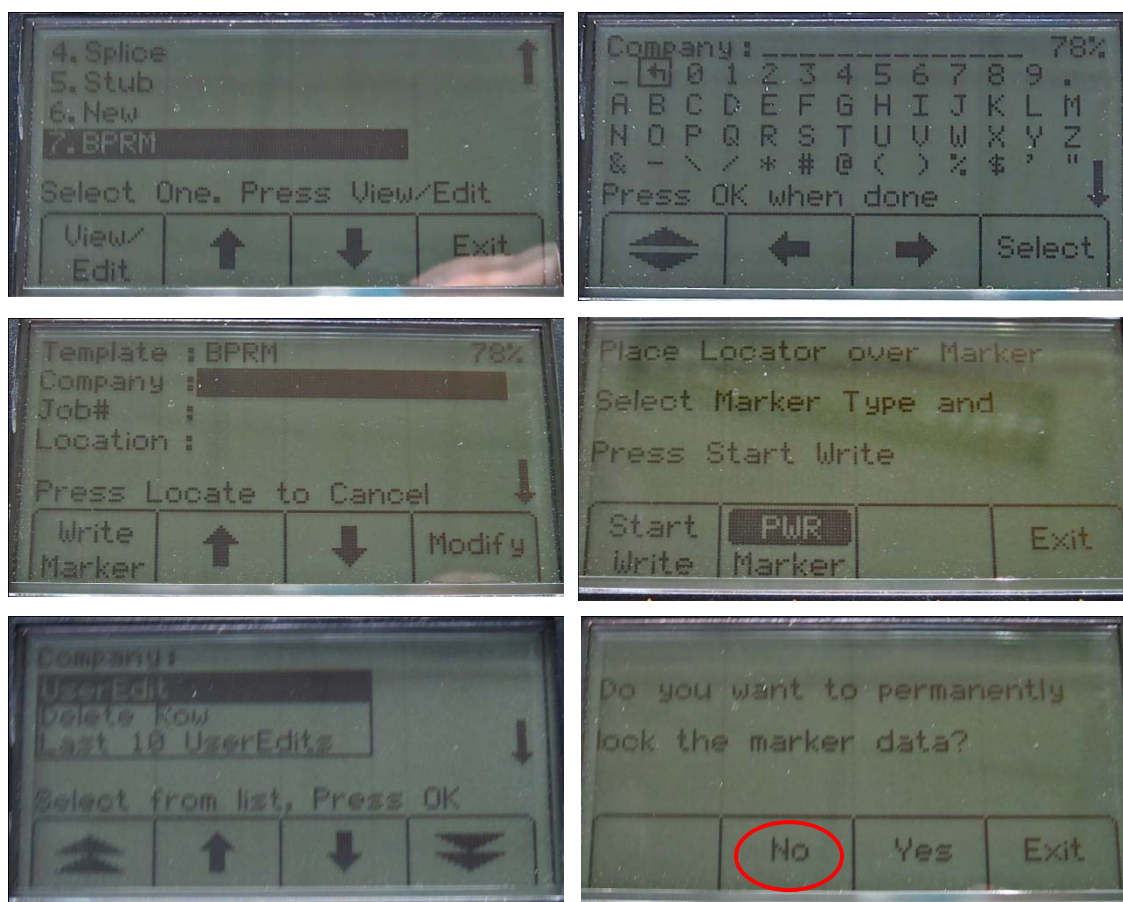
Režim zápisu umožňuje uživateli zapisovat nebo programovat informace do markeru 3M EMS 1400 série iD. Id Ball marker (jeho iD je 000-039-5362), do kterého zapíšete příslušná data, se nachází naproti druhé lampě. Nejprve iD Ball marker naleznete (v lokalizačním modu ponechte pouze **Markr 1 PWR** a **Markr 2 OFF**).

Stiskněte tlačítko **MENU [6]** pak **WRITE MODE**. Šipkami nahoru/dolů si ze seznamu na displeji vyberte šablonu **BPRM** a potvrďte tlačítkem **View/Edit**. Na displeji se zobrazí informace z vybrané šablony. Šipka na pravé straně oznamuje, že informací je více, než lze zobrazit na displeji (procházejte jimi pomocí šipky dolů/nahoru). Zobrazí se vám příslušné menu, do kterého zapíšete data podle tabulky 7.4 pomocí tlačítka **Modify**. V okně modifikace vyberte **User Entry** a ručně zadejte informace a stiskněte tlačítko **OK [5]**. Pokud jste všechna zadaná data naprogramovali, stiskněte tlačítko **Write marker**. Vyberte typ markeru, do kterého se mají zapisovat vaše naprogramovaná data [**PT cyklicky, v našem případě PWR**]. Držte lokátor přímo nad markerem. Stiskněte tlačítko **Start Write**. Lokátor se zeptá, zda chcete trvale zablokovat vaše naprogramovaná data v markeru. Zvolte **No [PT]**, aby data zůstala přepisovatelná.

!!!!!!! Upozornění: Jakmile data markeru zablokujete, informace jsou v markeru uloženy TRVALE. ZA VAŠI NEPOZORNOST VÁM BUDE Z LABORATORNÍ ÚLOHY STRHNUT 1 BOD a musíte svoji chybu nahlásit vyučujícímu!!!!!!!!!!!!!!

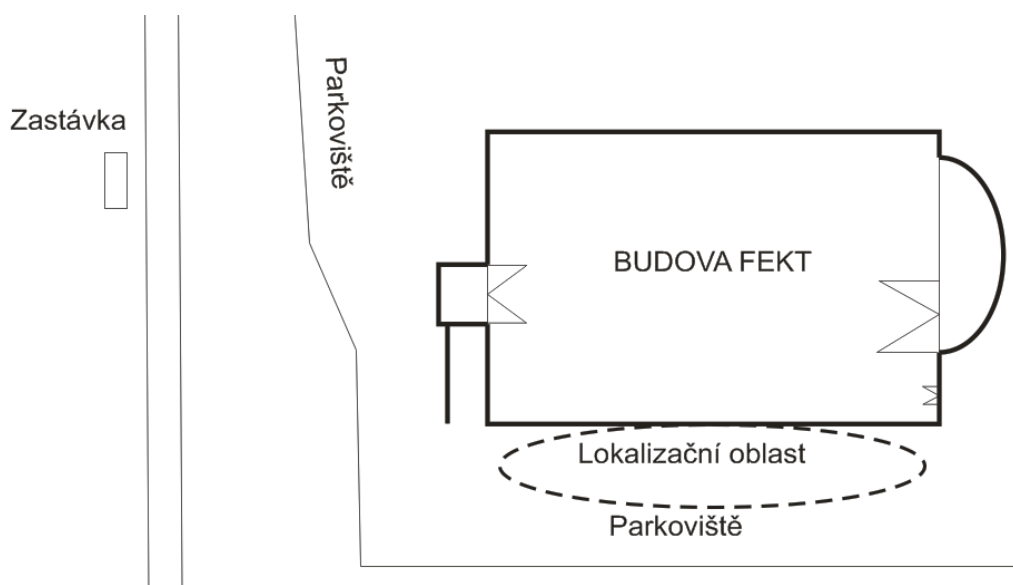


Obr. 7.13: Jak nezablokovat data v iD Ball markeru PWR



Obr. 7.14: Postup při programování iD Ball markeru PWR

7.5 Vypracování



Obr. 7.15: Mapa pravděpodobného uložení kabelů

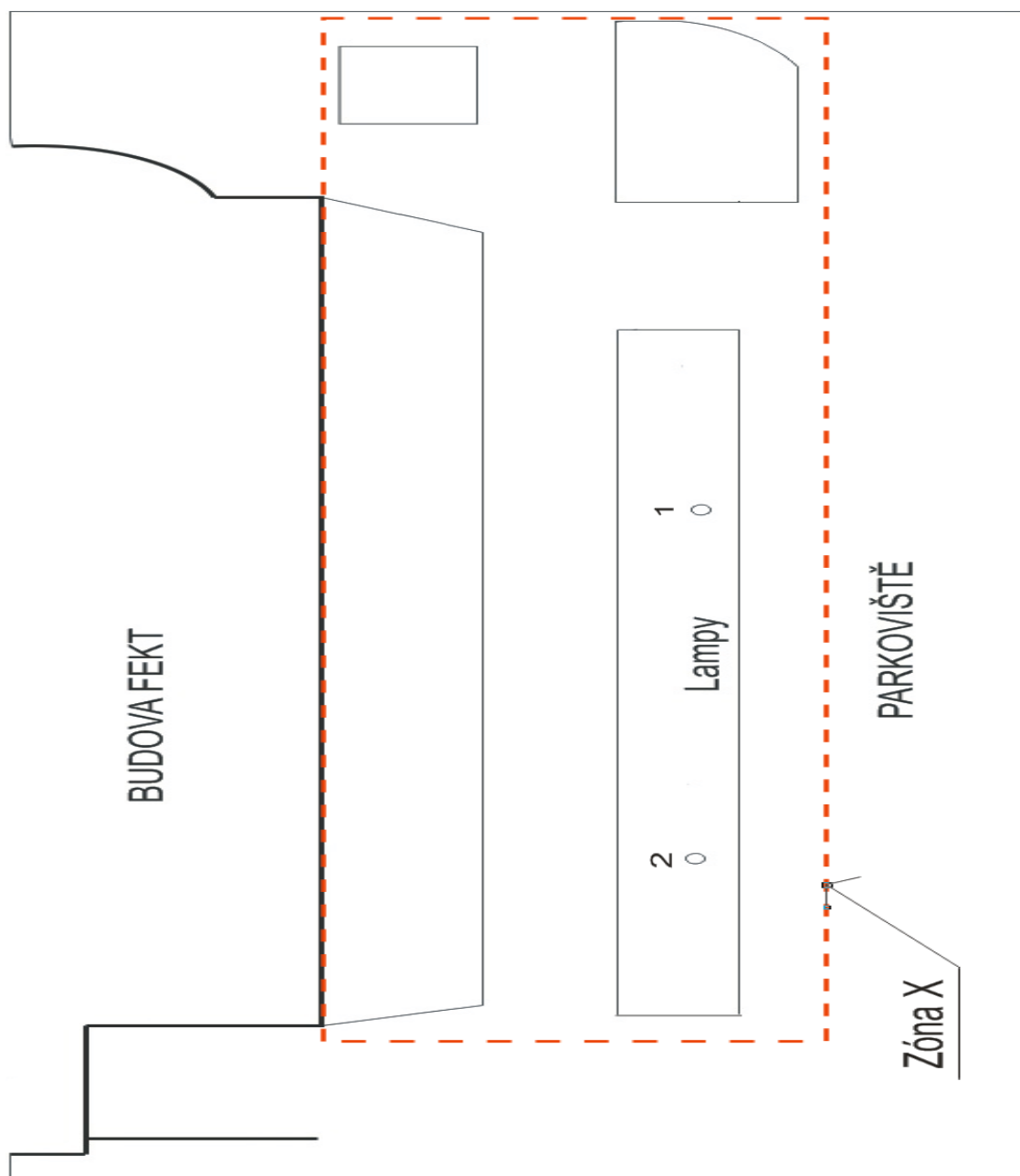
[illegible]

Tab. 7.3: Tabulka pro vypracování iD Ball markerů PWR

iD ball markeru	Zesílení [%]	Signálová Odezva [dB]	Hloubka [cm]	Data	
				Company	
				Job	
				Location	
				Descrptn	
				Company	
				Job	
				Location	
				Descrptn	
				Company	
				Job	
				Location	
				Descrptn	

Tab. 7.4: Tabulka pro zápis dat do iD Ball markeru PWR

Data pro zápis iD ball markeru	
Company	VUT
Job	BPRM
Location	PARK
Descrptn	KABEL



Obr. 7.16: Mapa pro zakreslení markerů a vedení

7.6 Použitý přístroj

Lokátor Dynatel™ 1420 EMS-iD, 3M, v.č. 09470018.

7.7 Závěr

Vypracujte protokol, ve kterém vyhodnotíte své naměřené hodnoty.

8 REALIZACE A VYPRACOVÁNÍ LABORATORNÍ ÚLOHY

Laboratorní úloha byla zrealizována vedle budovy Purkyňova 118, ústavu telekomunikací. K realizaci laboratorní úlohy jsem zvolil lokátor DynatelTM 1420 EMS-iD od společnosti 3M a 13 Ball markerů, z toho 6 pro telekomunikační síť, 4 pro energetiku a 3 iD Ball markery pro energetiku, které signalizují výskyt optického kabelu a ostatních vedení v jeho blízkosti v zóně X. Součástí laboratorní úlohy není zakopání optického kabelu, ale je zde pouze znázorněna jeho fiktivní trasa, kterou signalizují dané Ball markery.

8.1 Zakopání a programování markerů

Ball markery jsou od sebe rozmístěny ve vzdálenosti téměř jednoho metru a zakopány do hloubky v rozmezí od 20 do 40 cm, jak můžete vidět na obrázcích 8.1 a 8.3. Rovněž na obrázku 8.3 kde dochází ke křížení telekomunikačních a silnoproudých Ball markerů. Telekomunikační Ball markery signalizují trasu optického kabelu a silnoproudé Ball markery signalizují trasu silnoproudého vedení k lampě 1.



Obr. 8.1: Rozmístění Ball markerů v zóně X



Obr. 8.2: Zakopání Ball markerů



Obr. 8.3: Křížení telekomunikačních a silnoprůdých Ball markerů

V laboratorní úloze se vyskytují tři iD Ball markery PWR, do kterých jsem naprogramoval příslušná data, dva z nich jsou zablokovány. Jejich iD je 000-039-5363 a 000-039-5379. Třetí iD Ball marker s iD číslem 000-039-5362 není zablokován, aby si jej studenti mohli naprogramovat. Na obrázcích 7.14 a 8.4 můžete vidět programování iD Ball markeru PWR.



Obr. 8.4: Programování iD Ball markeru PWR

8.2 Tabulky naměřených hodnot markerů

Tab. 8.1: Tabulka naměřených hodnot lokalizovaných Ball markerů

TYP MARKERU	ZESÍLENÍ [%]	SIGNÁLOVÁ ODEZVA [dB]	HLOUBKA [cm]	POZNÁMKY
1. Ball marker TEL	47	97	20	Optický kabel
2. Ball marker TEL	33	100	33	Optický kabel
3. Ball marker TEL	18	99	26	Optický kabel
4. Ball marker TEL	18	100	20	Optický kabel
5. Ball marker TEL	34	111	36	Optický kabel
6. Mini marker TEL	2	119	34	Optický kabel
7. Ball marker PWR	29	98	26	Sil.vedení k lampě č.1
8. Ball marker PWR	34	87	23	Sil.vedení k lampě č.1
9. Ball marker PWR	26	96	33	Sil.vedení k lampě č.1
10. Ball marker PWR	52	95	31	Sil.vedení k lampě č.1

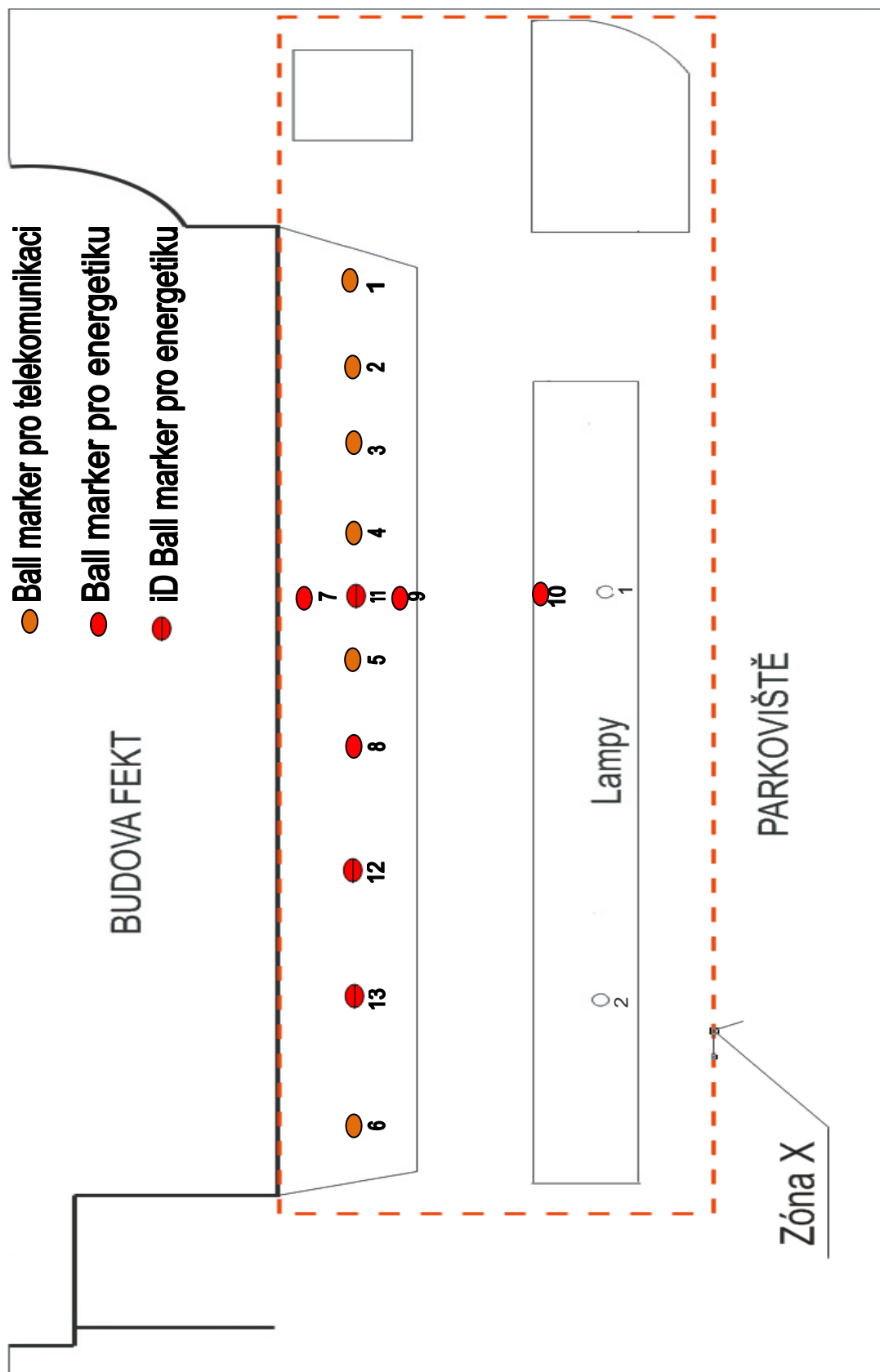
Tab. 8.2: Tabulka naměřených hodnot lokalizovaných iD Ball markerů PWR

Typ Markeru	iD ball markeru	Zesílení [%]	Signálová Odezva [dB]	Hloubka [cm]	Data	
11. iD Ball marker PWR	000-039-5363	73	69	36	Company	VUT
					Job	BPRM
					Location	PARK
					Descrptn	KŘÍŽENÍ
12. iD Ball marker PWR	000-039-5379	47	75	21	Company	VUT
					Job	BPRM
					Location	PARK
					Descrptn	ZEM. KAB
13. iD Ball marker PWR	000-039-5362	70	73	23	Company	VUT
					Job	BPRM
					Location	PARK
					Descrptn	LAMPA

Tab. 8.3: Změněná data v iD Ball markeru PWR 000-039-5362

iD Ball marker PWR 000-039-5362	
Company	VUT
Job	BPRM
Location	PARK
Descrptn	KABEL

8.3 Zakreslení markerů do mapy



Obr. 8.5: Zakreslení markerů do zóny X

9 ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem se zabýval metodami pro vyhledávání optických kabelů prostřednictvím využití metalických prvků, nebo EMS markerů, dále jsem se věnoval způsobům jejich evidence a dokumentace. Také jsem uvedl program, který umožňuje tvorbu, možnosti a vlastnosti dokumentace. V závěru této práce jsem shrnul dosažené cíle v určitých kapitolách.

V úvodní kapitole jsem se soustředil na problematiku optického kabelu. Zajímalo mě, za jakým účelem byl optický kabel vyvinut a také jeho důležité výhody oproti klasickým metalickým kabelům. Vlastnosti optického kabelu vyplívají z přenosového media, který optický kabel používá k přenosu informací, jedná se o optické vlákno.

V další kapitole jsem se zabýval možnými způsoby vyhledávání optického kabelu. Při vyhledávání jakéhokoliv metalického kabelu jsme závislí na vytvoření kruhového elektromagnetického pole kolem trasovaného vedení. Právě pomocí tohoto kruhového elektromagnetického pole je kabel snáz vyhledán. Tohoto efektu se využívá při vyhledávání optického kabelu s přidanými metalickými prvky, u nichž se používají galvanické a indukční metody. Dalším způsobem vyhledávání je možnost aplikace EMS markerů. Tyto pasivní elektronické značky se zakopávají k optickému kabelu z důvodu jeho následné lokalizace. Markery se vyrábějí v různých barvách a jiném provedení kvůli jejich možnosti použití. Vyznačují se podstatnou výhodou a to takovou, že nejsou náchylné na vlivy v půdě, kdežto metalické vodiče touto výhodou neoplývají, proto ze zmíněné výhody markerů plyne, že mají vysokou životnost a spolehlivost lokalizace.

V práci jsem se snažil také podrobněji analyzovat strukturu geografického mapovacího programu ArcGIS od společnosti ESRI. Struktura programu se skládá ze tří nejdůležitějších částí, jako jsou ArcGIS Desktop, ArcSDE, ArcIMS, které se dále větví na další podprogramy, jejichž funkce nám umožňují usnadnit dokumentaci.

V závěru práce jsem navrhl laboratorní úlohu pro vyhledávání plně dielektrického optického kabelu pomocí nové technologie. Jedná se o technologii s využitím EMS markerů. Úlohu jsem sám zrealizoval. Postup jsem popsal v příslušné kapitole, jejíž součástí je i částečná fotodokumentace. Všechny pořízené fotografie a videa jsou uložena na příkládaném mediu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *A Quick Course on Magnetic, Cable and Pipe Locating*. SCHONSTEDTIN-STRUMENTCOMPANY. [online], c2003. [cit. 26. 10. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.engineersupply.com/magnetic-pipe-cable-locating.pdf>>.
- [2] ESRI. ArcGIS. *Firemní dokumentace*. GIS, 2005.
- [3] FILKA, M. *Optoelektronika pro telekomunikace a informatiku*. CENTA, Brno 2009.
- [4] FILKA, M. *Přenosová média*. Skripta laboratoře. VUT FEKT, Brno 2003. 70s.
- [5] FILKA, M. *Přenosová média*. Skripta. VUT FEKT, Brno 2003. 112s.
- [6] HEŘMAN, V. *Vyhledávání kabelových tras a lokalizace kabelových poruch*. En-Centrum, s.r.o., [online], c2009. [cit. 7. 11. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.etm.cz/rubriky/meraky/462-vyhledavani-kabelovych-tras-?format=pdf>>.
- [7] KAPLAN, J. *Mobilní síť*. [online], c2008. [cit. 8. 12. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.212.71.149.246/elektrika/Prezentace/Kaplan%20MS.ppt>>.
- [8] *Lokalizace podzemních inženýrských sítí*. Elektro&Telecom 3M Česko, spol. s r.o. [online], c2007. [cit. 23. 10. 2009] Dostupný z WWW: <http://solutions.3mcesko.cz/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?locale=cs_CZ&Imd=1225834804000&assetId=1180586734254&assetType=MMM_Image&blobAttribute=ImageFile>.
- [9] MARTÍNEK, M. *Programové řešení dokumentace optických kabelů: bakalářská práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 54 stran. Vedoucí práce doc. Ing. Miloslav Filka, CSc.
- [10] NOVÁK, H. *Mobilní síť GSM*. [online], c2005. [cit. 11. 12. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.hyneck.net/MobilniSitGSM.ppt>>.
- [11] PEŇÁZ, T. *Programové vybavení pro GIS I*. VŠB - Technická univerzita Ostrava, Ostrava 2006.
- [12] *RD 8000*. Empos. [online], c2009. [cit. 22. 10. 2009]. Dostupný z WWW: <<http://www.empos.cz/attachments/7/78572f15e013f859a6a1e200190ce34.pdf>>.

- [13] *Řešení pro značení lokalizace podzemní sítě*. Elektro&Telecom 3M Česko, spol. s r.o. [online], c2007. [cit. 25. 10. 2009]. Dostupný z WWW:
<http://solutions.3mcesko.cz/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?locale=cs_CZ&Imd=1192543023000&assetId=1180586734260&assetType=MMM_Image&blobAttribute=ImageFile>.
- [14] ŠTOHANZL, P. *Využití programu ArcGIS pro telekomunikační síť: diplomová práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 66 stran. Vedoucí práce doc. Ing. Miloslav Filka, CSc.
- [15] VELIKÝ, T. *Datové přenosy po GSM sítích, technologie HSCSD, GPRS a UMT: diplomová práce*. České Budějovice: Pedagogická fakulta Jihočeské Univerzity-Katedra informatiky, 2002. 84 stran. Vedoucí diplomové práce PaedDr. Petr Pexa.
- [16] *Základy trasování inženýrských sítí*. Radoten s.r.o. [cit. 20. 10. 2009].

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

ADC	A dministrative C entre
APWA	A merican P ublic W orks A ssociation
AuC	A uthenticity C entre
BSC	B ase S tation C ontroler
BSS	B ase S tation S ubsystem
BTS	B ase T ransciever S tation
EIR	E quipment I dentifi R egister
EMS	E lektronik M ark S ystem
FDMA	F requency D ivision M ultiple A ccess
GIS	G eographic I nformation S ystem
GPS	G lobal P ositioning S ystem
GSM	G lobal S ystem for M obile C ommunication
HLR	H ome L ocation R egister
MS	M obile S tation
MSC	M obile S witching C entre
NMC	N etwork M anagement C entre
NSS	N etwork S witching S ubsystem
OMC	O perations and M aintenance C entre
OSS	O peration S ubsystem
PCN	P ersonal C ommunication N etwork
PCS	P ersonal C ommunication S ervices
RDBMS	R elational D ata B ase M anagement S ystem
SMS	S hort M essage S ervice
TDMA	T ime D ivision M ultiple A ccess
VLR	V isitor L ocation R egister

SEZNAM PŘÍLOH

A	PRVNÍ PŘÍLOHA.....	72
	A.1 DVD.....	72

A PRVNÍ PŘÍLOHA

A. 1 DVD

K bakalářské práci je přiložené DVD medium, které obsahuje fotodokumentaci laboratorní úlohy (navržení a vypracování) a také názornou video dokumentaci, která přibližuje principy vyhledání optického kabelu pomocí Ball markerů a iD Ball markerů.