



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ**

**ÚSTAV BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF BIOMEDICAL ENGINEERING

## **LOKALIZACE VOLAJÍCÍHO V INFORMAČNÍM SYSTÉMU URGENTNÍ MEDICÍNY**

LOCALIZATION OF THE CALLER IN EMERGENCY MEDICINE INFORMATION SYSTEM

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**FILIP MALEŇÁK**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**doc. Ing. JIŘÍ ROZMAN, CSc.**

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav biomedicínského inženýrství

# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

**Biomedicínská technika a bioinformatika**

**Student:** Filip Maleňák

**ID:** 126756

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2011/2012

## NÁZEV TÉMATU:

**Lokalizace volajícího v informačním systému urgentní medicíny**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1) Prostudujte základní prvky informačního systému používaného v urgentní medicíně a seznámte se s jeho funkcí. Zaměřte se především na modul dispečerského pracoviště a lokalizaci volajícího. 2) Navrhněte blokové schéma systému pro optimální lokalizaci volajícího na tísňovou linku. 3) Navrhněte možnou konkrétní realizaci zpřesnění lokalizace volajícího GPS modulem v mobilním telefonu. 4) Proveďte realizaci aplikace použitelné v mobilním telefonu pro odeslání polohy do systému. 5) Navrhněte konečné použití dat odesílaných mobilním telefonem k celkovému zpřesnění pozice volajícího a systém ověřte. 6) Proveďte diskusi získaných výsledků a zhodnoťte využitelnost této metody.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] Uživatelská příručka informačního systému S.O.S. Brno: Per4mance, 2011
- [2] COCOA. Úvod do programování počítačů Apple. Praha : Grada, 2009
- [3] URBÁNEK, P.: Plynulý informační tok je podmínkou včasné PNP a návazné NNP. Karlovarské dny PNP, 2010. Karlovy Vary, Sborník přednášek, s,16 (ISBN 978-80-254-6622-3) 2010

**Termín zadání:** 6.2.2012

**Termín odevzdání:** 25.5.2012

**Vedoucí práce:** doc. Ing. Jiří Rozman, CSc.

**Konzultanti bakalářské práce:**

**prof. Ing. Ivo Provazník, Ph.D.**

*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.

# **ABSTRAKT**

Cílem této bakalářské práce je rozbor metod používaných k lokalizaci volajícího na tísňovou linku 155 a významu přesné lokalizace v záchranné operaci. Popis jiných metod sloužících k lokalizaci volajícího a návrh řešení pro využití těchto metod za účelem zpřesnění polohy volajícího. Tísňová linka je zastoupena modulem zdravotnického operačního střediska informačního systému zdravotnické záchranné služby.

Navrhované řešení využití přesnějších metod lokalizace volajícího představuje aplikace iSOS pro mobilní telefon iPhone. Aplikace byla vytvořena na základě požadavků na jednoduchost a maximální efektivitu lokalizace volajícího v tísňové situaci.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Buňka, GPS, GSM, informační systém, iPhone, iPhone OS, iSOS, lokalizace, poloha, UMTS, zdravotnická záchranná služba (ZZS).

## **ABSTRACT**

Aim of this bachelor's thesis is to analyze methods that are used for localization of the caller during emergency call to 155 and the importance of an accurate localization during the rescue operation. Describe other methods that can be used for localization of the caller and draft of the solution for use these methods to enhanced localization of the caller. Emergency line is presented by the module of emergency operation center in emergency medical service information system.

Proposed solution for enhanced localization of the caller is given by the iPhone application iSOS. The application was designed on requirement of simplicity and maximum efficiency of caller localization in emergency situation.

## **KEYWORDS**

Cell, GPS, GSM, information system, iPhone, iPhone OS, iSOS, localization, location, UMTS, emergency medical service.

MALEŇÁK, F. *Lokalizace volajícího v informačním systému urgentní medicíny*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 70 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jiří Rozman, CSc..

## Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma "Lokalizace volajícího v informačním systému urgentní medicíny" 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. Jiřímu Rozmanovi, CSc. za odbornou pomoc a podnětné rady podávané vždy přátelsky a se zájmem, kdykoli to autor této práce potřeboval.

Dále děkuji Ing. Miloši Smejkalovi z firmy PER4MANCE a MUDr. Pavlu Urbánkovi, Ph.D. ze záchranné služby Jihomoravského kraje, kteří byli hlavními konzultanty této práce a bez kterých by nevznikl nápad na její zpracování. Děkuji také dalším konzultantům: Ing. Jiřímu Koutnému, Ing. Zbyňku Češkovi a Ing. Michaelu Angelovi za významnou pomoc při zpracovávání práce. Poděkování patří i doc. MUDr. Jiřímu Málkovi, CSc. z 3. Lékařské fakulty UK za souhlas s využitím edukačního videa o postupech základní neodkladné resuscitace pro potřeby této práce. V neposlední řadě děkuji také svým rodičům za podporu v průběhu celého studia na vysoké škole.

V Brně dne .....

.....  
podpis autora

# Obsah

ÚVOD.....	8
<b>1. ZDRAVOTNICKÁ ZÁCHRANNÁ SLUŽBA V ČR.....</b>	<b>9</b>
1.1 Přednemocniční neodkladná péče .....	9
1.2 Význam lokalizace volajícího v záchranném řetězci .....	10
1.3 Zdravotnická záchranná služba jako součást Integrovaného záchranného systému	12
1.4 Složky zdravotnické záchranné služby .....	13
1.4.1 Výjezdové skupiny .....	13
1.4.2 Zdravotnické operační středisko .....	14
1.5 Informační systémy zdravotnické záchranné služby .....	15
<b>2. INFORMAČNÍ SYSTÉM S.O.S. ....</b>	<b>16</b>
2.1 Vývoj informačního systému S.O.S. s lokalizací volajícího .....	16
2.2 Přehled modulů systému S.O.S. ....	18
2.3 Modul Zdravotnické operační středisko .....	21
2.3.1 Práce dispečera při řízení urgentní události v systému S.O.S. ....	21
2.3.2 Spolupráce modulu s externími systémy .....	23
2.4 Identifikace a lokalizace volajícího .....	24
<b>3. LOKALIZACE VOLAJÍCÍHO.....</b>	<b>25</b>
3.1 Současné metody lokalizace volajícího .....	25
3.1.1 Základní principy celulární mobilní sítě .....	25
3.1.2 Síť GSM.....	28
3.1.3 Síť UMTS .....	30
3.1.4 Metody lokalizace volajícího v celulární mobilní síti .....	32
3.2 Družicové určování polohy .....	35
3.2.1 NAVASTAR-GPS .....	36
3.2.2 A-GPS .....	39
3.2.3 GLONASS .....	40
3.3 Hybridní lokalizační systémy .....	41
<b>4. ZPŘESNĚNÍ POLOHY VOLAJÍCÍHO .....</b>	<b>42</b>
4.1 Návrh řešení pro zpřesnění polohy volajícího .....	42
4.2 Mobilní telefon iPhone .....	44
4.2.1 Technická specifikace mobilního telefonu iPhone 4S.....	44
4.2.2 Operační systém iPhone OS .....	45
4.3 Aplikace iSOS .....	47
4.3.1 Instalace a spuštění aplikace .....	48
4.3.2 Struktura aplikace .....	48
4.4 Ověření přesnosti lokalizace aplikací iSOS.....	54
4.4.1 Provedení testu.....	54
4.4.2 Dosažené výsledky .....	55
4.4.3 Využití aplikace iSOS v informačním systému ZZS .....	56
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>57</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>58</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK .....</b>	<b>61</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>63</b>

# Úvod

*„Střežte čas – neboť je to tkanivo, ze kterého je utkán život.“*

*G. Richardson*

V případech náhlého poškození zdraví či náhlého onemocnění mimo nemocniční zařízení, představuje zdravotnická záchranná služba první odbornou lékařskou pomoc. Tato pomoc bývá zpravidla povolána na základě tísňového volání svědkem mimořádné události, či samotným pacientem. Mezi základní informace předávané volajícím na tísňovou linku 155 patří mimo jiné i poloha události. Znalost přesné polohy události je naprosto zásadní pro poskytnutí včasné lékařské péče a záchranu života. V mnoha případech však volající v důsledku stresu spolu s neznalostí okolí není schopen svou přesnou polohu určit. V těchto situacích je nepostradatelným nástrojem dispečera zdravotnického operačního střediska možnost automatické lokalizace volajícího. Současná metoda automatické lokalizace volajícího z mobilního telefonu je však velmi nepřesná. Mobilní telefony dnes však nabízejí řadu technologií, které podávají velmi přesné lokalizační informace a současné informační systémy zdravotnické záchranné služby je nevyužívají.

Práce podává ucelený pohled na problematiku lokalizace volajícího pro potřeby zdravotnické záchranné služby v České republice a uvádí důležitost znalosti přesné polohy mimořádné události pro úspěch záchranné akce. Cílem je studie dalších metod, které by mohly být pro lokalizaci volajícího z mobilního telefonu na linku 155 využity. V rámci práce byla vyvinuta aplikace iSOS pro mobilní telefon iPhone, využívající všech dostupných technologií pro přesné určení místa mimořádné události. Představené řešení by znamenalo významný krok kupředu v problematice určování polohy volajícího na linku 155. Došlo by ke zkrácení výjezdových dob na místo události a tím i k rychlejšímu poskytnutí odborné zdravotní péče.



# 1. Zdravotnická záchranná služba v ČR

Žijeme v době, kdy dostupnost zdravotnické záchranné služby představuje ve většině případů jen několik málo minut. Existuje však i značné procento případů, kdy tomu tak z mnoha důvodů není. Cílem záchranných služeb v celé republice je minimalizace dojezdových dob a to i na místa s obtížnější dostupností. Rychlejšího zásahu je dosahováno zvyšováním počtu výjezdových stanovišť, či používáním modernějších a vyspělejších výjezdových prostředků. Žádné řešení však problém neřeší opravdu komplexně a efektivně. Nelze zřizovat výjezdová stanoviště v každé větší obci a nelze ani předpokládat nasazení letecké záchranné služby u všech případů. Nejdůležitějším parametrem pro úspěšný a rychlý zásah posádek zdravotnické záchranné služby je tak znalost přesné polohy místa události. Přesnou lokalizaci jsme schopni zkrátit výjezdovou dobu bez zásadních zásahů do již fungující infrastruktury. Pro pochopení významu přesné lokalizace mimořádné události se v této kapitole budeme věnovat obecným principům fungování zdravotnické záchranné služby.

## 1.1 Přednemocniční neodkladná péče

Spolu s vysvětlením přednemocniční neodkladné péče se nevyhneme některým pojmům, které jsou k pochopení problematiky důležité a se kterými se v této práci budeme nadále setkávat.

*Urgentní medicína* je návstavbový specializovaný obor medicíny, který se zabývá studii neodkladných stavů a poskytováním přednemocniční a časné nemocniční neodkladné péče, [2],[20].

*První pomoc (PP)* “je soubor opatření nebo postupů, které jsou při poranění nebo náhlém onemocnění postiženému poskytovány ještě před příjezdem specializované pomoci,” [4].

*Mimořádná událost (MU)* je situace, mající nežádoucí účinky na obyvatelstvo, jeho majetek, příp. společenské vztahy. Jedná se o situace s výskytem hromadného postižení zdraví (HPZ) a hmotných škod, či vysokou pravděpodobnost těchto ztrát, [5].

*Přednemocniční neodkladná péče (PNP)* je zdravotní péče o osoby postižené na zdraví v důsledku mimořádné události, úrazu nebo náhlého onemocnění, poskytovaná na místě vzniku výjezdovými skupinami zdravotnické záchranné služby. Tato péče zahrnuje nejen ošetření na místě vzniku události, ale i během dopravy k dalšímu odbornému ošetření a při předání nemocného v cílovém zdravotnickém (nemocničním) zařízení. PNP je specifickou kategorií medicíny, která zahrnuje složky resuscitační a intenzivní péče. Resuscitační péče je poskytována u nemocných, u kterých došlo k selhání jedné či více vitálních životních funkcí. Mezi tyto funkce řadíme dýchání, vědomí, krevní oběh, vnitřní prostředí a regulaci látkové výměny. Intenzivní péče je poskytována nemocným, u

kterých jsou vitální životní funkce ohroženy. PNP je tvořena souborem opatření, která mají za cíl zachránit a obnovit zdraví či život postiženého při jeho bezprostředním ohrožení. Léčebné postupy musejí být v tomto případě rychlé, komplexní a maximálně účinné, [2],[4],[20].

*Zdravotnická záchranná služba (ZZS)* je síť zdravotnických zařízení určených k poskytování přednemocniční neodkladné péče. Jejimi výkonnými složkami jsou zdravotnická operační střediska (ZOS) a výjezdové skupiny rychlé lékařské pomoci, rychlé zdravotnické pomoci a letecké záchranné služby. Tyto pojmy budou vysvětleny spolu s principy fungování ZOS.

*Zdravotnické operační středisko (ZOS)* je velmi důležitou součástí zdravotnické záchranné služby. Je místem, kam směřují jednotlivá tísňová volání. Operátoři ZOS rozhodují o oprávněnosti požadavku a urgentnosti výzvy a na základě odborného vyhodnocení vysílají odpovídající prostředky ZZS.

O *neodkladném stavu* hovoříme v případě, že pacient je přímo ohrožen na životě. Tento stav postiženého vyžaduje pokud možno okamžitou pomoc na odpovídající odborné úrovni. Nemocný je ve stavu tísně a o situaci, která se kolem něj vytvořila, hovoříme jako o tísňové. Ve většině případů je postižený odkázán sám na sebe či na první pomoc laiků. Tehdy má naprosto zásadní význam nejen poskytnutí alespoň nějaké první pomoci, ale též přivolání prostředku rychlé záchranné služby pro poskytnutí péče odborníkem a následný převoz pacienta. Volání o pomoc má charakter tísňového volání.

Pomoc postižené osobě přichází v několika etapách. Začíná ve většině případů laickou první pomocí, následuje přednemocniční neodkladná péče a nakonec péče poskytovaná specializovaným zdravotnickým zařízením. Lze tedy shrnout, že PNP zahrnuje péči jak na místě úrazu či náhlého onemocnění, tak péči v průběhu transportu a končí předáním pacienta do zdravotnického zařízení za účelem dalšího vyšetření a ošetření, [20].

## **1.2 Význam lokalizace volajícího v záchranném řetězci**

Na základě tísňového volání přijatého operátorem zdravotnického operačního střediska je vyslána výjezdová skupina zdravotnické záchranné služby. Délka dojezdové doby, to znamená čas od předání výzvy k výjezdu posádce zdravotnické záchranné služby až do jejího příjezdu k postiženému, je závislá na mnoha neovlivnitelných faktorech (vzdálenost, aktuální dopravní situace, sjízdnost komunikací). Důležitým faktorem ovlivňujícím dojezdovou dobu je též schopnost určit přesně polohu postiženého (volajícího). Ve městech se dojezdová doba pohybuje v rozmezí 10 – 15 minut a mimo město může být ještě delší. Především v terénu a v menších obcích, často bez adekvátního značení ulic a domů, bývá přesná lokalizace místa havárie naprosto nepostradatelnou informací. Je nutné si uvědomit, že lidé se při komunikaci s operátorem linky 155 nacházejí ve stresové situaci a nejsou často schopni racionálně uvažovat, natož

pak přesně popsat místo události. Pokud by ve všech případech existovalo technické řešení, které by operátorovi zdravotnického operačního střediska umožnilo přesně lokalizovat místo události a to nezávisle na informacích podávaných volajícím, které jsou často nepřesné, zvýšila by se pravděpodobnost včasného zásahu a tím i šance postižených na přežití. Určením přesného místa zásahu záchranných složek tedy zkrátíme dojezdovou dobu a zajistíme včasnější poskytnutí specializované první pomoci.

Důležitost včasného zákroku při úrazu či náhlém onemocnění dokládá i fakt, že o přežití raněného rozhoduje především prvních 15 minut po zranění. “Již za 5 minut asystolie a apnoe odumírají mozkové buňky, za 10 minut krvácení může vzniknout ireverzibilní šok vedoucí v horizontu několika dní k multiorgánovému selhání,” [4]. Velmi důležité je tedy poskytnout postiženému alespoň laickou první pomoc. Ani ten nejlepší lékařský tým nedokáže zabránit komplikacím či smrti, pokud není bezprostředně po vzniku úrazu poskytnuta alespoň nějaká první pomoc.

Mezi obecně uznávané a přijaté zásady první pomoci patří fakt, že první pomoc má být poskytnuta neodkladně, vždy a každým (občanská povinnost). Je nutné zajistit podporu životně důležitých funkcí postupy základní neodkladné resuscitace, která je prováděna do doby jejich obnovení nebo do předání pacienta výjezdové skupině zdravotnické záchranné služby, [20].

Záchranný řetězec lze rozdělit do čtyř základních kroků podle, [4].

1. *Okamžitá opatření* se týkají poskytnutí laické první pomoci při stavech ohrožujících život. Patří sem zabezpečení místa havárie a případné vyproštění zraněného z nebezpečné oblasti. Dále pak základní neodkladná resuscitace (nepřímá srdeční masáž spojená s umělým dýcháním), zástava krvácení, stabilizovaná poloha a protišoková opatření.
2. *Přivolání odborné pomoci* probíhá v ČR telefonicky a to na národním tísňovém čísle 155. Je nutné říci, že tísňové číslo 112 neslouží primárně k příjmu tísňové výzvy stavů život ohrožujících. Operátor linky 112 musí informaci pro výjezd předat na linku 155, jelikož sám nedisponuje žádnou zdravotnickou posádkou a není zdravotníkem. O vyslání posádky ZZS rozhoduje operátor linky 155, tedy operátor zdravotnického operačního střediska, [2].
3. *Léčba a převoz záchrannou službou*, je dalším krokem v řetězci. Tento bod zahrnuje odbornou přednemocniční neodkladnou péči včetně rozšířené neodkladné resuscitace a další doplnění laické první pomoci na místě. Dále monitoraci a léčbu během transportu a samotný transport do zařízení schopného poskytnout léčbu definitivní.
4. *Definitivní ošetření ve zdravotnickém zařízení.*

### 1.3 Zdravotnická záchranná služba jako součást Integrovaného záchranného systému

Zdravotnická záchranná služba je v ČR samostatným funkčním celkem, je ale také součástí tzv. Integrovaného záchranného systému (IZS). IZS vznikl na základě potřeby sjednotit každodenní spolupráci hasičů, zdravotníků, policie a dalších složek při řešení mimořádných událostí. Spolupráce těchto záchranných složek existovala vždy, avšak odlišná pracovní náplň a pravomoci vyžadovaly a vyžadují určitou koordinaci, [10].

“IZS je třeba chápat jako systém funkčních vazeb, zabezpečující jednotný, koordinovaný a efektivní postup záchranných, pohotovostních, odborných, ochranných a jiných služeb či složek nebo orgánů státní správy a samosprávy v ochraně obyvatelstva před mimořádnou událostí a odstraňování následků mimořádné události,“ [5].

Mezi základní složky Integrovaného záchranného systému tvořící „páteř“ systému patří: hasičský záchranný sbor (HZS), zdravotnická záchranná služba (ZZS) a policie České republiky. Tyto složky označujeme jako *obligatorní*. Vyžaduje-li to charakter mimořádné události, mohou být do IZS zapojeny i tzv. *fakultativní* složky, jako například jednotky báňské, horské nebo vodní záchranné služby. Funkčnost a připravenost IZS je zákonem uložena hasičskému záchrannému sboru, při něm jsou zřízeny i stálé orgány pro koordinaci činnosti složek IZS. Jedná se o tzv. operační a informační střediska IZS. Informační systém, pracující v těchto střediscích však není nijak výrazně napojen na informační systémy ZZS. Předávání informací probíhá dnes již zastaralým a neefektivním způsobem prostřednictvím telefonického hovoru, [5].

#### Uspořádání zdravotnické záchranné služby v ČR

Základním požadavkem na uspořádání výjezdových stanovišť zdravotnické záchranné služby je, aby dojezdová doba pro poskytnutí přednemocniční neodkladné péče byla zabezpečena do 20 minut od přijetí tísňové výzvy. Podobu sítě ZZS vytváří kraj, který je jejím zřizovatelem.

Na základě novely zákona 1. 1. 2003 vzniklo 14 krajských Územních středisek záchranné služby zřizovaných jednotlivými krajskými úřady a tyto nyní odpovídají za poskytování PNP na území kraje. V určitých směrech je však přílišná míra autonomie problémem. V různých krajích ČR se tak setkáváme například s jinými pracovními oděvy či jiným grafickým designem výjezdových vozidel. Daleko větší problémy vznikají v rozdílném fungování zdravotnických operačních středisek. Ojedíněle zůstala zdravotnická operační střediska spádově na úrovni bývalých okresů. V některých krajích došlo k vytvoření několika oblastních středisek či k vytvoření jednoho krajského operačního střediska s jedním menším záložním. Problémem je také v nejednotnosti informačních systémů, které záchranné služby v jednotlivých krajích používají. A tak zatímco v Praze či Jihomoravském kraji je informační systém schopen volajícího (byť velmi nepřesně) lokalizovat. Ve většině ostatních krajů nikoliv, [6],[25].

Doplňme ještě, že činnost záchranných služeb v ČR je založena na znění vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 434 z roku 1992 v novelizovaném znění, [6].

## 1.4 Složky zdravotnické záchranné služby

Základní výkonné složky zdravotnické záchranné služby jsou dvě, jedná se o tzv. výjezdové skupiny ZZS a zdravotnické operační středisko.

### 1.4.1 Výjezdové skupiny

Výjezdové skupiny ZZS jsou co do složení jasně definované týmy pracovníků toho kterého kraje zabezpečující:

- a) *Primární výkony*, jimiž rozumíme realizaci požadavků zdravotnického operačního střediska na základě tísňové výzvy, k poskytnutí přednemocniční neodkladné péče včetně jízdy nebo letu k postiženému, jeho vyšetření a ošetření na místě zásahu a dopravu do nejbližšího vhodného zdravotnického zařízení podle charakteru a závažnosti zdravotního stavu. V neposlední řadě také spolupráci při urgentním příjmu postiženého.
- b) *Sekundární výkony* představující mezinemocniční neodkladnou péči. Tímto rozumíme přepravu nemocných, raněných a rodiček v podmínkách přednemocniční neodkladné péče mezi zdravotnickými zařízeními po jejich předchozí domluvě.
- c) Likvidaci následků hromadných postižení zdraví a katastrof nebo jiných mimořádných situací v přednemocniční fázi, [5].

Složení výjezdových skupin co do počtu a odbornosti pracovníků se liší na základě druhu výjezdové skupiny. Úkoly toho kterého člena týmu výjezdové skupiny si uvádět nebudeme. Uvedeme si však jednotlivé typy výjezdových skupin poskytující přednemocniční neodkladnou péči dle složení jejich týmu.

#### 1) Skupina *rychlé zdravotnické pomoci (RZP)*

Je nejméně dvoučlenná posádka složená ze záchranářů, z nichž alespoň jeden má statut NLZP (nelékařský zdravotnický pracovník) s licenci pro samostatný výkon povolání bez odborného dohledu a je současně vedoucím skupiny.

#### 2) Skupina *rychlé lékařské pomoci (RLP)*

Jedná se o nejčastěji o tříčlennou posádku složenou ze dvou pracovníků se zařazením NLZP pracujících pod vedením lékaře, který je vedoucím výjezdové skupiny.

### 3) *Letecká záchranná služba (LZS)*

Zdravotnická část posádky je nejméně dvoučlenná ve složení lékař a NLZP, [5].

### 4) *„Rendez-vous“ systém (RV)*

Je poněkud odlišným typem organizace zásahu. V tomto systému se posádky RLP a RZP v případě potřeby setkají až v místě zásahu. V sanitním voze zasahuje nejméně dvoučlenná posádka ve složení RZP (viz výše). V osobním voze pak jeden či dva NLZP a lékař. Lékař po příjezdu na místo pacienta ošetří a je-li nutný převoz nemocného do zdravotnického zařízení, je pro tento účel přivolán i tým RZP (v případech, kdy dosud není na místě). Tento tým pak zajistí převoz pacienta a lékař v osobním voze může ihned pokračovat k dalšímu zásahu. Toto platí pouze tehdy, pokud situace nevyžaduje přítomnost lékaře v průběhu transportu pacienta. Výhodou je zkrácení doby, po kterou je lékař „blokován“.

Rozhodnutí o závažnosti dané události a vyslání té které výjezdové skupiny je výhradně v kompetenci dispečera zdravotnického operačního střediska. Při ohrožení základních životních funkcí nebo v případech, kdy jejich ohrožení reálně hrozí, je na místo vyslána posádka rychlé lékařské pomoci nebo letecké záchranné služby. V jiných případech lze pacientovi poskytnout pomoc posádkou rychlé zdravotnické pomoci, [5].

#### **1.4.2 Zdravotnické operační středisko**

V současné době nelze očekávat dobré výsledky činnosti záchranné služby bez dobře fungujícího zdravotnického operačního střediska. Jedná se o centrální „mozek“ celé akce od přijetí telefonické výzvy mající charakter tísňového volání až po předání pacienta specializovanému zdravotnickému zařízení pro další ošetření. Jediný kontakt operačního střediska s událostí je krátký telefonický rozhovor s volajícím a pak již řízení události pomocí vhodného modulu informačního systému. Jak si později ukážeme na systému S.O.S. jedná se o modul "Zdravotnické operační středisko".

Prvním úkolem zdravotnického operačního střediska je kvalifikovaný příjem, zpracování a vyhodnocení telefonických výzev na linku 155, která je v každém kraji směřována na krajské ZOS. Druhým úkolem je pak samotné operační řízení. Organizace práce ZOS odráží tyto základní úkoly. Práce je rozdělena mezi tzv. call-takery a dispečery operačního řízení. Úkolem call-takerů je příjem a zpracování tísňových výzev. Průměrná doba hovoru operátorky na lince 155 tzv. call-taking trvá okolo minuty a v tomto čase musí od volajícího zjistit charakter události, závažnost a počet postižených, místo a čas události. Údaje zapisuje call-taker do počítače a předává dál operátorům operačního řízení, kteří na základě závažnosti situace vysílají jednotlivé výjezdové skupiny. Krajské ZOS má úplný přehled o možnostech nasazení jednotlivých výjezdových skupin v kraji.

Jak již bylo řečeno, tísňové číslo 112 neslouží primárně k příjmu tísňových výzev zdravotnického charakteru a operátor linky 112 musí informaci pro výjezd předat na linku 155, jelikož sám nedisponuje žádnou zdravotnickou posádkou a není zdravotníkem. Komunikaci mezi linkami 112 a 155 komplikuje i absence dlouho plánované služby datové věty, která by umožňovala datový přenos “nezkomolené” informace. Realitou je tedy telefonické předání informace pro výjezd, která je značně neefektivní a o podpoře předání dat o lokalizaci volajícího nemůže být ani řeč.

Je nutné konstatovat, že ne každý telefonát má charakter tísňové výzvy a žádosti o pomoc. Pracovníci zdravotnického operačního střediska se setkávají i s případy, kdy si volající vymýšlejí události a “testují” linky. Úkolem pracovníka ZOS je pokud možno takového volajícího rozpoznat. K tomuto účelu mu slouží i nástroje informačního systému pro identifikaci volajícího, kdy se na základě “zlomyslných” telefonátů vytváří tzv. “blacklist”. Ten obsahuje telefonní čísla falešných žádostí o pomoc. Nejen z tohoto důvodu jsou veškeré hovory na lince 155 nahrávány a archivovány, [12].

## **1.5 Informační systémy zdravotnické záchranné služby**

Práci krajských záchranných služeb si nelze představit bez podpory odpovídajícího informačního systému. Systém musí komplexně zajišťovat fungování celé krajské zdravotnické záchranné služby, počínaje příjmem tísňových výzev a konče tiskem závěrečných zpráv o výjezdu či tvorbou dlouhodobých statistik. Důležitou součástí těchto systémů je i podpora automatické lokalizace volajícího z pevných linek a mobilních telefonů. Žádný ze systémů používaných v České republice však dosud nedisponuje podporou lokalizace volajícího z mobilního telefonu prostřednictvím jeho integrovaného GPS přijímače. Informační systémy se tak “spoléhají” na informace o poloze mobilního telefonu poskytované jednotlivými mobilními operátory, které jsou v mnoha případech značně nepřesné.

V České republice v důsledku krajského rozdělení ZZS vzniklo hned několik řešení informačních systémů. Ty představují firmy PER4MANCE, PROFIA a MEDIUMSOFT. Tato práce je zaměřena na možnosti rozšíření informačního systému S.O.S. vyvinutého firmou PER4MANCE. Důvodem je především přístup k informacím o tomto řešení v konkrétní realizaci systému v Jihomoravském kraji a Hlavním městě Praze. Kvality systému S.O.S dokládá přechod celé záchranné služby Hlavního města Prahy na tento systém v minulém roce. V této práci tedy nebudou popsána řešení systémů vyvinutých firmami PROFIA a MEDIUMSOFT.

## 2. Informační systém S.O.S.

Každý den v životě s sebou přináší mnohé problémy a úkoly o kterých jsme v danou chvíli přesvědčeni, že jejich vyřešení a splnění je pro nás naprostou prioritou. Existují však hodnoty daleko významnější, kterých si často začneme všimnout příliš pozdě. Lidský život představuje hodnotu, která se na základě chvilkové nepozornosti či sledu náhodných událostí stane tím jediným problémem, který je nutné řešit. Přednemocniční neodkladná péče a medicína katastrof je velmi specializovaným oborem medicíny. Vědeckotechnický pokrok spolu s moderními informačními a komunikačními technologiemi dávají tomuto oboru do rukou silnou zbraň zachraňující životy. Zde v medicíně urgentních stavů více než v mnohých jiných oborech je touto zbraní fungující informační systém. Zdánlivě neviditelný pomocník, který doprovází pacienta od tísňového volání až po jeho případnou hospitalizaci. Pomocník, který pomáhá v prvních kritických minutách, ale i následně pro generování dlouhodobých statistik záchranných výjezdů zdravotnické záchranné služby. V Jihomoravském kraji a dalších čtyřech krajích včetně Hlavního města Prahy je tímto pomocníkem Informační systém S.O.S vyvinutý firmou Per4mance.

### **Cíle a struktura systému S.O.S.**

Podle [21] je cílem systému komplexní řízení chodu krajské záchranné služby a to v následujících oblastech:

- a) Práce dispečera při obsluze urgentních událostí
- b) Komplementace potřebných dat o události pro pojišťovny či vytváření statistik
- c) Zaměstnanecká agenda zahrnující plánování směn či mzdové výkazy
- d) Správa vozového parku zahrnující knihu jízd či možnost online sledování vozů
- e) Správa ekonomiky provozu ZZS (sklady, spotřeba léků...)
- f) Administrace systému a správa jednotlivých stanic ZZS a jejich monitoring

Velké nároky byly kladeny též na stabilitu provozu a zajištění dat.

### **2.1 Vývoj informačního systému S.O.S. s lokalizací volajícího**

Informační systém S.O.S. byl vyvinut na základě potřeb brněnské záchranné služby v roce 1997. Od roku 2003 se novelou zákona č. 290/2002 Sb. Jihomoravský kraj stal přímým zřizovatelem zdravotnické záchranné služby a používaný informační systém se začal vyvíjet na základě nových potřeb, způsobených touto změnou. Postupem času došlo k rozšíření systému i do dalších krajů České republiky. Prvním po kraji Jihomoravském byl kraj Pardubický. Následovaly kraje Ústecký a Plzeňský. Posledním místem aplikace systému se stalo hlavní město Praha. Na základě požadavků pražské záchranné služby byl systém v mnoha směrech přepracován a upraven. Změny byly provedeny především



v grafickém rozhraní jednotlivých modulů a byla zvýšena přehlednost a efektivita práce dispečera. Na základě těchto provedených změn je záměrem přepracovat také ostatní verze systému používané v dalších krajích. Před popisem samotného systému s lokalizací volajícího se nejdříve seznámíme s jeho vývojem od roku 1997 do současnosti, [28].

V prvních chvílích řízení události je zásadní komunikace mezi dispečerským pracovištěm a základnou, disponující zdravotníky s výjezdovým vozem. Snahou systému bylo redukovat hlasovou komunikaci mezi dispečerem a výjezdovou skupinou. Hlasová komunikace je ve chvílích zásahu příliš zdlouhavá a existuje velká pravděpodobnost vzniku nepřesností způsobených chybným porozuměním. Při prvním spuštění systému byl tento problém řešen tiskem informací o výjezdu v papírové podobě. Informace vyplňoval na základě volajícího dispečer. Výstupem lokalizace události pak bylo automatické generování stran a sektorů mapy na tištěný příkaz k výjezdu, podle kterých výjezdová skupina místo v papírových mapách dohledala. Dnes jsou údaje o místě události automaticky odesílány do navigační jednotky umístěné přímo ve výjezdovém voze (tzv. CarPC). Musíme se však na dnes možná směšné začátky dívat tak, že již v době papírově tisknutých výzev zde byla velká úspora času. Každé kliknutí myši dispečera vlastně představuje větu, kterou by dříve musel vyslovit pro podání informací o výjezdu výjezdové skupině. Eliminovány byly také chyby způsobené špatným porozuměním při hlasové komunikaci.

Důraz je nyní kladen na maximální využití moderních informačních a komunikačních prostředků. Přesun informací a dat z papírových pořadníků a tabulek do elektronické podoby tak, aby s nimi bylo možno pracovat rychle a bezchybně. Systém přinesl velké zpřehlednění situace záchranného výjezdu a efektivnější dělbu práce mezi jednotlivé dispečery zpracovávající události. V začátcích systému bylo možné z dispečerského pracoviště ovládat jen tři výjezdová stanoviště. Jedno v centru města Brna a dvě periferní. Jednalo se však o velmi zásadní krok, který se ukázal jako důležitý v době rozšíření systému na celý Jihomoravský kraj v roce 2003. Zde již bylo použití informačního systému nezbytností a zkušenosti z realizace v Brně bylo možné centralizovat a rozšířit na celý kraj. Před rokem 2003 byly záchranné služby rozděleny na okresní celky. V tomto případě se do určité míry dalo vycházet z místních znalostí dispečerů. Dispečer v rámci svého obsluhovaného regionu předpokládal na základě svých zkušeností, jaký je charakter problému volajícího a dokázal případně na základě místní znalosti definovat i místo události. S příchodem centrálního krajského řízení bylo nutné systém doplnit o takové nástroje, aby i dispečer neznalý místních poměrů dokázal bezchybně řídit záchrannou akci a to včetně její přesné lokalizace.

Jako další důležitý krok ve vývoji systému je možné chápat jeho kompletní duplikaci na záložní server. V případě výpadku či poruchy primárního serveru tak může být jeho funkce plně nahrazena serverem záložním.

Velkým přínosem bylo rozšíření systému o možnost lokalizace volajícího. Tato služba byla nejdříve poskytována pro volající z pevných linek a následně byla rozšířena i pro lokalizaci volajících z mobilních telefonů. Jak však bude popsáno v dalším textu, není používán způsob lokalizace zdaleka tak přesný, jak by bylo třeba a existuje zde velký potenciál pro zlepšení, což je ostatně tématem této práce.

## 2.2 Přehled modulů systému S.O.S.

Práce krajské záchranné služby je rozdělena do několika propojených funkčních celků. Podobným způsobem je členěn i používaný informační systém. Funkce systém jsou rozděleny do tzv. modulů, z nichž každý je zaměřen na jinou oblast práce krajské ZZS. Uvedeme nyní moduly systému podle [21].

### 1) Modul *Směny*

Modul sloužící pro plánování a evidenci směn. Dále pak pro přípravu prostředků použitelných dispečinkem, tisk výkazů mzdových nároků lékařů a záchranářů, včetně zohlednění přesčasů či částečných úvazků.

### 2) Modul *Zdravotnické operační středisko*

Modul zdravotnického operačního střediska (ZOS) představuje grafické uživatelské rozhraní, zabezpečující evidenci okamžitého stavu použitelných prostředků záchranné služby pro případ nové události, která vyžaduje jejich okamžité nasazení. Modul prostřednictvím grafického uživatelského rozhraní zajišťuje informační podporu pro oba dva hlavní úkoly operačního střediska, tedy call-taking a operační řízení.

Velmi důležitou součástí tohoto modulu je lokalizace volajícího na tísňovou linku s využitím databáze adresních bodů a spoluprací s geografickým informačním systémem (GIS). O tomto modulu pojednáme více v samostatné kapitole.

### 3) Modul *Základna*

Příjem, potvrzení a tisk výzev k výjezdu, to jsou hlavní funkce modulu základna. Mezi další funkce patří doplňování informací o výjezdu po návratu posádky. Mezi takové informace lze řadit např. informace o pacientech, podaných lécích, výkonech či doplnění jiných statistických dat.

### 4) Modul *Kontrolní pracoviště*

Jedná se o modul, díky kterému jsou doplňovány chybné či nekompletní údaje o pacientech či výjezdu tak, aby je bylo možné postoupit pojišťovně. Modul obsahuje mechanismy přístupu ke všem potřebným informacím či možnost položit dotaz přímo na výjezdovou skupinu, která měla událost na starosti tak, aby byla veškerá data o výjezdu kompletní.

#### 5) Modul *Pojišťovny*

Tento modul slouží pro spolupráci systému S.O.S. s pojišťovny. Zahrnuje mimo jiné generování dávek pro pojišťovny na základě zkontrolovaných dat.

#### 6) Modul *Kniha jízd*

Je modulem poskytujícím přehled knihy jízd vozů ZZS. Je generován automaticky na základě údajů zadaných v modulech "Zdravotnické operační středisko" a "Základna". Řidič vozidla ZZS doplňuje pouze informace o stavu nádrže, čerpání pohonných hmot či jízdách mimo akce záchranné služby. Na základě údajů z knihy jízd je možné zpracovávat statistiky spotřeby jednotlivých vozů či množství provedených výkonů.

#### 7) Modul *Hotovost*

Slouží pro evidenci finanční hotovosti jednotlivých zaměstnanců ZZS. Je automaticky upravován na základě informací o stavu a čerpání pohonných hmot, které jsou evidovány v modulu "Kniha jízd". Modul je využíván pro sledování aktuální hotovosti zaměstnanců, vydávání hotovosti nové a tisk měsíčních výkazů jednotlivých zaměstnanců. Systém je vybaven také schopností pracovat s platbami kreditními kartami.

#### 8) Modul *Sklady*

Pro zajištění vysoké efektivity práce s léky a zdravotnickým materiálem je vhodné v rámci systému S.O.S. provozovat i modul Sklady, evidující stav materiálu a léků. Sklady jsou v systému krajské záchranné služby rozděleny do tří úrovní. První je hlavní krajský sklad materiálu, druhou mezisklady, obsluhující jednu či více základen, a třetí úrovní jsou samotné výjezdové vozy. Modul generuje data potřebná pro nezbytnou administrativu.

#### 9) Modul *Administrace*

Díky tomuto modulu lze jednoduše spravovat veškerá data zaměstnanců záchranné služby, kteří používají její informační systém. Součástí modulu je například možnost konfigurace přístupových práv jednotlivých uživatelů či konfigurace dat vozů a základen.

#### 10) Modul *Statistiky*

Umožňuje generování statistických výstupů na základě uživatelem vybraného filtru dat, která jsou následně předávána do textového souboru pro další analýzu. Jinou možností je spolupráce se systémem Oracle Business Intelligence.

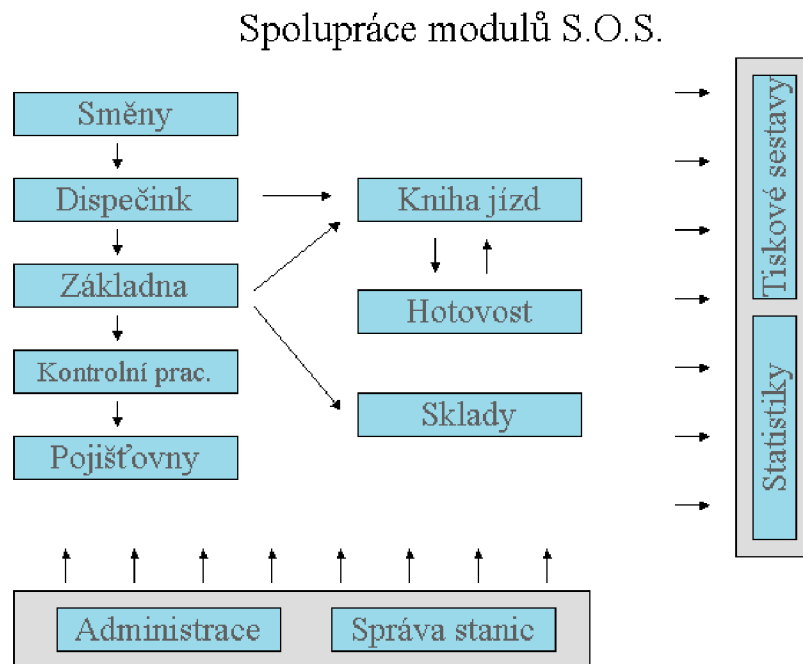
#### 11) Modul *Tiskové sestavy*

Modul generující tiskové výstupy pro vybrané období jako je například hlášení úrazů či žádosti o pitvu.

## 12) Modul *Správa stanic S.O.S.*

Modulem správy stanic rozumíme možnost vzdálené konfigurace vlastností a nastavení jednotlivých stanic systému, automatické distribuce aktualizací jednotlivých aplikací a monitorování provozu systému.

Přehled všech modulů a znázornění jejich spolupráce je na obrázku (obr. 1).



Obr. 1: Znázornění spolupráce modulů systému S.O.S. [21]

Jednotlivé moduly systému spolu velice úzce komunikují a sdílejí navzájem mnoho informací. Systém vkládání dat je přitom založen na rozdílných přístupových právech toho kterého zaměstnance ZZS. Data do systému může vkládat vždy ten zaměstnanec, kterého se informace přímo týká a který je svým pracovním zařazením za její vložení zodpovědný. Vložená data mohou být následně využita jinými uživateli systému pracujícími pod jiným modulem.

Jako příklad výměny dat mezi jednotlivými moduly uveďme případ výjezdu ZZS. Prvotní data o daném výjezdu či akci zadávají dispečeri a to například na základě telefonické výzvy na linku 155. Po návratu z výjezdu zasahující tým doplní k těmto datům další informace o právě proběhlém výjezdu, aby pak dispečink mohl těchto doplněných dat využít pro generování kompletního deníku dispečera. Jiným příkladem může být model vytváření plánů jednotlivých směn. Plány směn jsou vytvářeny v modulu "Směny" a to vedoucími směn. Takto vložená data využívají dispečeri ve svém modulu pro práci s dostupnými prostředky.

Finální sběr a kontrolu vložených dat provádí modul "Kontrolní pracoviště". Vkládaná data jsou také využívána pro generování dávek jednotlivým pojišťovnám a to v modulu "Pojišťovny". Řidič vozidla ZZS doplňuje do systému v modulu "Knihy jízd" pouze informace týkající se samotného provozu vozu jako například čerpání pohonných hmot či výjezdy mimo akce. Další informace jsou do tohoto modulu generovány automaticky na základě dat vložených záchranáři nebo dispečery. Modul "Knihy jízd" spolupracuje také s modulem "Hotovost", kde jsou zohledňovány informace o finančních prostředcích na základě čerpání pohonných hmot atd. Moduly "Statistiky" a "Tiskové sestavy" pak pracují nad zmíněnými moduly a slouží například pro generování hromadných statistických výstupů.

System S.O.S. ve své základní podobě představuje kompletní nástroj pro správu krajské záchranné služby. Volitelně je však možné jej vybavit celou řadou dalších modulů, které jeho funkce rozšiřují. Mnoho doplňkových služeb je takto propojeno s modulem "Zdravotnické operační středisko", kterému bude věnována vlastní kapitola. Lze říci, že na tento modul je napojeno velké množství externích služeb, mezi které patří i možnost lokalizace volajícího. Z dalších zajímavých vlastností jmenujme například modul "Mzdy", který je napojen na modul "Směny" a umožňuje tisk výkazů mzdových nároků či spolupráci s jiným mzdovým softwarem, [21].

## **2.3 Modul Zdravotnické operační středisko**

Modul Zdravotnického operačního střediska představuje v systému S.O.S. "Centrální mozek" při řízení záchranné akce. Jak již bylo uvedeno v předchozím textu, jedná se o grafické uživatelské rozhraní představující evidenci okamžitého stavu použitelných záchranných prostředků, příjem hlášení, vysílání posádek k výjezdům, evidenci průběhu výjezdu a mnoho dalšího. Jde tak o základní nástroj pro práci zdravotnického operačního střediska (call-taking a operační řízení). Právě v tomto modulu dochází k vlastní lokalizaci volajícího. Funkcím a možnostem tohoto modulu se budeme věnovat v následujícím textu.

### **2.3.1 Práce dispečera při řízení urgentní události v systému S.O.S.**

Uživateli modulu "Zdravotnické operační středisko" jsou pracovníci operačního střediska zdravotnické záchranné služby. Charakter práce zaměstnanců v tomto modulu se tak přímo odvíjí od povahy práce operačního střediska. Pracovníci jsou zařazeni do rolí (skupin) a to podle jejich úkolů a rozsahu oprávnění při práci se systémem.

Hlavní uživatelské role podle [27] jsou:

- Operátor (call-taker / dispečer)

Práci *call-takera* je přijímání tísňových výzev, provádění identifikace a lokalizace události. Přijaté výzvy následně zpracovává *dispečer*, který přiděluje událostem příslušné prostředky ZZS a provádí operační řízení.

- Vedoucí dispečer  
Dohlíží na práci operátorů a provádí dílčí administrativní úkony.
- Supervizor (správce)  
Provádí složitější administrativní úkony v systému spolu s údržbou mapových podkladů a jejich synchronizací.

Přesnou definicí pojmu operační středisko spolu se základní charakteristikou jsme se zabývali dříve. Nyní si principy práce ukážeme v souvislosti s možnostmi, které nabízí modul zdravotnického operačního střediska systému S.O.S. Mezi základní funkční prostředky systému podle [27] patří:

- příjem tísňových výzev zajišťovaný operátory pracujícími v režimu “call-taker“
- operační řízení zajišťované operátory pracujícími v režimu “dispečer“
- podpůrná činnost zajišťovaná vedoucími dispečery a správci systému

Roli *call-taker* odpovídají tyto nástroje podporující příjem tísňových výzev

- identifikace a lokalizace volajících (lokalizace mobilních telefonů a sběr dat služby pro lokalizaci pevných linek)
- podpora pro předávání informací o události ostatním složkám záchranného systému, mluvčí atd.

Roli *dispečer* odpovídají tyto nástroje podporující operační řízení

- dokonalý přehled nad řešením události na základě vhodného GUI se zřetelně znázorněnými vazbami mezi událostmi a zasahujícími výjezdovými skupinami
- úzká spolupráce s GIS (zobrazení všech aktuálně řešených událostí v GIS)
- podpora komunikace s výjezdovými skupinami (výzvy k výjezdu odesílané na pager a do CarPC, opakované předávání informací v rámci řešení událostí)
- podpora datového předávání navigačních informací výjezdovým skupinám
- automatický sběr dat o stavech výjezdových skupin z CarPC.

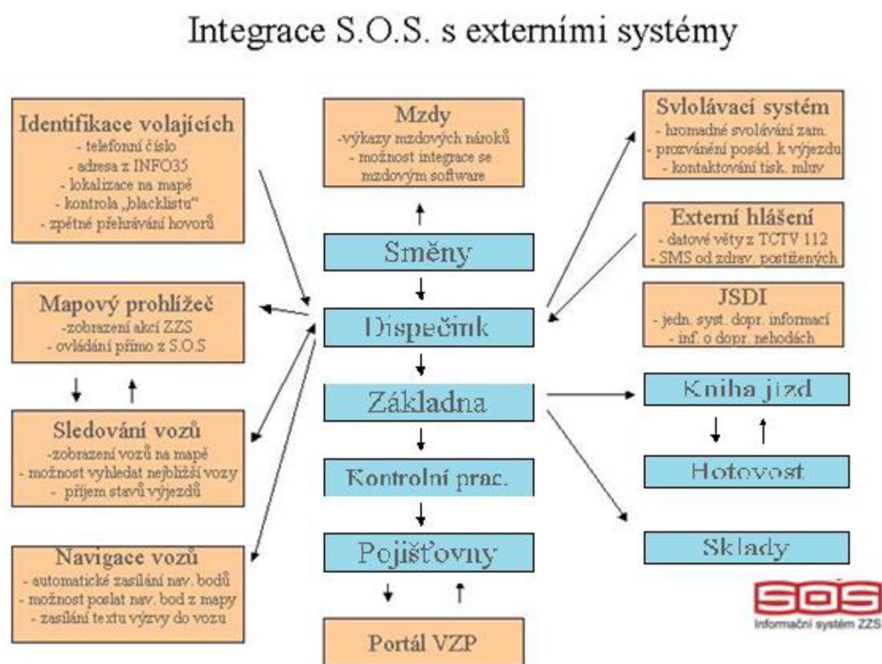
Uživatelé (zaměstnanci zdravotnického operačního střediska) jsou se systémem v kontaktu prostřednictvím vhodného grafického uživatelského rozhraní, které je navrženo pro pracoviště s více monitory. Přístup uživatele k jednotlivým funkcím aplikace je řízen na základě rozdílných přístupových práv. Tyto vyplývají z jeho uživatelské role, které jsou přidělovány správcem systému.

Modul zdravotnického operačního střediska je primárně určen pro pracoviště se třemi monitory. Dva monitory využívá modul ZOS a jeden monitor modul GIS, (viz příloha A). Navíc má dispečer k dispozici dotykový displej pro ovládání radiové a telefonní komunikace. Tento displej pracuje nezávisle na instalaci systému S.O.S. Uspořádání monitorů a modulů ZOS a GIS, viz příloha B – D. Toto uspořádání odpovídá nejnovější verzi systému S.O.S. realizované pro pražskou ZZS. Levý monitor slouží pro zobrazení přehledu dostupných výjezdových skupin ZZS. Střední monitor zobrazuje operační situaci (řešené události, fronta čekajících událostí atd.). Na pravém monitoru se pak nachází zobrazení operační situace modulem GIS, jako je poloha řešených událostí či polohy a stavy výjezdových skupin.

Uživateli pak stačí vybrat libovolnou výjezdovou skupinu na jednom monitoru a na druhém monitoru je následně automaticky vybrána související událost a naopak. Stejně probíhá i synchronizace mezi moduly ZOS a GIS.

### 2.3.2 Spolupráce modulu s externími systémy

Mnohé ze zmíněných funkcí modulu ZOS jsou založeny na spolupráci s externími systémy. Propojení externích systémů se základním modelem systému S.O.S. je vyznačeno na obrázku (obr. 2).



Obr. 2: Externí služby napojené na systém S.O.S. [21]

Tyto funkce také zahrnují:

- Identifikace čísla volajícího
- Informace o vlastníkovi stanice na základě služby Info35
- Lokalizace polohy volajícího z mobilního telefonu

## 2.4 Identifikace a lokalizace volajícího

Je důležité rozlišit dva pojmy a to *identifikaci* a *lokalizaci* volajícího. Pod pojmem identifikace rozumíme rozpoznání telefonního čísla volajícího. Lokalizace pak představuje samotné určení polohy volajícího, které lze dělit podle typu na lokalizaci z mobilního telefonu a lokalizaci z pevné linky.

Většina hovorů směřujících na příslušná krajská zdravotnická operační střediska má charakter hovorů z mobilních telefonů. Informační systém S.O.S. využívá služeb systému ReDat pro identifikaci čísla volajícího a pro příjem šifrovaných dat o poloze. Systém ReDat tedy slouží jako prostředník mezi telefonní sítí a systémem S.O.S. Jeho úkolem je poskytování potřebných údajů o telefonních hovorech, které jsou následně využity v systému S.O.S. Problematikou lokalizace mobilních telefonů se budeme zabývat v následující kapitole.

Tísňové výzvy přicházející z mobilních telefonů sice tvoří většinu, avšak velká část přichází i prostřednictvím pevných linek. Lokalizace volajícího je zde zprostředkována na základě identifikace čísla volajícího (ReDat) a pomocí služby Info35.

*Služba Info35* je základním prostředkem pro lokalizaci volajících z pevných linek. V případě takového tísňového volání posílá dispečerská aplikace dotaz do databáze služby Info35. Ta na tento dotaz odpovídá datovou větou obsahující potřebná data o dané telefonní stanici, jako je její vlastník a především jeho přesná adresa. Výsledkem dotazu na databázi služby Info35 je tedy přesná souřadnice polohy volajícího.

Samotný proces lokalizace na základě výše popsaných metod provádí systém S.O.S. zcela automaticky. Pracovníkům zdravotnického operačního střediska se informace o poloze zobrazí v příslušném formuláři modulu ZOS (formulář "Nová událost" viz příloha E.). Přímou z tohoto formuláře dispečer zjistí, zda se jedná o hovor lokalizovaný z pevné linky či z mobilního telefonu a poloha volajícího je zároveň zobrazena na příslušném monitoru. Na základě charakteru polohových dat se nyní dispečer rozhoduje, zda je nutné vyžádání dalších upřesňujících informací o poloze od volajícího, nebo zda se na polohové souřadnice (v případě pevné linky) může zcela spoléhat. V této souvislosti hraje velký význam i orientace příslušného dispečera v oblasti metod určování polohy a to z důvodu správného vyhodnocení situace. V současné době, kdy je větší množství tísňových výzev podáváno z mobilních telefonů, se nelze na informace, které nám o poloze svých mobilních stanic předávají mobilní operátoři, zcela spoléhat. Tato data tak nemohou být použita jako základ pro lokalizaci volajícího. Dispečer si vždy vyžádá dalších doplňkových informací o poloze, které zanáší do formuláře "Nová událost".

V dalším textu se zaměříme již pouze na problematickou lokalizaci volajícího z mobilního telefonu.



## 3. Lokalizace volajícího

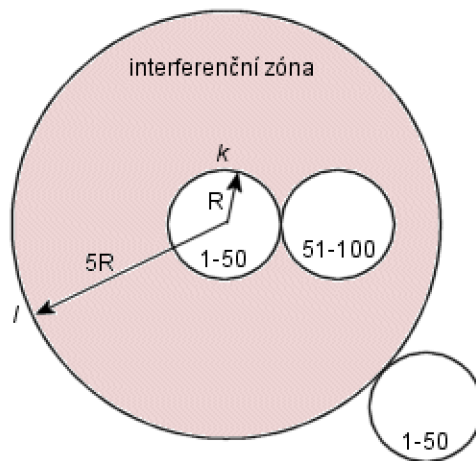
Přesné určení místa události volajícím, je mimo popisu samotné události, nejdůležitější informací předávanou na linku 155. Volající se však často nachází ve stresové situaci a neznámém prostředí. Určení polohy tak pro něj může představovat problém. Nedílnou součástí některých informačních systémů zdravotnické záchranné služby je nástroj automatického rozpoznání polohy volajícího. Lokalizaci z pevné linky jsme se zabývali dříve. Tato práce je zaměřena především na lokalizaci volajícího z mobilního telefonu. Většina tísňových výzev dnes přichází na krajská zdravotnická operační střediska právě z mobilních telefonů, které se během posledních dvaceti let staly každodenní součástí našeho života. Nejdříve popíšeme současné principy lokalizace volajícího v celulární mobilní síti. Další část této kapitoly pak bude zaměřena na možnosti využití přesnějších lokalizačních metod, především pomocí technologie družicového určování polohy. Nakonec uvedeme i některé jiné možnosti lokalizace mobilního telefonu.

### 3.1 Současné metody lokalizace volajícího

Současné metody lokalizace volajícího na tísňovou linku 155 využívají základních vlastností digitální celulární (buňkové) radiotelefonní sítě. Metod lokalizace mobilního telefonu pomocí celulární sítě využívá i současná verze informačního systému S.O.S. Systém však sám nemá nástroje pro určení polohy mobilního telefonu a je odkázán na polohová data předávaná jednotlivými mobilními operátory. Tato data jsou následně systémem zpracována a poloha volajícího zobrazena v mapových podkladech. V následujícím textu budou popsány základní principy lokalizace volajícího v celulární mobilní síti. Zaměříme se především na metody využívané pro potřeby zdravotnické záchranné služby.

#### 3.1.1 Základní principy celulární mobilní sítě

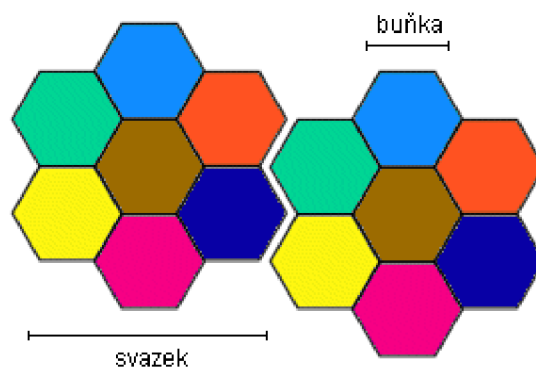
Pro pochopení problematiky určování polohy mobilních telefonů je nutné mít alespoň základní představu o architektuře a fungování celulární mobilní sítě. První principy celulárních sítí byly formulovány v laboratořích firmy Bell v roce 1946. V počátcích radiových komunikačních systémů měly mobilní systémy tzv. ostrůvkovitou koncepci. Signál ve formě elektromagnetického vlnění o určité frekvenci, na které probíhala komunikace, byl šířen pouze pomocí jednoho vysílače (základnové stanice). Tento systém s sebou nesl řadu nevýhod. Mezi ty patřilo i nutné přeladování mobilní stanice na jiná frekvenční pásma při přesunu ze signálu jedné základnové stanice do druhé. Další nevýhodou byly velké energetické nároky na mobilní stanice z důvodu velkých vysílacích výkonů. Hlavním nedostatkem však bylo špatné využití frekvenčního pásma. Pro práci systému bylo třeba velkého počtu kanálů a tedy velmi širokých frekvenčních pásem. Problém vznikal především v souvislosti s nedostatkem kapacity frekvenčního spektra (obr. 3), [23].



Obr. 3: Princip ostrůvkovité koncepce [19]

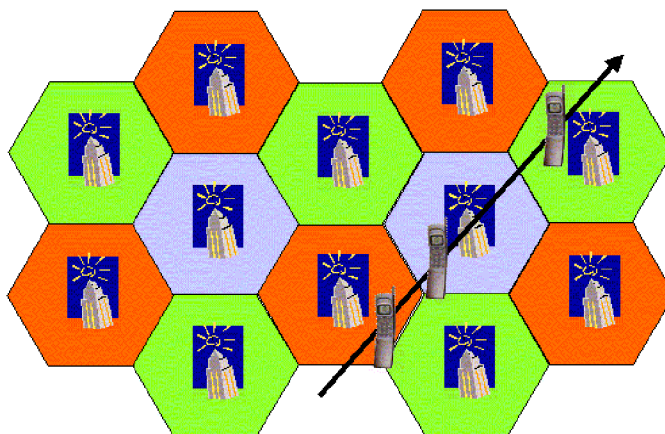
Základnová stanice na obrázku obsluhující určité území disponuje radiovémi kanály 1-50. Spolehlivě tak signálem pokrývá kruh  $k$  o poloměru  $R$ . Kruh  $l$  představuje tzv. interferenční zónu signálu. Zde se z důvodů rušení již nesmí využívat kanálů 1-50 a užíváme zde kanálů 51 až 100. Pro pokrytí celé interferenční zóny je tedy zapotřebí velkého množství kanálů. Kanály 1-50 se mohou opakovat až vně této zóny po překročení vzdálenosti  $5R$ . Základní myšlenkou celulární sítě je vyřešení problémů s kapacitou sítě při rozdělení používaných frekvencí. Každý mobilní operátor dostává jen malé frekvenční pásmo pro práci mobilních zařízení ve své síti a je nemyslitelné přidělení samostatného komunikačního kanálu (rozsahu frekvencí) každému probíhajícímu hovoru. Řešením je vícenásobné použití stejných frekvencí, kdy různé hovory mohou používat stejné frekvence. Je však nutné zajistit, aby se hovory vzájemně neovlivňovaly. I toto dnes řeší celulární systém.

Podstatou celulárního systému je rozdělení geografického teritoria, obsluhované daným operátorem, na vhodně velké segmenty, označované jako buňky (anglicky "cells"). Ideálním případem, s kterým však v praxi příliš nesetkáme, je šestihránné uspořádání buněk. Buňky jsou následně seskupeny do tzv. svazků (obr. 4).



Obr. 4: Rozdělení celulární sítě [23]

Předpokládejme, že k pokrytí oblasti o poloměru  $5R$  je nutné využít dvou svazků buněk. Uvnitř každé buňky se nachází jedna základnová stanice s přidělenou skupinou kanálů (rozsahem frekvencí), která komunikuje s mobilními účastníky pouze v této buňce. Další buňka ve svazku má přidělenou jinou skupinu kanálů. Buňky jsou uspořádány tak, aby se při používání stejných kanálů vzájemně neovlivňovaly. Na obrázku (obr. 5) jsou rozdílné kanály v jednotlivých buňkách znázorněny různými barvami, [19], [23].

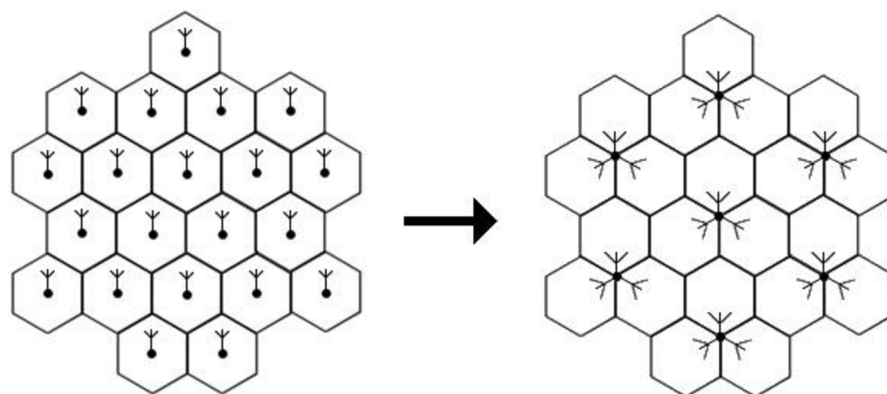


Obr. 5: Uspořádání celulární sítě [19]

Za předpokladu, že oblast pokrytá buňkami se přibližně rovná interferenční oblasti, je možné v každém z obou svazků použít stejné kanály. To je dáno i tím, že vzdálenost buněk používajících stejnou frekvenci je přibližně rovna pětinašobku jejich poloměru a je tedy splněna podmínka  $5R$ . Zvýšením počtu základnových stanic je též dosaženo snížení vysílacího výkonu na straně základnové i mobilní stanice. Tyto výhody však znamenají i další rozdíl oproti ostrůvkovité koncepci. Jestliže jsme ve starším systému byli schopni obsloužit určité území o poloměru  $R$  pomocí jedné základnové stanice, v buňkovém systému jich potřebujeme mnohonásobně více.

Principu tzv. *sektorizace* využíváme pro vytvoření sítě s lepšími vlastnostmi, jako jsou nižší vysílací výkony a zvětšení počtu obsluhovaných mobilních stanic. Příkladem je svazek, který obsahuje 7 buněk a je jej třeba rozdělit na 21 buněk menších. Nezměníme sice počet potřebných kanálů, zvýšíme ale počet základnových stanic ze 7 na 21. Takové řešení by bylo značně neekonomické. Lepší řešení představuje použití směrových antén ve společných bodech tří sousedních buněk (obr. 6), [23].

Celková struktura celulární mobilní sítě však není tak jednoznačná. Buňky ve skutečnosti nemají šestihranný tvar. Každá základnová stanice může mít různý počet sektorů a v praxi tak nacházíme jednosektorové základnové stanice, ve specifických případech i čtyřsektorové. Jednotlivé buňky jsou také vzájemně promíchány a zasahují si hluboko do svého obsluhovaného teritoria. Dominanci a sektorové uspořádání celulární sítě mobilního operátora Vodafone na území Moravy a Slezska ukazuje obrázek, (viz příloha F).



Obr. 6: Princip sektorizace a použití směrových antén [23]

Digitální celulární radiotelefonní síť je v České republice tvořena systémy GSM (Global System for Mobile Communications) a UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Někdy bývají tyto dva systémy také označovány jako systémy druhé a třetí generace. Jak GSM, tak UMTS mají celulární základ, avšak vyznačují se některými rozdíly, které si nyní popíšeme.

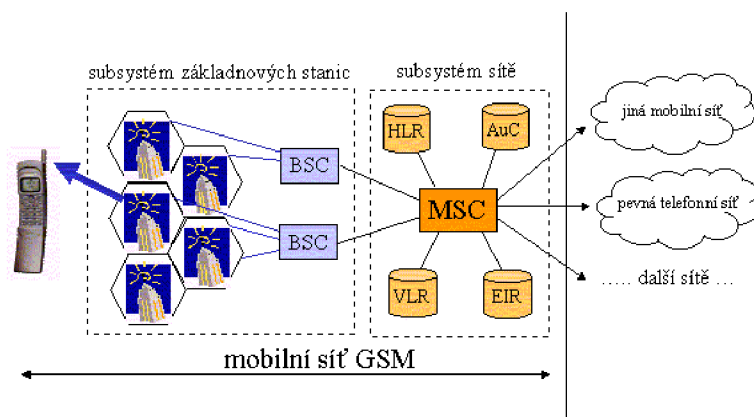
### 3.1.2 Síť GSM

Technologie GSM pro mobilní komunikaci je vývojově starší. Jejím základem je celulární mobilní síť vysílající v pásmech 900 MHz a 1800 MHz. Pokrytí signálu v jednotlivých buňkách zabezpečují základnové stanice označované jako BS (Base Station), častěji však jako BTS (Base Transceiver Station). Úkolem každé BTS je komunikace s mobilními stanicemi uvnitř příslušné buňky, vysílající na přidělených frekvencích. Mobilní stanice, představující mobilní telefon, se však nenachází vždy pouze v jedné buňce, ale mohou se pohybovat. Z toho důvodu bylo nutné navrhnout systém automatického předávání mezi jednotlivými BTS. Přidělení nových komunikačních kanálů k jiné BTS nazýváme *handover*.

Jednotlivé základnové stanice BTS jsou mezi sebou propojeny a společně i řízeny. Několik z nich vždy sdílí společnou řídicí jednotku BSC (Base Station Controller). Skrze tyto řídicí stanice jsou základnové stanice napojeny na centrální ústřednu MSC (Mobile Services Switching Centre), kde probíhá směrování hovorů k jejich příjemcům. Další prvky nutné pro fungování MSC jsou:

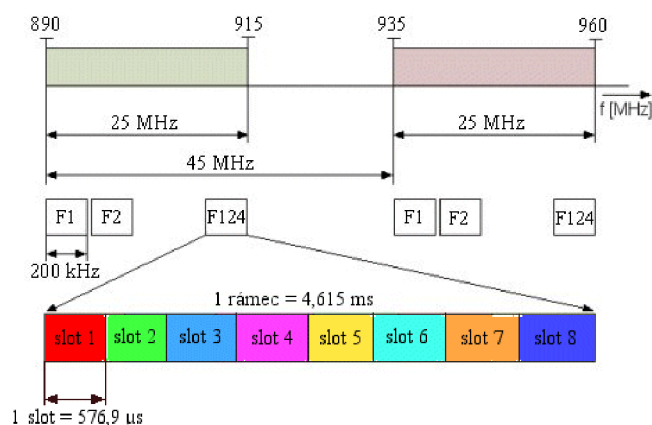
- HLR (Home Location Register) je databáze pro evidenci polohy mobilních stanic nutná pro směrování hovorů
- EIR (Equipment Identity Register), AuC (Authentication Centre) a VLR (Visitor Location Register) jsou databáze evidující všechny uživatele sítě včetně těch, připojených v rámci roamingu

Centrální ústředna je následně napojena i na další služby a provázána s pevnou telefonní sítí a jinými poskytovateli mobilních sítí podle obrázku (obr. 7), [19],[23].



Obr. 7: Architektura sítě GSM [19]

S rostoucí oblibou mobilní komunikace nastal problém s kapacitou sítě. Často je počet uživatelů v rámci jedné buňky mnohem větší, než počet rozsahů frekvencí (kanálů), které v buňce slouží pro přenos hovorů. Řešením je vícenásobné využití dostupné frekvence i v rámci jedné buňky. Digitální celulární mobilní síť toto řeší pomocí tzv. časového multiplexu, označovaným též jako TDMA (Time Division Multiple Access). Principem tohoto řešení je sdílení jednoho kanálu více uživateli sítě v rámci buňky. Na každém radiovém kanálu, který GSM systém využívá, je technikou TDMA vytvořeno 8 časových slotů. Sdílí-li tedy jeden kanál 6 uživatelů (6 souběžných hovorů), potom každý uživatel dostává přidělen jeden z šesti časových slotů. Pro hovory je tedy vyhrazeno 6 slotů z celkových osmi. Jeden slot je vždy využit pro vysílání informací o buňce. Tento slot označujeme jako BCCH (Broadcast Control CHannel). Druhým "servisním" slotem, používaným například pro odesílání krátkých textových zpráv SMS, je slot SDCCH (Standalone Dedicated Control CHannel). Soubor osmi slotů označujeme jako rámeček. Jeden rámeček je dlouhý přibližně 4,615 ms. Rámečky jsou slučovány do skupin po 26. Tyto skupiny pak nazýváme multirámečky (120 ms). Jednotlivé multirámečky jsou při přenosu odděleny časovou prodlevou, která odpovídá 3 slotům. 24 rámečků v multirámečku je použito pro vlastní přenosy, jeden rámeček je řídicí a jeden je nevyužit. Princip časového multiplexu je znázorněn na obrázku (obr. 8), [19],[22],[23].



Obr. 8: Princip časového multiplexu v GSM [23]

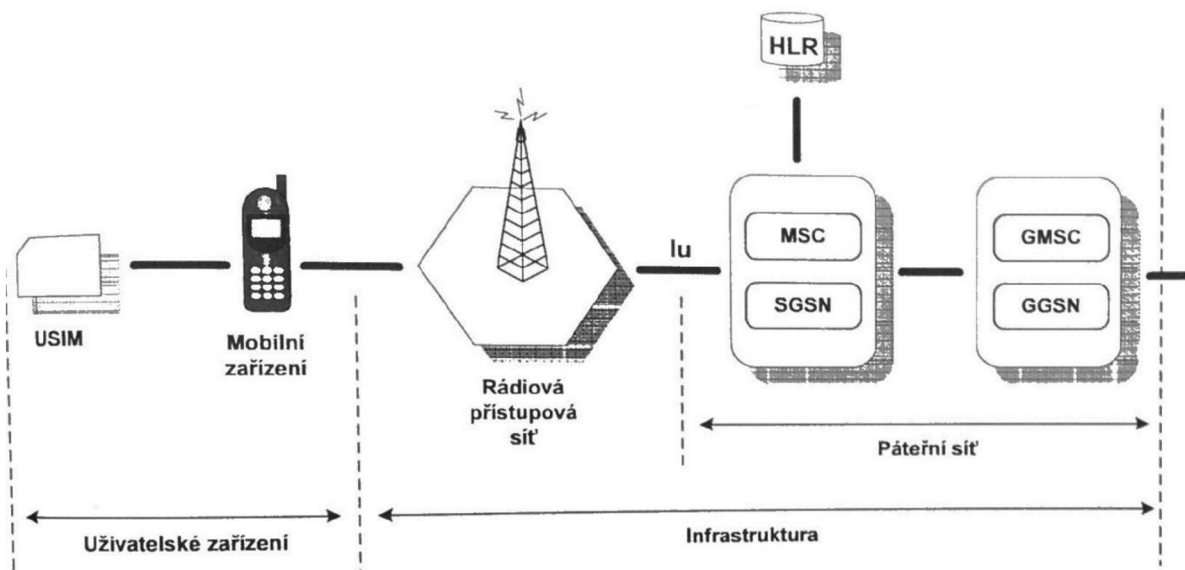
Mobilní sítě byly vyvinuty pro přenos lidského hlasu, který je zde přenášen v digitalizovaném tvaru. Pro mobilní síť tak není velkým problémem přenos obecných dat. V podstatě využíváme opět jednoho z dostupných slotů pro přenos nikoli digitalizované podoby hlasu ale obecných dat (slot SDCCH). Krátká textová zpráva SMS představuje přenášený textový formát, na který jsou vyžadovány nižší nároky na kvalitu signálu sítě, nežli na uskutečnění hlasového hovoru (odesílání SMS zprávy vyžaduje velmi krátké spojení se sítí). Této skutečnosti využijeme i v návrhu řešení pro zpřesnění lokalizace volajícího. Přenos obecných dat v síti GSM představují technologie GPRS a EDGE, další informace v [22]. Zde pouze dodejme, že vyšší rychlosti přenosu dat (až 240 kb/s) dosahuje technologie EDGE. Starší a pomalejší je technologie GPRS (až 50 kb/s). Hodnoty rychlosti přenosu dat ovšem závisí na obsazenosti buňky a jednotlivých časových slotech. Vždy je preferováno volání před přenosem dat.

Podaný popis fungování mobilní digitální sítě GSM jistě není zcela podrobný, pro pochopení způsobů lokalizace jednotlivých mobilních stanic tak, jak to provádějí mobilní operátoři je však dostatečný. Pro úplnost ještě dodejme, že mobilní telefon komunikuje se sítí pouze v průběhu hovoru, zaslání SMS, nebo datového spojení. V případě, že mobilní telefon není takto aktivní, odesílají se informace síti v rámci handoveru, při zapnutí či vypnutí přístroje, nebo po několika hodinách neaktivní činnosti (často 3 hod.).

### 3.1.3 Síť UMTS

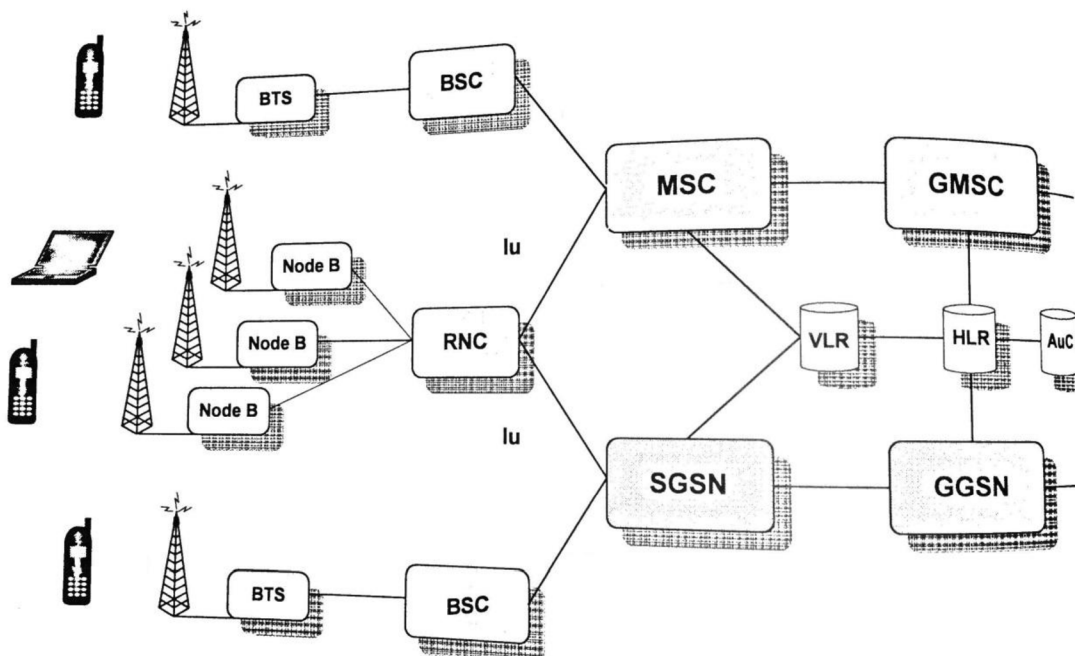
Je označována jako síť třetí generace (3G), vysílající v ČR pásmu 2100 MHz. Sítě třetí generace vznikly na základě požadavku na další zvýšení kapacity sítě, především pak pro podporu dnes používaných mobilních telefonů (dají-li se tak multimediální komunikační zařízení ještě nazývat). Pozornost je tak kladena především na rychlost přenosu dat v síti a připojení k internetu (až 2 Mbit/s). 3G sítě jsou implementovány do současné infrastruktury sítí druhé generace (GSM), [18].

Architekturu systému UMTS můžeme obecně rozdělit na dvě části. *Rádiovou přístupovou síť* UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) a *Páteřní síť* CN (Core Network). UTRAN zprostředkovává přístup uživatele k páteřní síti pomocí rádiového prostředí. V UMTS existují 3 typy přenosu uživatelské informace. Prvním typem je režim spojování okruhů tzv. Circuit Switched, který je typický pro hlasové služby. Druhým typem je paketový přenos tzv. Packet Switched (přepínání paketů). Posledním typem je Broadcasting. Ten je charakterizován přenosem shodných dat většímu množství uživatelů. Pro každý ze zmíněných typů přenosů je definováno rozhraní mezi páteřní a rádiovou přístupovou sítí. Toto rozhraní se označuje jako "Iu" a pracuje ve třech režimech, které odpovídají třem typům přenosu uživatelské informace. Rádiová přístupová síť je tvořena terminálem (mobilním telefonem) UE (User Equipment), Node B je pak základnovou stanicí (vysílačem) signálu v systému UMTS a RNC (Radio Network Controller) je společný řídicí prvek pro několik Node B (vysílačů). Základní model systému UMTS je znázorněna na obrázku (obr. 9).



Obr. 9: Základní model systému UMTS [22]

Páteřní síť systému UMTS obsahuje také prvky GSM sítě (MSC). Stejně jako v GSM je zde nutná databáze HLR pro evidenci polohy mobilních stanic, používaná pro směrování hovorů. Dále páteřní síť obsahuje prvky nutné pro spojení s ostatními sítěmi (GMSC, GGSN). Z výše uvedeného je zřejmé, že páteřní síť obsahuje některé prvky shodné se sítí GSM. Tato skutečnost znamená snadné propojení sítí GSM a UMTS. Komplexní síť je znázorněna na obrázku (obr. 10).



Obr. 10: Propojení sítí GSM a UMTS [22]

Další a pro síť UMTS mnohem důležitější změny oproti GSM nastaly v oblasti práce s frekvenčními kanály a kapacitou sítě. Na rozdíl od GSM, kde má každý uživatel vyhrazen jeden timeslot na jednom rádiovém kanálu, v systému UMTS má stejné frekvenční pásmo ve stejném okamžiku vyhrazeno velké množství uživatelů. Důležitým prvkem je pak jedinečná identifikace každého uživatele jeho vlastním kódem, [22].

Blíže se systémem UMTS nebudeme zabývat, není to podstatou této práce. Důležité prvky systému, jako například jeho celulární uspořádání a propojení se sítěmi druhé generace, jsme zde však zmínili. Sítě třetí generace jsou dnes budovány především ve velkých městech, kde poskytují rychlé datové spojení. Postupem času se však budeme setkávat se sítěmi třetí generace ve stále odlehlejších oblastech. Cílem je, aby měl uživatel za jakýchkoli podmínek rychlé datové spojení a kvalitní zvukový přenos při telekomunikaci. Systém UMTS je dnes preferovaný systém a pokud dosahuje síla jeho signálu dostatečné velikosti, mobilní telefony komunikují výhradně přes něj.

### **3.1.4 Metody lokalizace volajícího v celulární mobilní síti**

V předchozím textu jsme se seznámili s některými základními prvky a architekturou celulární mobilní sítě, která je u nás zastoupena systémy GSM a UMTS. Uvedli jsme, že signál je v síti šířen pomocí základnových stanic. Právě znalost polohy jednotlivých vysílačů mobilního signálu je primárním předpokladem pro určení polohy MT. Na základě znalosti polohy vysílače a informací, které jsou přenášeny mobilní sítí, jsme schopni určit i přibližnou polohu mobilního telefonu.

#### **Parametr EA**

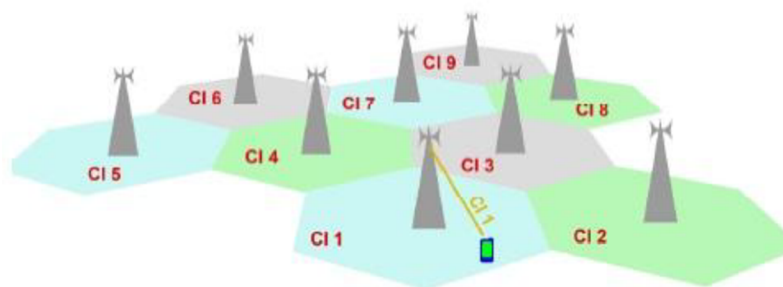
Všichni mobilní operátoři dnes využívají pro potřeby zdravotnické záchranné služby rozdělení svého obsluhovaného území na tzv. *Emergency Area* (EA). Každému parametru EA odpovídá vymezené území obsluhované zdravotnickou záchrannou službou příslušného kraje. Mapa jednotlivých EA na Moravě a ve Slezsku pro síť Vodafone je uvedena v příloze, (viz příloha G). Na obrázku jsou znázorněny jednotlivé vysílací stanice. Skupina vysílacích stanic, které odpovídá společný parametr EA je znázorněna stejnou barvou. Z obrázku je zřejmé, že parametr EA, který je společný pro systém GSM i UMTS, neposkytuje příliš přesné informace o poloze volajícího. Přesnější polohové informace poskytuje parametr CID, který je pro potřeby zdravotnické záchranné služby na příslušné krajské operační středisko také předáván.

#### **Parametr CID (Cell identity)**

Tato technika využívá buňkového uspořádání mobilní sítě a je také společná pro systémy GSM i UMTS. Základem je jedinečná identita každé vysílací stanice (Cell Identity) a znalost její přesné geografické polohy. Tato identita je vysílána ve speciálním přenosovém kanále (BCCH) spolu s jinými systémovými informacemi. Skupiny jednotlivých buněk sítě jsou řazeny do větších celků podle oblastí své působnosti, tzv.

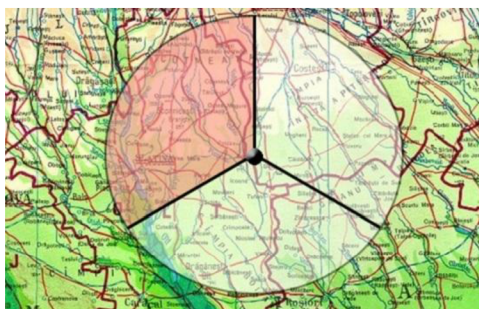


Location Area (LA). Každá taková oblast má svůj specifický identifikátor: Local Area Code (LAC). V každé oblasti vymezené jedinečným identifikátorem LAC se nachází jednotlivé buňky, (rozdělení území na základě LAC na Moravě a ve Slezsku v síti Vodafone jsou uvedeny v příloze G). Každé buňce dále odpovídá jedinečný identifikátor CID. Pokud je buňka rozdělena na více sektorů, má i každý sektor svoji identitu a určení polohy je pak přesnější. Na základě CID je tedy možné určit vysílač komunikující s mobilní stanicí a tedy i přibližnou polohu mobilní stanice. Ta je dána velikostí buňky, ve které se MT nachází, případně i její sektorizací. Tato metoda dosahuje největší přesnosti (cca. 500 m) ve městech, kde jsou buňky menší. V odlehlejších oblastech, kde je hustota základnových stanic o mnoho nižší, zabírá obsluhované území jedním vysílačem větší plochu a přesnost určení polohy je snížena až na 30 km. Základní princip určení polohy MT pomocí parametru CID je znázorněn na obrázku (obr. 11), [16].



Obr. 11: Lokalizace technikou Cell identity [16]

Lokalizace podle CID je tedy také značně nepřesná. Poskytuje jen velmi hrubé informace o poloze v závislosti na velikosti území obsluhovaného jedním vysílačem signálu mobilní sítě. Přesnost je lepší při sektorovém uspořádání, kdy neurčujeme polohu MT v celém okruhu kolem vysílače ale pouze v jedné z kruhových výsečí (obr. 12).



Obr. 12: Sektorové určení polohy v rámci jedné BTS [24]

S přihlédnutím k hustotě buněk lze předpokládat, že polohu volajícího určíme s přesností větší než oněch 30 km. Ve většině případů, kdy se volající nenachází na extrémně nepokrytém území lze v rámci pokrytí ČR předpokládat jeho pravděpodobnou polohu v okruhu do 10 km. I tak je tento způsob lokalizace schopen poskytnout dispečerovi ZOS pouze spolehlivý odhad kraje, ve kterém se volající nachází.

Dobrych výsledků dosahujeme v hustě zastavěných oblastech, kde se nachází velký počet nízkovýkonných vysílačů pokrývajících signálem jen malé území. Zde dosahujeme přesnosti zpravidla stovek metrů. Nejlepších výsledků pak dosahujeme v případech nejmenších vysílacích stanic tzv. microcell, které pokrývají signálem například stanice metra či supermarketů.

Technika CID tak slouží spíše ke směrování tísňových výzev na příslušná zdravotnická operační střediska v jednotlivých krajích. Je nutné počítat s tím, že na rozhraní dvou krajů bude docházet k přesahům signálu základnových stanic a možným chybám ve směrování hovorů na příslušné ZOS. Metoda CID tedy může být značně nepřesnou, avšak poskytuje operátorovi ZOS alespoň odhad místa, kde by se volající mohl nacházet. Pro úplnost zde ještě uvedeme výpis dalších technik, pomocí kterých je možné lokalizovat mobilní stanice v celulární síti, ale pro potřeby zdravotnické záchranné služby nejsou využívány. Podrobnější informace o těchto technikách lze nalézt v [16].

- Technika TA (Timing Advance)
- Technika RXLEVEL
- Technika E-OTD

Tyto technologie určení polohy mobilní stanice jsou značně přesnější. Vyžadují však osobní analýzu radiotelekomunikačního technika, který navíc osobně zná prohledávané území. Pro takovou analýzu je nutná přesná znalost šíření signálu v dané lokalitě a započítání dalších ovlivňujících faktorů. Přesnější lokalizace volajícího pomocí vlastností celulární mobilní sítě je tedy možná, pro potřeby zdravotnické záchranné služby však naprosto nepoužitelná.

Na základě výše popsaného je zřejmé, že určení polohy mobilního telefonu je v současné době pouze podpůrná metoda lokalizace volajícího na tísňovou linku a je využívána především pro směrování tísňových výzev na jednotlivá krajská zdravotnická operační střediska. Každý mobilní operátor také předává polohové souřadnice svých uživatelů s jinou přesností. Toto je způsobeno především rozdílnou topologií sítě. Jedná se však o určité vodítko, kdy doplněním další informace k poloze předávané mobilním operátorem dostáváme již velmi přesný údaj o poloze volajícího. V následujícím přehledu jsou uvedeny informace, které operátoři pro potřeby informačního systému S.O.S., prostřednictvím služby ReDat pro záznam hovorů, poskytují. Součástí standardní identifikace telefonního čísla je i datová část (suffix) obsahující šifrované údaje o poloze volajícího.

*T-Mobile* předává informace formou suffixu k telefonnímu číslu ve formátu 1552xxxxxxx, kde číslo 2 představuje identifikaci operátora a xxxxxxxx je osmimístný kód se šifrovanou polohou. Tento šifrovací kód používá pouze T-Mobile, přičemž dvakrát do roka dochází ke změně šifrovacího klíče. Výsledkem po dešifrování je konkrétní souřadnice v souřadném systému WGS-84.

O2 předává informace formou suffixu k telefonnímu číslu ve formátu 1551xxxx, kde číslo 1 představuje rozlišení operátora a xxxx je kód oblasti. Tento kód odpovídá jedné z 1200 oblastí, na které má O2 republiku rozdělenou.

Vodafone předává informaci formou standardní složky pro datovou komunikaci User Info. Jedná se o string dlouhý 28 znaků, obsahující trojici: souřadnice-radius-směr. Výsledkem je tedy kruhová výseč, ve které by se měl volající nacházet.

Každý mobilní operátor tedy poskytuje polohové informace svých mobilních stanic v jiném formátu. Nejpřesnější informace poskytuje T-Mobile, který udává na místo kruhové výseče či oblasti přímo přibližné poziční souřadnice mobilního telefonu. Přístup, který mají operátoři Vodafone a O2 k určování polohy svých mobilních stanic, však také není zcela špatný. Některé testy, provedené záchrannou službou hlavního města Prahy v tomto roce naznačují, že systém využívaný operátorem O2 může být v některých případech dokonce přesnější než ten, který používá T-Mobile. Jedná se však zřejmě o minimum případů a tak i O2 pomalu přechází na systém lokalizace podobný tomu, který provozuje T-Mobile a Vodafone.

### **3.2 Družicové určování polohy**

V předchozím textu jsme se seznámili se základními metodami používanými k lokalizaci volajícího v celulární mobilní síti. Ukázali jsme, že používané metody zdaleka nedosahují požadované přesnosti a poskytují pouze více či méně přesný odhad polohy volajícího. Pro určení přesné polohy je vždy nutná znalost dalších doplňkových údajů. Informace o poloze mobilních telefonů předávané mobilními operátory jsou především v odlehlejších oblastech značně nepřesné. Avšak právě v těchto případech je přesné určení místa události naprosto zásadní. V současném systému určování polohy je nutné do značné míry spoléhat na informace o poloze podávané volajícím. V situacích, kdy se volající nachází v málo obydleném území a při jeho současné neznalosti okolí jsou tak jeho šance na záchranu velmi sníženy.

Dokonalejší určení polohy volajícího metodami celulární mobilní sítě by vyžadovalo její další úpravu. Jinou možností je využití lokalizační technologie, která je do značné míry nezávislá na pokrytí signálem mobilní sítě a kterou novější mobilní telefony již několik let v mnoha aplikacích využívají. Takovou technologií jsou družicové systémy určování polohy. Jistě, i zde nalezneme některé nedostatky, o kterých se později zmíníme. Společným použitím lokalizačních technik mobilní sítě a GPS lze však dosáhnout lepších výsledků v situacích, kdy jeden z nich poskytuje poziční informace neúplné, nebo neposkytuje informace žádné.

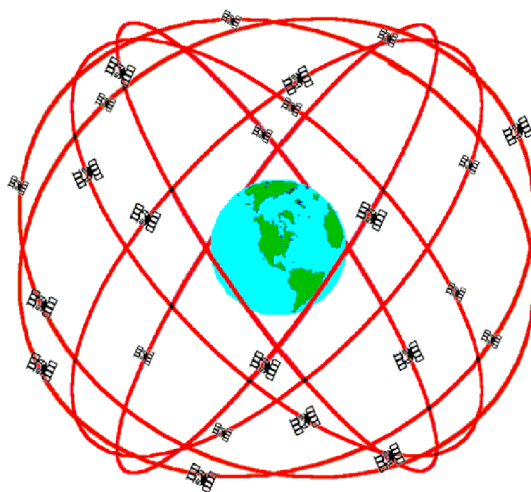
Metody určování polohy využívající umělých družic Země patří k nejmladším odvětvím radiotechniky. Na místo vysílačů umístěných na povrchu Země je vysílačem umělá družice. Tyto systémy, označované jako tzv. globální, dokáží jen s několika málo vysílači určovat polohu kdekoli na Zemi. Vznikla celá řada návrhů a projektů

družicových systémů určování polohy. U většiny z nich však nedošlo k realizaci a dnes fungují jen některé. Jedním z prvních a dnes i nejrozšířenějším je americký družicový systém NAVASTAR-GPS, kterému bude věnován největší prostor. Právě tento poziční družicový systém totiž mobilní telefony využívají. Do popředí se v posledních letech dostává i ruský družicový systém GLONASS. Alternativou těmto dvěma systémům se mají stát evropský systém Galileo a čínský Compass. Jejich zprovoznění je plánováno na rok 2012, [11].

### 3.2.1 NAVASTAR-GPS

Systém GPS (Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System) představuje v současné době nejpřesnější metodu určení polohy na Zemi. Počátky vývoje tohoto systému sahají do roku 1973, kdy byla na oběžnou dráhu vypuštěna první čtveřice družic. V současné době systém disponuje 31 družicemi, kdy aktivními je vždy pouze 24 a ostatní slouží jako záložní. Současné nejstarší družice systému GPS byly vypuštěny v roce 1990. Systém je provozován Ministerstvem obrany Spojených států amerických a zde hledejme důvody, proč je právě tento systém nejrozšířenější a poskytuje nejpřesnější informace o poloze. Důsledkem toho je však i fakt, že systém může být vypnut pro použití v civilním sektoru při ohrožení bezpečnosti USA. Mimo možnosti určení polohy, poskytuje systém i informace o rychlosti a čase. Strukturu systému GPS je možné rozdělit do tří základních segmentů. Těmi jsou segment kosmický, řídicí a uživatelský.

*Kosmický segment* je představován družicemi umístěnými na šesti oběžných drahách (obr. 13), které mají sklon k rovníku (inklinaci)  $55^\circ$ . Na jedné z oběžných drah se vždy pohybuje čtyři až pět družic. Výška drah nad Zemí je přibližně 20 200 km a oběžná doba jedné družice je 11 h 58 min, [11].



Obr. 13: Oběžné dráhy družic GPS [9]

*Řídící segment* zodpovídá za údržbu a správné nastavení družic. Tvoří jej hlavní řídicí stanice (Master Control Station - MSC), monitorovací stanice a stanice pro komunikaci s družicemi. Monitorovací stanice slouží k pasivnímu sledování družic a přijímání jejich dat, ta předávají hlavní řídicí stanici, kde jsou vypočteny parametry drah družic (efemeridy) a parametry hodin družic. Tyto parametry předávají komunikační stanice jednotlivým družicím, které je vysílají uživatelům.

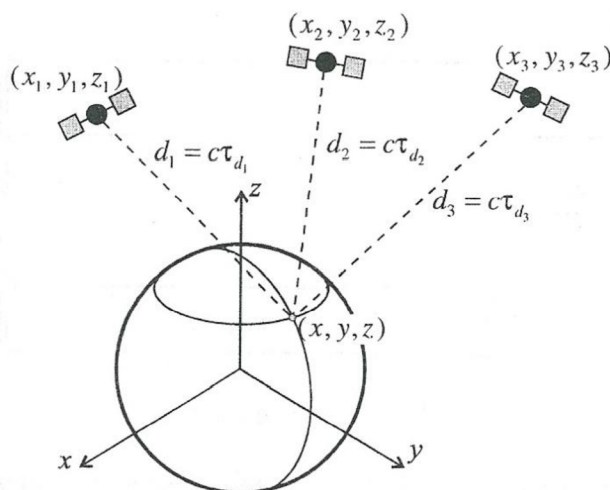
*Uživatelský segment* představuje přijímač signálu z družic. Jeho úkolem je příjem signálu, jeho zpracování a následné poskytnutí informací o poloze, čase a rychlosti přijímače. V našem případě toto zařízení bude tvořit mobilní telefon volajícího na záchrannou službu. Je důležité zmínit, že komunikace probíhá, na rozdíl od mobilní celulární sítě, pouze směrem od družic k uživateli. GPS je tedy systémem pasivním, [11].

### Princip lokalizace v GPS

GPS je pasivní dálkoměrný systém. Tyto dva pojmy představují jeho základní principy fungování, které si nyní popíšeme.

*Dálkoměrné systémy* určují polohu uživatele z jeho vzdálenosti  $d_i$  od jednotlivých navigačních družic (obr. 14). Měření vzdáleností je převedeno na měření dob  $\tau_{d_i}$ , které odpovídají době potřebné k dosažení signálu vyslaného družicí do uživatelova přijímače. Při znalosti souřadnic  $(x_i, y_i, z_i)$ , lze polohu uživatele  $(x, y, z)$  určit jako řešení soustavy tří rovnic pro tři neznámé, [11].

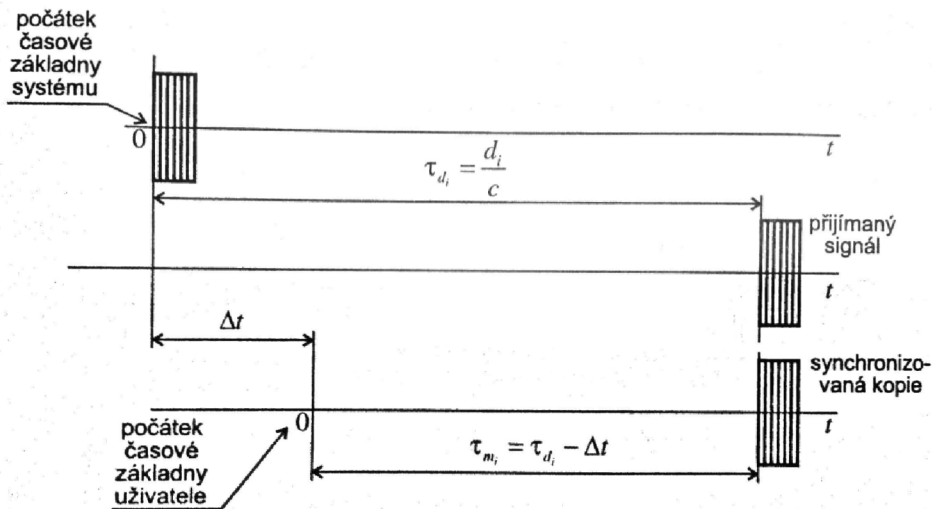
$$\sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2} = \tau_{d_i} c \quad i=1,2,3 \quad (1)$$



Obr. 14: Princip dálkoměrné metody určení polohy [11]

*Pasivní dálkoměrné systémy* na rozdíl od aktivních nevyžadují uživatele radiově aktivního vybaveného tzv. odpovídačem. Družice pasivních systémů vysílají signály a uživatel pouze zjišťuje čas jejich příjmu. Na základě doby  $\tau_{di}$ , která uplynula mezi vysláním a příjmem signálu, určuje uživatel vzdálenost  $d_i$  k jednotlivým družicím. Prostřednictvím těchto dob a polohy družic určuje uživatel svoji výslednou polohu. Problém však spočívá v nestejných časových základnách družice a uživatele (tzv. hodinách), které nejsou synchronní. Časová základna uživatele je posunuta o neznámý časový interval  $\Delta t$  (obr. 15), který odpovídá vzdálenosti  $b = c\Delta t$ . Do rovnice pro výpočet polohy uživatele nyní přibývá další neznámá a je tedy nutné použití minimálně čtyř rovnic podle [11].

$$\sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2} = d_i = (\tau_{mi} + \Delta t)c = D_i + b \quad i=1,2,3,4 \quad (2)$$



Obr. 15: Měření doby  $\tau_{di}$  [11]

Uživatel generuje kopii signálu, který vysílá zvolená družice. Tuto kopii následně zesynchronizuje s přijímaným signálem a měří posun  $\tau_{mi}$  počátku kopie vzhledem k počátku své časové základny. Tento měřený čas  $\tau_{mi}$  je nyní možné přepočítat na vzdálenost  $D_i$ , kterou nazýváme *pseudovzdáleností*. Provede-li uživatel měření ke čtyřem družicím, dostává všechny potřebné veličiny pro řešení soustavy rovnic. Výsledkem jsou souřadnice  $(x,y,z)$  a posun  $\Delta t$  jeho časové základny vzhledem k časové základně družicového systému, [11].

### Signál GPS

Z předchozího textu vyplývá, že pro určení polohy přijímače GPS je třeba znát souřadnice vysílající družice. Tyto souřadnice se počítají na základě parametrů dráhy, které sama družice vysílá prostřednictvím signálu GPS jako tzv. *navigační zprávu*. Podle [11] tato zpráva obsahuje mimo jiné tyto údaje:

- Čas vysílání počátku zprávy
- Efemeridy družice
- Stav družice
- Almanach

Navigační zpráva tedy umožňuje stanovit přesný čas a vypočítat polohu družice. Velice důležitou součástí zprávy je tzv. *almanach*. Ten nese informaci o poloze ostatních družic a informace o jejich stavu. Na základě příjmu signálu z jedné družice je tedy možné vyhledávat signály ostatních viditelných družic, [11].

Využití technologie GPS v mobilních telefonech by znamenalo zásadní průlom v přesnosti určování polohy v rámci tísňových volání. Tuto skutečnost si s neustále vzrůstajícím počtem mobilních telefonů vybavených GPS čipem, začínají uvědomovat i poskytovatelé tísňových linek ve světě. V červenci tohoto roku vydal své oficiální stanovisko americký federální telekomunikační úřad (Federal Communications Commission - FCC). Na základě něj, budou výrobci mobilních telefonů povinni vybavovat od roku 2019 všechny nové přístroje GPS čipem a to pro podporu lokalizace volajícího v situacích tísňového volání. Požadavkem však nebude pouze samotný GPS čip, ale také podpora asistované GPS (A-GPS). Tato technologie využívá nejen signál družic, ale svou polohu upřesňuje i pomocí schopností mobilní celulární sítě přenášet data, [26].

### 3.2.2 A-GPS

Technologie GPS poskytuje velice přesné údaje o poloze mobilního telefonu, avšak v určitých situacích může trvat navázání kontaktu s družicemi a výpočet polohy velice dlouhou dobu. Cílem technologie A-GPS (Assisted GPS) je využití asistenčního serveru pro podporu procesu lokalizace. Asistované GPS tak představuje podporu standardnímu řešení GPS, popsanému v předchozí podkapitole.

Čas potřebný pro navázání spojení s dostupnými družicemi, za účelem výpočtu přesné polohy přijímače GPS signálu, označujeme jako TTFF (Time To First Fix). Tato doba, která je závislá na poloze přijímače a viditelnosti jednotlivých družic, se pohybuje okolo dvou minut a to pro navázání spojení alespoň se třemi družicemi, které umožňují výpočet dvourozměrných polohových dat. Pro navázání spojení se všemi dostupnými družicemi a výpočet trojrozměrných dat ale bývá i pět minut. A-GPS využívá pro zrychlení a další zpřesnění procesu lokalizace asistenčním serverem. Komunikace s asistenčním serverem probíhá pomocí datových služeb celulární mobilní sítě. Tímto spojením dosahujeme času TTFF i méně jak jedné minuty. Přístup však vyžaduje implementaci GPS přijímačů do mobilní sítě, [13], [16].

Asistenční server podporuje proces lokalizace ve dvou směrech:

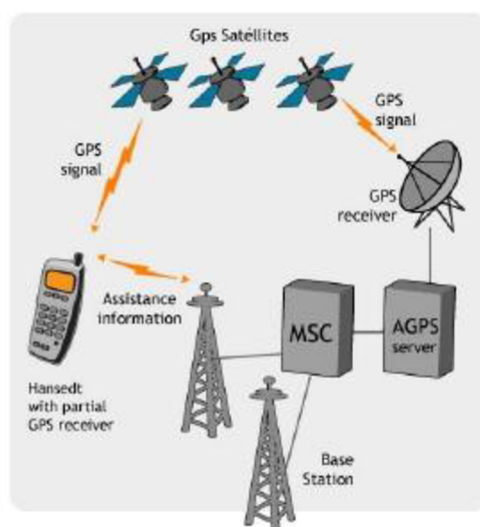
1) *Podpora navázání spojení s družicí*

Jedná se o podporu pro zkrácení doby TTFF. Asistenční server odesílá mobilnímu telefonu almanach a informace o vnitřních hodinách dostupných družic. Na základě těchto základních údajů o poloze družic na obloze dochází k výraznému zkrácení doby TTFF, [15].

2) *Podpora výpočtu polohy*

Asistenční server využívá své velké výpočetní kapacity pro výpočet pozičních souřadnic. Mobilní telefon odesílá získaná surová poziční data na server a ten provádí výpočet polohy. Pro výpočet využívá své velké výpočetní kapacity a základní fragmenty pozice si případně doplní na základě vlastního citlivého GPS přijímače, [15].

V praxi je využíváno podpory asistenčního serveru v obou popsaných směrech. Architektura A-GPS podle [8] je znázorněna na obrázku (obr. 16).



Obr. 16: Architektura A-GPS [8]

### 3.2.3 GLONASS

V rámci této práce je vhodné zmínit i ruský družicový systém GLONASS (Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistema). Také tohoto systému budou v budoucnu mobilní telefony využívat (některé již využívají). Systém Glonass je, stejně jako systém GPS, pasivním dálkoměrným systémem. Vlastnosti takového systému jsme popsali výše. Dráhy družic jsou podobné jako u systému GPS. Družice se pohybují ve výšce 19 100 km nad povrchem Země s oběžnou dobou 11 h 15 min a inklinací 64,8°. Od systému GPS se tento ruský liší především rozdílnými pracovními kmitočty a modulací signálu. Rusko systém prezentuje jako civilní alternativu k americkému GPS. Je však známo, že systém vysílá rovněž signály pro vojenské využití, [11].



### 3.3 Hybridní lokalizační systémy

Jak již bylo řečeno, technologie GPS má své výhody i omezení, které lze do určité míry řešit použitím technologie A-GPS. Ta využívá pro podporu lokalizace datového přenosu v mobilní síti. Výhodou GPS je velká přesnost. Velký počet volání na tísňové linky však probíhá v prostředí budov, kde se nešíří signál GPS. Současné metody lokalizace v GSM - UMTS s tímto problémem nemají. Signál GSM - UMTS sítě se šíří i v budovách. Pro zpřesnění lokalizace mobilní sítě i uvnitř budov lze použít tzv. hybridní systémy. Jedná se o systémy kombinující více technologií s cílem nalezení přesné polohy mobilního zařízení. Jde o spojení metod lokalizace pomocí mobilní sítě a GPS, pro nalezení co možná nejpřesnější polohy. Mobilní telefon je ideálním zařízením spojujícím obě tyto technologie, [8].

Základním cílem těchto metod je co nejpřesnější určení polohy využitím polohových metod mobilní sítě (kap. 3.1.3), bez nutnosti použití GPS v případě, že tento signál není dostupný vůbec, nebo do doby než dojde k navázání spojení s družicemi (TTFF).

#### **WPS (Wi-Fi Position System)**

Moderní komunikační zařízení, kterými mobilní telefony dnes bezesporu jsou, disponují mimo funkcí volání a přenosu dat prostřednictvím mobilní sítě, či navigačních služeb prostřednictvím GPS i možností připojení k bezdrátovým lokálním sítím (Wireless LAN, někdy jen Wi-Fi). V této práci nebudou popsány principy fungování těchto sítí, ale pouze možnosti využití těchto sítí pro lokalizaci mobilního telefonu připojeného do takové sítě. Více o bezdrátových lokálních sítích uvádí [22].

Sítě Wi-Fi se dnes běžně používají pro zajištění bezdrátového přístupu na internet v prostředí budov. Zde, jak již bylo uvedeno, dochází k problémům s lokalizací pomocí GPS signálu, který se v prostředí budov nešíří. Lze se tak spoléhat jen na polohové informace získané prostřednictvím celulární sítě. Je zde však možnost využít připojení mobilního telefonu k síti Wi-Fi. Informace o poloze lze v takovém případě získat na základě polohy vysílače Wi-Fi signálu, ke kterému je telefon připojen, [13].

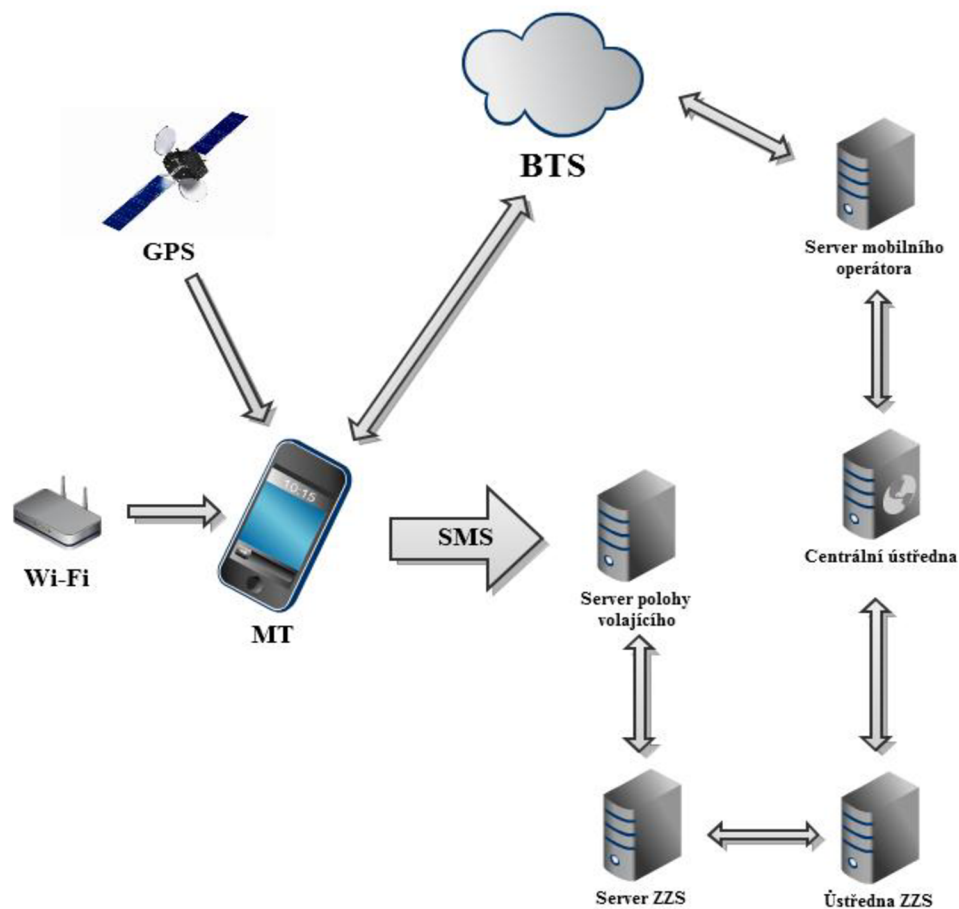
## 4. Zpřesnění polohy volajícího

Záchrana lidského života začíná v mnoha případech tísňovým voláním na linku 155. Naprosto zásadní informací pro zdravotnickou záchrannou službu je co možná nejpřesnější poloha volajícího. Dnes používané metody určení polohy jsou založeny na možnostech celulární mobilní sítě nebo, v případě pevné linky, na využití služby Info35. Právě lokalizace mobilního telefonu je v mnoha ohledech velmi problematická a nepřesná. Dosah základnových stanic mobilní sítě je i přes 30 km. Na některých místech pak není pokrytí sítě žádné, či neumožňuje provádět ani tísňová volání.

### 4.1 Návrh řešení pro zpřesnění polohy volajícího

Cílem této práce je návrh takového řešení, které by doplnilo používané lokalizační techniky ve smyslu zpřesnění polohy volajícího pro potřeby zdravotnické záchranné služby. Dosud používané metody lokalizace mobilního telefonu slouží spíše pro směrování tísňových hovorů na jednotlivá krajská zdravotnická operační střediska a poskytují dispečerovi jen určitou indicii o možné poloze volajícího. Zdravotnická operační střediska jsou tak odkázána na velmi “hrubé“ údaje o poloze a vždy je místo události upřesněno až na základě popisu podaného volajícím. Přitom mobilní telefony dnes disponují výkonem srovnatelným s méně výkonnými počítači a schopnostmi komunikace jak prostřednictvím GSM, UMTS či GPS, tak prostřednictvím bezdrátových lokálních sítí Wi-Fi. Návrh řešení pro zpřesnění polohy volajícího (obr. 17) počítá s využitím mobilního telefonu schopného takové komunikace.

Řešení je postaveno na schopnosti mobilního telefonu využívat lokalizační metody celulární mobilní sítě, signálu GPS s podporou A-GPS a hybridní lokalizační metody včetně WPS (viz kapitola 3). Mobilní telefon souřadnice polohy určí na základě kombinace polohových informací všech výše popsaných metod. Tyto pak odešle prostřednictvím mobilní sítě v SMS zprávě na server polohy volajícího, který komunikuje se serverem zdravotnické záchranné služby. Způsob odeslání polohových dat formou SMS byl zvolen na základě myšlenky, že má-li uživatel dostatečný signál pro volání pomoci, je také schopen odeslat SMS zprávu se svojí přesnou polohou. SMS je méně náročná na kvalitu signálu a v některých případech může být i samotná zpráva brána jako primární tísňová výzva. Druhou důležitou větev návrhu řešení představuje telefonní síť. Ta je zastoupena centrální ústřednou s připojenými mobilními operátory. Komunikace mezi telefonní sítí a systémem zdravotnické záchranné služby je zprostředkována ústřednou zdravotnické záchranné služby (systém ReDat).



Obr. 17: Návrh řešení pro zpřesnění polohy volajícího

V rámci této bakalářské práce není možné sestavit plně funkční lokalizační systém pro potřeby zdravotnické záchranné služby. Řešení by vyžadovalo zásah do stávající struktury informačních systémů jednotlivých krajských záchranných služeb a spolupráci mnoha firem (autor práce s tím však do budoucna počítá). Cílem této práce je analýza současného stavu určování polohy volajícího na tísňovou linku 155 a návrh takového řešení, které by přesnost určování polohy volajícího zásadním způsobem zlepšilo.

Řešení v této práci představuje aplikace iSOS vyvinutá pro mobilní telefon iPhone. Tato aplikace je schopna v SMS zprávě odeslat potřebné lokalizační souřadnice telefonu na server polohy volajícího na základě uvedeného návrhu řešení. Server je v této práci představován jiným mobilním telefonem. Více bude o aplikaci iSOS pojednáno v dalším textu.

## 4.2 Mobilní telefon iPhone

Jak již bylo uvedeno, návrh řešení pro zpřesnění polohy volajícího bude v této práci představován aplikací pro mobilní telefon iPhone. Autor aplikace záměrně zvolil tento mobilní telefon. Úzká spolupráce hardwaru a softwaru zařízení představuje velké zjednodušení pro vývoj samotné aplikace. Aplikace iSOS byla vytvořena pro nejnovější model v označení iPhone 4S, ve verzi operačního systému iPhone OS 5.0. V této kapitole budou popsány základní vlastnosti mobilního telefonu iPhone a operačního systému iPhone OS.

### 4.2.1 Technická specifikace mobilního telefonu iPhone 4S

V tabulce (tab. 1) jsou uvedeny technické parametry a vlastnosti mobilního telefonu iPhone, které jsou pro návrh řešení (představovaný aplikací iSOS) využity.

Tab. 1: Některé technické parametry mobilního telefonu iPhone [14]

Mobilní síť a připojení	GSM (850, 900, 1800, 1900 MHz) UMTS (850, 900, 1900, 2100 MHz) GPRS, EDGE, 3G, Wi-Fi
Metody lokalizace	GPS, A-GPS GLONASS WPS Digitální kompas Podpora lokalizace v celulární síti
Displej	Rozlišení 640x960 px, Úhlopříčka 3,5" Dotykový kapacitní

Z uvedených vlastností je zajímavé především široké spektrum technologií, které telefon pro svoji lokalizaci využívá. Zajímavou vlastností je schopnost využití polohových informací, které poskytuje ruský družicový systém GLONASS. Mobilní telefon je schopen při své lokalizaci zvážit, která technologie poskytuje v danou chvíli nejpřesnější informace o jeho poloze a ta je následně použita k definitivnímu určení polohy uživatele. Hardwarových schopností lokalizace sebe sama a možnosti využití polohových informací využívá softwarové vybavení telefonu. Problematice softwarového vybavení a uživatelskému rozhraní systému iPhone OS se budeme věnovat v následujícím textu. Více o technických parametrech mobilního telefonu iPhone v [14].

## 4.2.2 Operační systém iPhone OS

Mobilní telefony dnes představují výkonná komunikační a multimediální zařízení s velkou paletou funkcí, kterými se v mnoha případech vyrovnají, či dokonce předčí, běžné počítače. Stejně jako u počítače, je i u moderního mobilního telefonu základem výkonný operační systém. Průlomem v oblasti mobilních operačních systémů byl rok 2007. Tehdy firma Apple poprvé představila první verzi svého dotykového mobilního telefonu iPhone. “Srdcem“ telefonu se stal operační systém iPhone OS postavený na základech platformy MAC OS X, která je od roku 2001 základem počítačů Apple a stala se alternativou pro uživatele systémů Microsoft Windows či Linux OS. V této práci budeme používat pro iPhone OS celosvětově zažité zkrácené označení “iOS“, [3].

Jak jsme se již zmínili, systém iOS má mnoho vlastností společných se systémem Mac OS X pracujícím na počítačích Apple. Systém byl upraven a doplněn tak, aby bylo možné využít některých unikátních vlastností mobilního zařízení. Příkladem je dotykové ovládání, gyroskop, či GPS čip. V současné době však těchto vlastností nevyužívá jen mobilní telefon iPhone, ale také zařízení iPad a iPod Touch (obr.18). Samotný operační systém řídí hardware a poskytuje podporu technologiím, které jsou využity jednotlivými aplikacemi. Mezi takové patří i telefonování, přístup na internet či GPS navigace.



Obr. 18: Zařízení s operačním systémem iOS (zleva: iPhone, iPod Touch, iPad) [1]

Schopnosti a funkce mobilního telefonu dnes již nepředstavují jen výrobcem dané vlastnosti. Do značné míry je základem pro využití všech technologií, které mobilní telefon nabízí, spektrum uživatelem doinstalovaných aplikací. Mobilní telefony s takovými vlastnostmi se v poslední době nazývají též jako tzv. “chytré“. Uživatelské prostředí operačního systému iOS je v podstatě celé sestaveno z jednotlivých aplikací. Aplikace tak tvoří základní ovládací prvky přístroje. Kromě uživatelem dodatečně

doinstalovaných aplikací je systém již od výrobce vybaven aplikacemi jako “telefon“ (funkce pro volání), či “zprávy“ (funkce pro správu SMS). Základní obrazovku systému iOS tvoří jen nabídka aplikací (obr. 19). Ty mohou být uloženy volně nebo ve složkách. Uživatel má i další možnost nabídku aplikací personalizovat a vytvářet několik “základních nabídek“ mezi kterými volně přechází. Důležitým prvkem je hlavní lišta, do které mohou být umístěny až 4 aplikace. Tyto jsou pak přístupné kdykoli bez ohledu na to, ve které nabídce aplikací se uživatel právě nachází.



Obr. 19: Mobilní telefon iPhone (základní nabídka systému iOS)

Aplikace tvoří tedy “páteř“ systému iOS a je nutné, aby měl uživatel možnost jejich jednoduchého stahování a instalace do zařízení. Na základě těchto požadavků byla firmou Apple vytvořena aplikace “AppStore“, představující přístup do databáze všech dostupných aplikací, které jsou na zařízení se systémem iOS k dispozici. AppStore je zároveň jediným místem, kde je možné aplikace legálně stahovat. Apple si tak chrání svůj systém proti škodlivému softwaru. Každá aplikace před umístěním do databáze musí nejdříve projít schvalovacím procesem přímo v Applu. Vývojáři tak mají poněkud komplikovanější cestu distribuce svých aplikací. Na druhou stranu mají ale jistotu, že jejich aplikace není závadná a neobsahuje zásadní chyby.

iOS SDK (Software Development Kit) představuje nástroje a uživatelské rozhraní nutné pro vývoj aplikací. Nejdůležitější součástí SDK je vývojové prostředí programu XCode. Program je dostupný pouze pro počítače Apple, vybavené operačním systémem MAC OS X. Je tedy nemyslitelné pokoušet se (legálně) o vývoj aplikací na jiných platformách. Tento fakt do jisté míry systém iOS “uzavírá“. S postupem času se však ukazují i některé nesporné výhody tohoto řešení. Mezi takové patří úzká provázanost mezi softwarem a hardwarem zařízení, či velmi dobré nástroje pro kontrolu nebezpečného softwaru. Aplikace pro iOS jsou psány především programovacím jazykem Objective C. Jedná se o objektovou nastavbu klasického jazyka C. Program

XCode tak představuje efektivní nástroj pro vývoj aplikací, využívající intuitivního grafického uživatelského rozhraní a všech dostupných knihoven programovacího jazyka Objective C. Na rozdíl od internetových aplikací jsou takto naprogramované aplikace nainstalovány přímo v mobilním zařízení a stávají se přístupnými za jakýchkoli podmínek, což v tísňové situaci zvláště oceníme. Veškeré aplikace jsou také schopny spolupráce a předání dat s aplikacemi jinými. Popis programování aplikací pro iOS není cílem tohoto dokumentu. Postačí základní představa jeho logiky a ovládání, která je výše popsána. Podrobnější informace lze nalézt v [1], [3].

Pro úplnost ještě dodejme, že iOS není jediným představitelem operačních systémů pro “chytré” mobilní telefony. Na českém trhu dnes najdeme také zařízení s operačním systémem Android, Symbian či Windows Phone 7. Do budoucna bude zřejmě zásadní především systém Android, který již dnes představuje pro platformu iOS největšího konkurenta a hlavně díky ceně svých zařízení je předpokladem jeho další velké rozšíření.

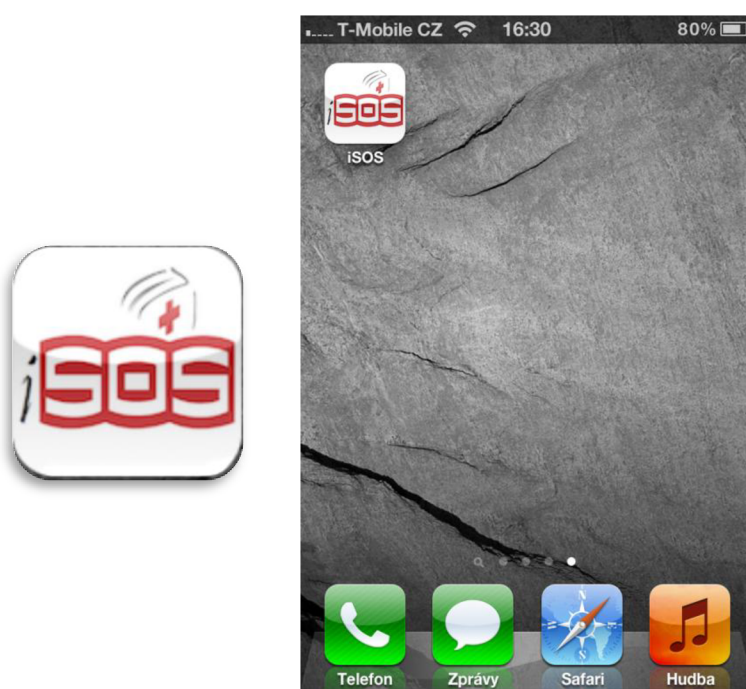
### **4.3 Aplikace iSOS**

Doposud jsme se zabývali dostupnými technologiemi lokalizace volajícího, či popisem systému iOS. Nejdříve jsme ukázali základní principy lokalizace v celulární mobilní síti. Tuto technologii, která je dnes na některých záchranných službách provozována, jsme popsali jako velmi nepřesnou. Je zarážející, že v dnešní době je technologie využívána pouze pěti operačními středisky v republice. Dále jsme se blíže zabývali metodami družicového určování polohy, především technologií GPS. Uvedli jsme, že přesnost v odlehlejších oblastech je zásadní předností tohoto systému, který se pro určování polohy volajícího na záchrannou službu hodí o mnoho více, nežli systém lokalizace založený na mobilní síti. Význam přesnosti systémů družicového určování polohy odráží také vyjádření amerického telekomunikačního úřadu (viz kapitola 3.1.3). Zanedbatelné nejsou ani hybridní lokalizační systémy a systém určování polohy WPS, který však bereme spíše jako doplňkový. Návrh řešení (obr. 17) předpokládá mobilní zařízení schopné využít všech moderních lokalizačních metod s cílem zpřesnění polohy volajícího. Pro tuto práci byl pro své uživatelsky příjemné “prostředí” vybrán mobilní telefon iPhone. Technické parametry telefonu a operačního systému iOS jsou uvedeny výše.

Zásadní je otázka podání uvedených moderních lokalizačních technik do rukou člověka v tísňové situaci tak, aby byl schopen jednat rychle a mohl tak zvýšit své šance na záchranu. Řešení by mohla představovat pro uživatele jednoduchá a zároveň funkčně velmi propracovaná aplikace, nainstalovaná přímo v mobilním telefonu. Na základě požadavků na jednoduchost a maximální přesnost lokalizace, využívající všech výše uvedených metod, byla vyvinuta aplikace iSOS. Aplikace využívá moderní technologie mobilního telefonu a předkládá je uživateli ve velmi přijatelné a přehledné podobě pomocí intuitivního uživatelského rozhraní platformy iOS.

### 4.3.1 Instalace a spuštění aplikace

Aplikace iSOS byla vyvinuta pro platformu iOS mobilního telefonu iPhone. Instalaci aplikací uživatel v systému iOS provádí prostřednictvím internetového obchodu AppStore, který představuje databázi všech dostupných aplikací na jednom místě a je také jedinou možností, jak aplikace legálně stahovat a instalovat do zařízení. Aplikaci iSOS však v AppStoru zatím nehledejme. Byla vytvořena v rámci bakalářské práce a její uvedení na trh bude vyžadovat posouzení společností Apple. Autor této práce využívá VUT studentskou licenci vývojáře, která jej opravňuje, prostřednictvím programu XCode, na několik zařízení aplikaci nainstalovat a testovat. Pokud tedy přeskočíme proces instalace, který je však pro cílového zákazníka velmi jednoduchý, dostáváme se již k ikoně aplikace, kterou uživatel vidí v nabídce programů systému iOS (obr. 20).



Obr. 20: Ikona aplikace iSOS a její umístění na ploše systému iOS

### 4.3.2 Struktura aplikace

Základní filozofií ovládání aplikace je tzv. UITabbar. Aplikace takto vytvořená uživateli poskytuje dobrý přehled o dostupných funkcích a nabízí jednoduché přecházení mezi jednotlivými okny. Za každou ikonou v navigační liště, jak lze UITabbar volně přeložit, najde uživatel samostatné okno s různými funkcemi. Navigační lišta aplikace iSOS je zobrazena na obrázku (obr. 21). V následujícím textu postupně projdeme všechny funkce aplikace iSOS.

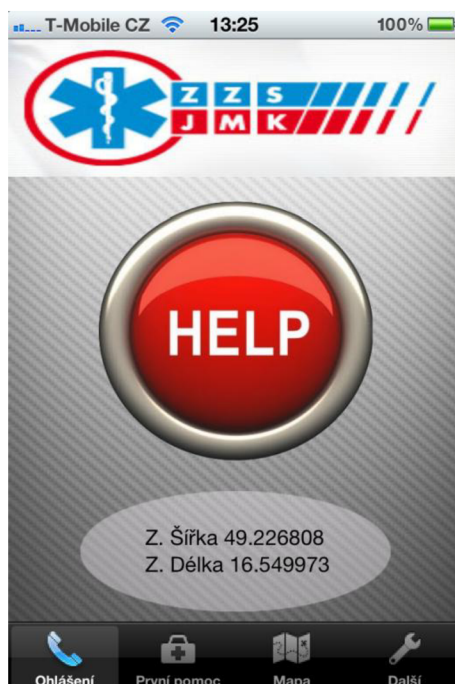


Obr. 21: Navigační lišta aplikace iSOS



## Ohlášení

Pod ikonou “Ohlášení” uživatel nachází nejdůležitější funkce aplikace iSOS. Právě zde má možnost kontaktovat operační středisko zdravotnické záchranné služby a odeslat nouzovou SMS se svojí přesnou polohou (obr. 22). Toto okno je také první, které uživatel po spuštění aplikace uvidí. Grafická úprava byla vytvořena na základě požadavku na jednoduchost a rychlou orientaci člověka v tísňové situaci.



Obr. 22: Okno záložky “Ohlášení”

Základní nabídku okna “Ohlášení” tvoří velké tlačítko “Help” a dále místo, kde se zobrazuje přesná poloha uživatele. Telefon využívá všechny dostupné lokalizační prostředky pro určení své pozice, nejčastěji však integrovaný GPS čip s podporou A-GPS. Lokalizační data jsou podávána ve stupních systému WGS-84, jako zeměpisná šířka a zeměpisná délka. Po stisknutí tlačítka “Help” uživatel vybere spojení na operátora linky 155, nebo odeslání nouzové SMS (obr. 23). Po zvolení možnosti “Nouzová SMS” je otevřeno okno aplikace “Zprávy”, kde je již předdefinován její příjemce a obsah. Text zprávy obsahuje:

- Jméno odesilatele
- Datum a čas odeslání včetně časového pásma
- Lokalizační údaje ve stupních systému WGS-84

Své jméno, které je také zobrazeno v SMS zprávě, uživatel zadává v nastavení aplikace. Po instalaci aplikace do telefonu je tedy vhodné alespoň základní seznámení s funkcemi a ovládáním aplikace a zadání jména v záložce “Další”. Řešení je však navrženo tak, aby se i uživatel, který takto neučiní, v aplikaci jednoduše orientoval.

Jméno potom v textu SMS zprávy chybí, nicméně důležitá lokalizační a časová data jsou obsažena a mohou být odeslána na linku 155.



Obr. 23: Okno záložky a předdefinovaný text nouzové SMS

Operační systém iOS dosud nenabízí možnost přímého odeslání SMS zprávy. Jedinou možností je předdefinování příjemce a obsahu zprávy pro okno “Nová zpráva“ aplikace “Zprávy“. Toto omezení sice vyžaduje od uživatele o jedno “kliknutí“ více, přináší však i jednu velkou výhodu. Základní myšlenkou formy odeslání polohových dat jsou požadavky na úroveň signálu mobilní sítě. SMS zpráva představuje komunikaci, která je na úroveň signálu nejméně náročná. Pokud má tedy uživatel možnost provést tísňové volání, je také schopen odeslat nouzovou SMS se svou polohou. Nicméně mohou nastat i případy, kdy spojení pomocí SMS zprávy bude představovat jedinou dostupnou možnost kontaktu záchranných složek. Nyní se dostáváme k velké výhodě nepřímého odeslání zprávy. Uživatel má totiž možnost do textu zprávy zasahovat. Po zvolení možnosti “Nouzová SMS“ může za předdefinovaný text ihned začít psát doplňující informace o své situaci. SMS zpráva se tak může stát primární formou podání tísňové výzvy tam, kde úroveň signálu klasický tísňový hovor neumožní.

Možnost odeslání SMS jako primární tísňové výzvy dnes v České republice, pro osoby se zdravotním postižením znemožňujícím hlasovou komunikaci, již existuje. Ročně však záchranné služby evidují pouze několik takových výzev. Textová zpráva s předdefinovaným textem, který obsahuje i důležitá poziční data, tak dále rozšiřuje možnosti i pro občany s handicapem.

I když uvedené použití SMS jako primární tísňové výzvy, či možnosti nabízené pro občany s handicapem nejsou zanedbatelné, stále bude zřejmě hlavní formou podání

tísňových výzev hlasový hovor. Aplikace iSOS a nouzová SMS s polohou však tuto formu značně modernizují a vylepšují. Po kontaktování operátora linky 155 může být volající vyzván, aby dodatečně odeslal i nouzovou SMS a poskytl tak záchranné službě detailní informace o své poloze. Tím, že se polohová data zobrazují i na hlavní obrazovce aplikace, může volající již v rámci tísnového hovoru předat své souřadnice operátorovi ústně. Není tak nutné velkou část hovoru zabrat hledáním záchytných míst při zjišťování polohy volajícího a je možné se soustředit pouze na zvládnutí tísnové situace po stránce například telefonicky asistované resuscitace. Použitím aplikace iSOS odpadá řada možných chyb a nepřesností při určování polohy volajícího a operátor se tak může zaměřit na to nejdůležitější, tedy záchranu lidského života.

### První pomoc

Okno první pomoci (obr. 24) je velmi důležité pro případ výpadku spojení s operátorem linky 155. Představuje jednoduchým návod na poskytnutí laické první pomoci. Zajímavou funkci představuje ovládací lišta v horní části okna. Uživatel zde má možnost spuštění metronomu, který udává frekvenci stlačení hrudníku při kardiopulmonální resuscitaci. V nejnovějších požadavcích na poskytnutí první pomoci laiky, není jako součást resuscitace požadováno umělé dýchání. Metronom je však nastaven tak, aby vždy desátý úder v pořadí měl jinou zvukovou podobu než údery předchozí. Umožňuje tak snadné počítání nepřímé srdeční masáže pro poskytnutí úplné resuscitace ve formě: 30 cyklů nepřímé srdeční masáže, 2 cykly umělého dýchání. Posuvný ovládací prvek slouží pro nastavení hlasitosti metronomu.



Obr. 24: Okno záložky “První pomoc”

## Mapa

Důležitou funkcí aplikace je možnost zobrazení polohy uživatele v mapových podkladech (obr. 25). Uživatel zde má možnost lokalizovat svou polohu, která je následně vyznačena v mapě. Aplikace používá mapové podklady společnosti Google. Jednoduchý přístup k těmto mapám je základní součástí operačního systému iOS. Uživatel má možnost výběru zobrazení polohy nejen ve standardním režimu, ale také v režimu satelitních snímků povrchu Země a režimu hybridním. Hybridní režim představuje spojení standardního zobrazení a zobrazení satelitního. Jednoduché uživatelské rozhraní platformy iOS umožňuje přiblížení mapy pomocí dotykových gest. Přiblížení je možné provést dvojím poklepáním na požadované místo, nebo pomocí tzv. “pinch“ gesta.

Ne ve všech situacích však potřebujeme zásah zdravotnické záchranné služby (v některých situacích to ani doporučeno není). V méně závažných případech stačí informace o poloze dostupných lékařských pohotovostí. Aplikace iSOS poskytuje i tyto informace a to v jednoduché a přehledné formě. V ovládací liště okna “Mapa“ najde uživatel, mimo tlačítka pro lokalizaci své polohy na mapě a tlačítek pro přepínání režimu zobrazení mapy, i možnost zobrazení dostupných pohotovostí v celém kraji. Po vybrání bodu na mapě, který udává polohu lékařského zařízení se službou pohotovosti, jsou zobrazeny informace o charakteru pohotovosti a ordinačních hodinách. Aplikace iSOS tak mimo podpory tísňové situace nabízí i praktickou funkci pro podporu méně závažných stavů.



Obr. 25: Okno záložky “Mapa“, zobrazena poloha uživatele a pohotovosti

## Další

Významným identifikačním parametrem automaticky generované nouzové SMS je jméno odesilatele. Jeho nastavení uživatel provede v záložce “Další“ (obr. 26) a to ideálně při prvním spuštění aplikace.



Obr. 26: Okno záložky “Další“, uložení jména uživatele

Součástí aplikace iSOS je i jednoduchý návod, který nového uživatele provede všemi dostupnými funkcemi. Pod ikonou “Edukační video“ pak uživatel najde krátké poučení o základních postupech podání první pomoci. Tento edukační materiál byl vytvořen 3. lékařskou fakultou UK. Autor bakalářské práce děkuje za možnost použití výukového materiálu ve své aplikaci (viz příloha K).

Aplikace iSOS ukazuje budoucnost tísňového volání. Je navržena s důrazem na maximální jednoduchost a efektivitu. Způsob zpřesnění polohy pomocí nouzové SMS je na signál méně náročný než samotný tísňový hovor. Nouzová SMS zpráva tak může být za určitých okolností použita i jako primární tísňová výzva. Mimo důležité polohové funkce pro podporu tísňového volání však aplikace nabízí i řadu praktických funkcí. Představuje tak komplexní řešení podpory tísňových situací.

V následující podkapitole jsou uvedeny výsledky testování lokalizace pomocí aplikace iSOS. Testování zahrnovalo lokalizaci nejen pomocí aplikace iSOS, ale také prostřednictvím digitální celulární sítě.

## 4.4 Ověření přesnosti lokalizace aplikací iSOS

Aplikace iSOS představuje efektivní a jednoduchý způsob lokalizace volajícího v tísňové situaci. V rámci této kapitoly budou uvedeny výsledky testu lokalizace volajícího z mobilního telefonu na linku 155 v Jihomoravském kraji. Test byl proveden jak pomocí současné metody lokalizace, tak pomocí aplikace iSOS.

### 4.4.1 Provedení testu

Základem pro provedení testu a porovnání přesnosti lokalizace aplikace iSOS a současné metody určení polohy volajícího byla simulovaná tísňová volání z několika vybraných lokalit. Jak jsme se již zmínili, každý operátor předává lokalizační informace svých mobilních stanic s různou přesností. Simulovaná tísňová volání byla tedy provedena na linku 155 prostřednictvím telefonních čísel operátorů T-Mobile, O2 a Vodafone. Tato telefonní čísla byla přednastavena v informačním systému S.O.S. Jihomoravské záchranné služby jako “zlomyslná“, čímž byla přidána na tzv. “blacklist“ (viz kap. 1.4.2). Po kontaktování linky 155 v takovém případě nedochází ke spojení s operátorem zdravotnického operačního střediska, ale hovor je přeměrován na záznamník. Volající, který linku 155 kontaktuje z telefonního čísla nacházejícího se na “blacklistu“, je záznamníkem odkázán s požadavkem o pomoc na linku 112. Data o hovoru, obsahující i důležité informace o poloze volajícího, jsou však prostřednictvím systému ReDat do databáze informačního systému S.O.S. uložena.

#### Vybrané lokality

Výběr lokalit pro test byl volen tak, aby odrážel tři možné scénáře tísňových volání. Přesnost určení polohy celulární mobilní sítě závisí především na počtu vysílacích stanic mobilního signálu v místě, kde se volající na linku 155 nachází. Test byl tedy proveden v centru města Brna, kde předpokládáme v důsledku husté zástavby také velké množství vysílacích stanic. Další lokalitou byla okrajová čtvrť města Brna a třetí lokalitu představovalo údolí řeky Svitavy v členitém terénu nedaleko za Brnem. Zde byl předpoklad menšího počtu dostupných vysílacích stanic a horší kvalita mobilního signálu. V následujícím přehledu je uvedena trojice testovacích lokalit.

- Lokalita č.1: Husova 200/16, městská část Brno-Střed
- Lokalita č.2: Výholec 29, městská část Brno-Komín
- Lokalita č.3: Hradní, Adamov

Podaný přehled má pouze informativní charakter. Přesné GPS souřadnice skutečné polohy místa testování uvádí tabulka výsledků (tab. 2) v další podkapitole.

#### 4.4.2 Dosažené výsledky

Pro přesné určení skutečné polohy místa provádění testu bylo použito GPS dat udávaných v daném místě službou Google Maps společnosti Google. Dosažené výsledky lokalizace spolu se skutečnou GPS polohou místa testování udává tabulka (tab. 2). Data jsou představována ve stupních systému WGS-84 a to ve formátu zeměpisná šířka, zeměpisná délka. Připomeňme ještě, že polohová data jsou předávána jednotlivými mobilními operátory do informačního systému S.O.S. prostřednictvím systému ReDat.

Tab. 2: Výsledky testu lokalizace volajícího na linku 155

	Adresa	Referenční data (Google Maps)	Systém ReDat			iSOS
			T-Mobile	O2	Vodafone	
1	Husova 200/16 Brno Střed	49.194597 16.604357	49.195 16.605	49.192 16.5988	49.194 16.605	49.194596 16.604504
2	Výholec 29 Brno Komín	49.226771 16.550058	49.225833 16.5525	49.2346 16.487	49.258 16.512	49.226744 16.549999
3	Hradní Adamov	49.308365 16.643804	49.2925 16.663333	49.2955 16.6141	49.292 16.663	49.308306 16.643893

Na základě uvedených dat byly jednotlivé lokalizační informace přeneseny a zakresleny do mapových podkladů. Výsledky této operace jsou uvedeny v příloze (příloha H - J). Skutečná poloha místa testování je vyznačena červenou značkou. Dále jsou v mapách zobrazeny lokalizační údaje jednotlivých mobilních operátorů a aplikace iSOS.

Jak lze na základě těchto výsledků konstatovat, přesnost lokalizace volajícího pomocí celulární mobilní sítě dokáže být velmi nepřesnou (lokalita č. 2, 3). Zatímco v centru města (lokalita č. 1) je poloha tísňového volání určena poměrně přesně (v řádech stovek metrů), v okrajové čtvrti (lokalita č. 2) a v odlehlější oblasti mimo město (lokalita č. 3) je pozice volajícího současnou metodou určena velmi nepřesně (v řádech stovek metrů až kilometrů). Velkou roli zde sehrává počet vysílacích stanic mobilní sítě v okolí místa tísňového volání. Pokud je v dané lokalitě dostupné více vysílacích stanic, bude také platit rozdělení území na více menších buněk. Každá buňka či její sektor pak vlastní unikátní parametr CID a tak i oblast, ve které se může volající nacházet, je menší. Lokalizační data předávaná mobilními operátory prostřednictvím systému ReDat určují střed oblasti (buňky) ve které se mobilní telefon s určitou pravděpodobností nachází. Naproti tomu aplikace iSOS dokázala na základě všech dostupných lokalizačních technologií určit polohu volajícího velmi přesně a to pouze s minimální odchylkou v řádech jednotek metrů od skutečné polohy. Tato práce nemá za cíl provedení statistického vyhodnocení lokalizačního testu. Cílem je pouze ukázka nepřesnosti současné metody lokalizace a ověření správné funkce aplikace iSOS.

#### 4.4.3 Využití aplikace iSOS v informačním systému ZZS

Cílem autora této práce je napojení aplikace iSOS na informační systém S.O.S společnosti Per4mance. Aplikace sama o sobě není životaschopná a bude nutné navrhnout způsob její podpory v informačním systému zdravotnické záchranné služby. Jak jsme se již zmínili dříve, v naší republice existuje speciální telefonní linka pro občany se zdravotním postižením, které jim znemožňuje kontaktovat ZZS prostřednictvím tísňového hovoru. Tísňová výzva pak na jednotlivá krajská operační střediska přichází ve formě nouzové SMS. Pokud by tedy aplikace iSOS odesílala nouzovou poziční SMS právě na tuto fungující linku, nepředstavovalo by řešení žádný významný zásah do stávající infrastruktury.

Jediným informačním systémem, který v současné době podporuje alespoň nepřesnou lokalizaci mobilního telefonu, je systém S.O.S. Využitím linky pro nouzové SMS bychom však byli schopni nabídnout efektivní nástroj pro lokalizaci volajícího i v těch krajích, kde informační systém S.O.S. není nasazen. Životaschopnost a použitelnost aplikace by se tak zvýšila a bylo by ji možné používat na celém území republiky a ne jen ve vybraných krajích. Autor práce považuje za zásadní, aby bylo možné aplikaci používat kdekoliv.

Napojení aplikace na informační systém S.O.S. bude představovat drobnou úpravu formuláře “Nová událost“ (viz příloha E). Zde by v budoucnu mohlo docházet k automatickému vyplnění přesné polohy volajícího na základě polohové SMS. V současném systému jsou při otevření tohoto formuláře operátorem zdravotnického operačního střediska vyplňována polohová data služby Info35, či data předávaná mobilními operátory prostřednictvím systému ReDat. Díky nouzové SMS by tak mohla být vyplněna nejen přesnější polohová data, ale i jméno volajícího, případně další informace o tísňové situaci.

Otázkou je, zda podobnou aplikaci pro mobilní telefony zpoplatnit. Autor této práce a dokonce i samotní záchranáři zastávají negativní stanovisko. Pro masivní rozšíření aplikace a tedy přesné určení polohy místa události v co největším počtu případů je nutné aplikaci poskytnout ke stažení zdarma. Z hlediska co nejrychlejšího rozšíření je také vhodné, aby v okamžiku svého vydání byla aplikace dostupná i na jiné mobilní platformy. Nejrozšířenějším operačním systémem pro “chytré“ mobilní telefony je v České republice systém Android. Nezanedbatelný podíl na trhu však představuje i systém Windows Phone 7. V budoucnu se tak můžeme těšit na aplikaci, která u nás bude podporována pro většinu “chytrých“ telefonů.



# Závěr

Práce popisuje důležitost znalosti přesné polohy volajícího na tísňovou linku pro úspěch záchranné akce. Uvádí základní principy fungování zdravotnické záchranné služby a jejího informačního systému. Moderní informační systém se v posledních patnácti letech stal důležitým nástrojem v práci zdravotnické záchranné služby a lékařská péče je díky němu poskytována účelněji, efektivněji a rychleji. V práci jsou popsány metody, které dnes některé informační systémy využívají pro zjištění polohy volajícího.

V současné době je k určení polohy volajícího využito vlastností celulární mobilní sítě. Toto řešení však neposkytuje poziční údaje potřebné přesnosti a bývá tak využito především pro směřování jednotlivých tísňových hovorů na příslušná krajská zdravotnická operační střediska. Moderní mobilní telefony však disponují řadou funkcí, běžně používaných k navigaci či připojení k internetu, které jsou (spolu s dnes používaným řešením) schopny polohu určit daleko přesněji. Dosud není v České republice dostupné řešení, které by pro potřeby lokalizace v rámci tísňového volání na zdravotnickou záchrannou službu využívalo mimo standardních možností celulární sítě i družicový systém GPS či lokální síť Wi-Fi. Tato bakalářská práce předkládá realizaci takového řešení prostřednictvím aplikace iSOS.

# Literatura

- [1] APPLE INC. *IOS Technology Overview: General*. Cupertino USA, 2010, 64 s.  
Dostupné z:  
[http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/Miscellaneous/Conceptual/iPhoneOSTechOverview/Introduction/Introduction.html%23//apple\\_ref/doc/uid/TP40007898](http://developer.apple.com/library/ios/#documentation/Miscellaneous/Conceptual/iPhoneOSTechOverview/Introduction/Introduction.html%23//apple_ref/doc/uid/TP40007898)
- [2] BEREC, Jiří. *Rescue 112 : první pomoc a zdravotnictví* [online]. 2010-29-7 [cit. 2011-10-29]. Přednemocniční neodkladná péče. Dostupné z:  
[http://www.rescue112.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=257:pnp-nco-malo-o-nai-praci-&catid=55:zss&Itemid=79](http://www.rescue112.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=257:pnp-nco-malo-o-nai-praci-&catid=55:zss&Itemid=79).
- [3] ČADA, Ondřej. *Cocoa: úvod do programování počítačů Apple*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2009, 199 s. ISBN 978-80-247-2778-3 (BROŽ.).
- [4] DOBIÁŠ, Villiam. *Urgentní zdravotní péče*. Martin, SR : Osveta, 2006. 178 s. ISBN 970-80-8063-258-8.
- [5] ERTLOVÁ, Františka; MUCHA, Josef. *Přednemocniční neodkladná péče*. druhé přepracované vyd. Brno : Mikadapress, 2006. 368 s. ISBN 80-7013-379-1.
- [6] FRANĚK, Ondřej. *Www.zachrannasluzba.cz : Nezávislý web o zdravotnické záchranné službě* [online]. c2002 - 2011 [cit. 2011-10-29]. Dostupné z:  
<http://www.zachrannasluzba.cz/>.
- [7] FRANĚK, Ondřej. *ZZS HMP. Update technologií zdravotnického operačního střediska ZZS hl. m. Prahy* [PPT]. Praha, 2011 [cit. 26.12. 2011].
- [8] GPS vs. aGPS: A Quick Tutorial. [online]. [cit. 2011-12-26]. Dostupné z:  
<http://www.wpcentral.com/gps-vs-agps-quick-tutorial>
- [9] GPS. *Infrared.cz* [online]. [cit. 2012-01-02]. Dostupné z:  
<http://www.infrared.cz/Technologie/GPS/>
- [10] *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. 2009-26-6 [cit. 2011-10-29]. Integrovaný záchranný systém. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/integrovaný-zachranny-system.aspx>.
- [11] HRDINA, Zdeněk; PÁNEK, Petr; VEJRAŽKA, František. *Rádiové určování polohy : Družicový systém GPS*. Praha : ČVUT, 1999. 259 s. ISBN 80-01-01386-3.
- [12] HUMPL, Lukáš. *Územní středisko záchranné služby Moravskoslezského kraje* [online]. 20011-22-2 [cit. 2011-10-30]. Krajské operační středisko. Dostupné z:  
<http://www.uszsmsk.cz/Default.aspx?subhref=operStrediska>.

- [13] iPhone, iPad, and iPod Touch Secrets. [cit. 2011-12-26]. Dostupné z: [http://www.edepot.com/iphone.html#iPhone\\_A-GPS](http://www.edepot.com/iphone.html#iPhone_A-GPS)
- [14] iPhone 4S - Technical Specifications. APPLE INC. [online]. [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: <http://www.apple.com/iphone/specs.html>
- [15] JARVIEN, Jani; DESALAS, Javier; LAMANCE, Jimmy. *GPS World : The business and Technology of Global Navigation and Positioning* [online]. 2002 [cit. 2011-12-06]. Assisted GPS: A Low-Infrastructure Approach. Dostupné z: [http://www.gpsworld.com/gps/assisted-gps-a-low-infrastructure-approach-734?page\\_id=1](http://www.gpsworld.com/gps/assisted-gps-a-low-infrastructure-approach-734?page_id=1).
- [16] KLOZAR, Lukáš; PROKOPEC, Jan. Lokalizační systém kombinující výhody GPS a GSM. *Elektrorevue* [online]. 2011, 13, [cit. 2011-12-02]. Dostupné z: <http://elektrorevue.cz/cz/clanky/komunikacni-technologie/0/lokalizacni-system-kombinujici-vyhody-gps-a-gsm/>. ISSN 1213-1539.
- [17] LANGLEY, Richard. Innovation: Hybrid Positioning: A Prototype System for Navigation in GPS-Challenged Environments. *GPS World: The business and Technology of Global Navigation and Positioning* [online]. 2010 [cit. 2011-12-26]. Dostupné z: <http://www.gpsworld.com/gnss-system/algorithms-methods/innovation-hybrid-positioning-9628>
- [18] MOLNÁR, Jiří. *UMTS* [online]. [cit. 2012-04-01]. Dostupné z: <http://www.umts.wz.cz/start.htm>
- [19] PETERKA, Jiří. Úvod do GSM. *Softwarové noviny* [online]. 2000, č. 8, [cit. 2011-12-02]. Dostupný z: <http://www.earchiv.cz/a008s200/a008s200.php3>.
- [20] POČTA, Jaroslav, et al. *Kompendium neodkladné péče*. [s.l.] : Grada, 1996. 271 s. ISBN 80-7169-145-3.
- [21] *Popis základních vlastností informačního systému S.O.S*. Brno: PER4MANCE, s.r.o., 2010, 16 s.
- [22] PROKOPEC, Jan a Stanislav HANUS. *Systémy mobilních komunikací*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav radioelektroniky, 2008, 134 s. ISBN 978-80-214-3791-3.
- [23] RICHTR, Tomáš. *Technologie pro mobilní komunikaci* [online]. 2002 [cit. 2011-12-02]. Princip Buňkového systému. Dostupné z: <http://tomas.richtr.cz/mobil/bunk-princip.htm>
- [24] SNÁŠEL. *Jak určit polohu mobilního telefonu*. Mobil mania [online]. [cit. 2012-01-02]. Dostupné z: <http://www.mobilmania.cz/default.aspx?article=1107567>

- [25] ŠÍN, Robin. Krajské záchranky - každý pes, jiná ves? : Dobrá praxe pro budoucnost?. *Urgentní medicína : Časopis pro neodkladnou lékařskou péči*. 2007, 10, č. 2, s.34-35. Dostupné z :[http://mediprax.cz/um/casopisy/UM\\_2007\\_02.pdf](http://mediprax.cz/um/casopisy/UM_2007_02.pdf)
- [26] USA. *FCC strengthens enhanced e911 location accuracy requirements for wireless services*. In: Washington, D. C. 20554: Federal Communications Commission, 2011. Dostupné z: [http://hraunfoss.fcc.gov/edocs\\_public/attachmatch/DOC-308377A1.pdf](http://hraunfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/DOC-308377A1.pdf)
- [27] *Uživatelská příručka informačního systému S.O.S.* Brno: PER4MANCE, s.r.o., 2011. 102 s.
- [28] *Zdravotnická záchranná služba Jihomoravského kraje* [online]. 2007 [cit. 2011-10-28]. Dostupné z: <http://www.zzsjsmk.cz/historie>

# Seznam Symbolů, Veličin a Zkratek

$c$	<i>Rychlost světla</i>
$d_i$	<i>Vzdálenost uživatele od navigační družice</i>
$d_{pos}$	<i>Chyba vzdálenosti MT od BTS (technika TA)</i>
$R$	<i>Poloměr</i>

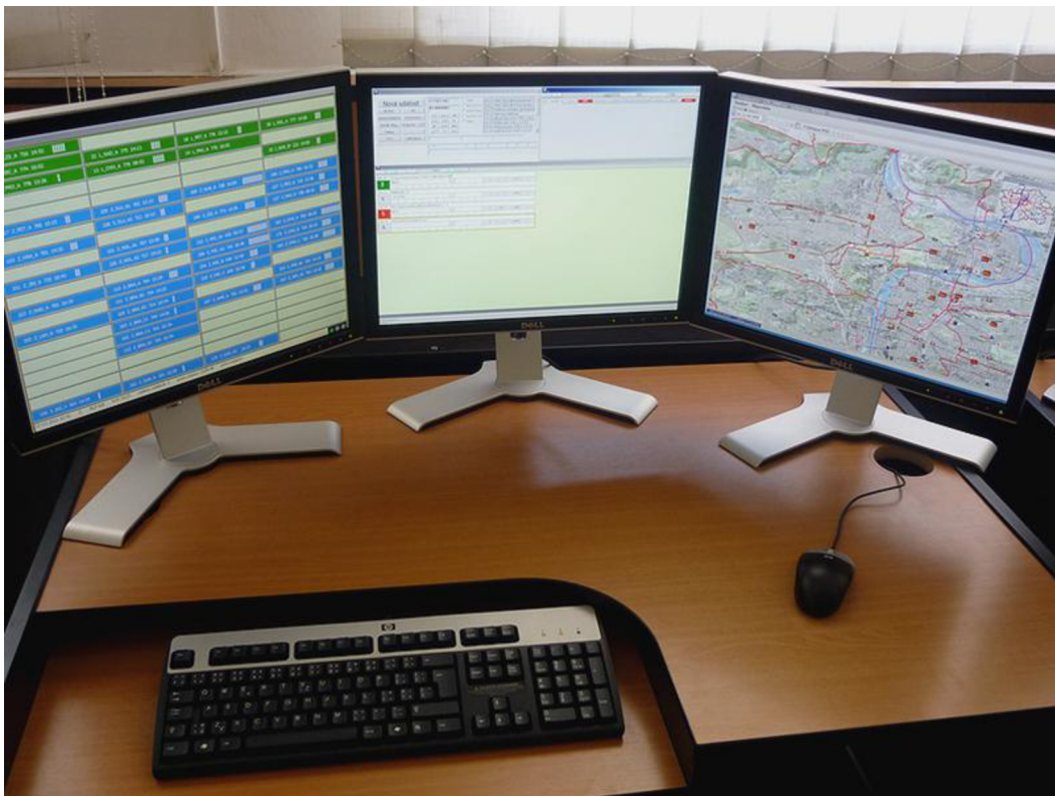
A-GPS	Assisted GPS
Auc	Authentication Centre
BCCH	Broadcast Control CHannel
BS	Base Station
BSC	Base Station Controller
BTS	Base Transciever Station
CID	Cell Identity
CN	Core Network
E-OTD	Enhanced OTD
EA	Emergency Area
FCC	Federal Communication Commision
GIS	Geografický informační systém
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communication
HLR	Home location register
HZS	Hasičský záchranný sbor
iOS	iPhone OS
IZS	Integrovaný záchranný systém
LA	Location Area
LAC	Local Area Code
LAN	Local Area Natwork
LZS	Letecká záchranná služba
MSC	Mobile Cervices Switching Centre
MSC	Master Control Station
MT	Mobilní telefon
MU	Mimořádná událost
NZLP	Nelékařský zdravotnický pracovník
OTD	Observed Time Difference
PNP	Přednemocniční neodkladná péče

PP	První pomoc
RLP	Rychlá lékařská pomoc
RNC	Radio Network Controller
RV	Rendez-vous systém
RXLEV	Received Signal Level
RZP	Rychlá zdravotnická pomoc
SDCCH	Standalone Dedicated Control Channel
TA	Timing Advance
TMDA	Time Division Multiple Access
TTF	Time to first fix
UE	User Equipment
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UTRAN	UMTS Terrestrial Radio Access Network
VLR	Visitor Location Register
WGS	World Geodetic System
Wi-Fi	Wireless LAN
WPS	Wi-Fi Position System
ZOS	Zdravotnické operační středisko
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

# Seznam Příloh

- A. Struktura monitorů dispečerského pracoviště (převzato [7])
- B. Monitor přehledu výjezdových skupin (převzato [7])
- C. Monitor operační situace (převzato [7])
- D. Monitor GIS (převzato [7])
- E. Formulář "Nová událost"
- F. Dominance a rozdělení buněk některých základnových stanic mobilního operátora Vodafone na Moravě a ve Slezsku
- G. Mapa rozdělení území sítě Vodafone na EA a LAC
- H. Výsledky testování určení polohy volajícího v lokalitě č. 1
- I. Výsledky testování určení polohy volajícího v lokalitě č. 2
- J. Výsledky testování určení polohy volajícího v lokalitě č. 3
- K. Svolení s využitím výukového videa

## A. Struktura monitorů dispečerského pracoviště



## B. Monitor přehledu výjezdových skupin

101 H_LZS_A 716 18:00			25 I_KOR_IP 222 17:58
12 L_PET_A 776 18:00	19 L_HOL_A 777 17:58	17 L_PRO_A 778 17:58	
22 L_NAD_A 775 17:56	10 L_KRC_A 774 18:00	14 L_PRU_A 770 17:54	13 L_CMO_A 779 17:58
217 Z_PET_A 706 17:57	229 Z_SLU_A1 702 17:56	159 Z_KUN_A 728 18:00	160 Z_PRO_A 708 17:57
	228 Z_SLU_A2 712 17:56		227 Z_PRO_B 718 17:57
153 Z_HRA_A 701 17:57		189 Z_ZI2_A 773 18:00	127 Z_PRO_D 738 18:07
	221 Z_HOL_A1 707 17:57		
211 Z_JIN_A 735 18:01	115 Z_HOL_A2 717 18:00	222 Z_MIC_A1 630 17:57	185 Z_CMO_A 709 18:00
		226 Z_MIC_A2 710 17:57	171 Z_CMO_B 719 14:47
213 Z_NAD_A 705 18:01	110 Z_BRA_A 704 18:07	224 Z_MIC_B 640 17:57	185 Z_CMO_C 729 13:10
	111 Z_BRA_B1 734 13:01	225 Z_MIC_C 650 17:57	
165 Z_LAH_A 725 18:00	218 Z_BRA_B2 714 17:15		
	103 Z_BRA_C1 744 14:01	214 Z_JME_A1 724 17:57	128 Z_UHR_A 720 18:00
	102 Z_BRA_C2 754 10:34	215 Z_JME_A2 764 18:00	
	112 Z_BRA_XX 755 17:07		
130 Z_ASI_3 303 14:19	162 Z_KUN_G 201 18:00	176 Z_KUN_O2 15:10	
16.03.2011 18:08 D RLP 3/8 RZP 17/33 celkem událostí: 32 prům.čekání: 47:18 prům.dojezdy: 42:01			



## C. Monitor operační situace

The screenshot displays a software interface for monitoring operational status. The interface is divided into several sections:

- Top Bar:** Contains navigation and status indicators, including 'Čekání 112', 'SMS', 'Stand by', 'vypřeleno', 'Rozhovra', 'Stornovano', 'Předání', 'Hedří', and 'Alarmy'.
- Left Sidebar:** Includes a search bar for 'Smrčková Věra' (ID 0005078), a 'Nová událost' (New incident) button, and a list of menu items: 'Archiv', 'VS', 'Deník hlášení', 'Fenosměry', 'Deník disp.', 'Dojezdy > 15', 'Menu', and '777 Odlášení'.
- Main Area:** A list of incidents with columns for time, location, severity, and status.
 

Time	Location	Severity	Status
17:56	POI:HOHEMKA, sportoviště, Vršovská 31, Praha 10	2	NAPADENÍ+, PCR
17:59	Hlubočepy Barrandovská 162/6 4	3	TEPLOTA-
17:58	POI:Stromovka_park u podjezdu směr koně Troja	2	PÁD+, choptí
17:58	POI:Veleslavín_nádraží č.č. Veleslavínská	1	DUŠNOST++, astma
17:57	POI:Letňany_letišťe, Hlbočková, Praha 9 - Letňany	1	STENOKARDIE++
17:57	Holešovice Kostelní 848/1	3	INTOXIKACE-, alkoholem
17:57	Staré Město Lidořská 216/1 3	1	NZO
17:56	POI:Prokopské údolí_park v pdjezdu pod trať	1	DN+ +, cyklista
17:56	POI:Devičská_bus Vítězné n.	3	INTOXIKACE-, alkohol
17:55	POI:SHELL 5_čerpací stanice, Jeremášova 24 kopec I. B. Beránku	2	DN-, oděrky

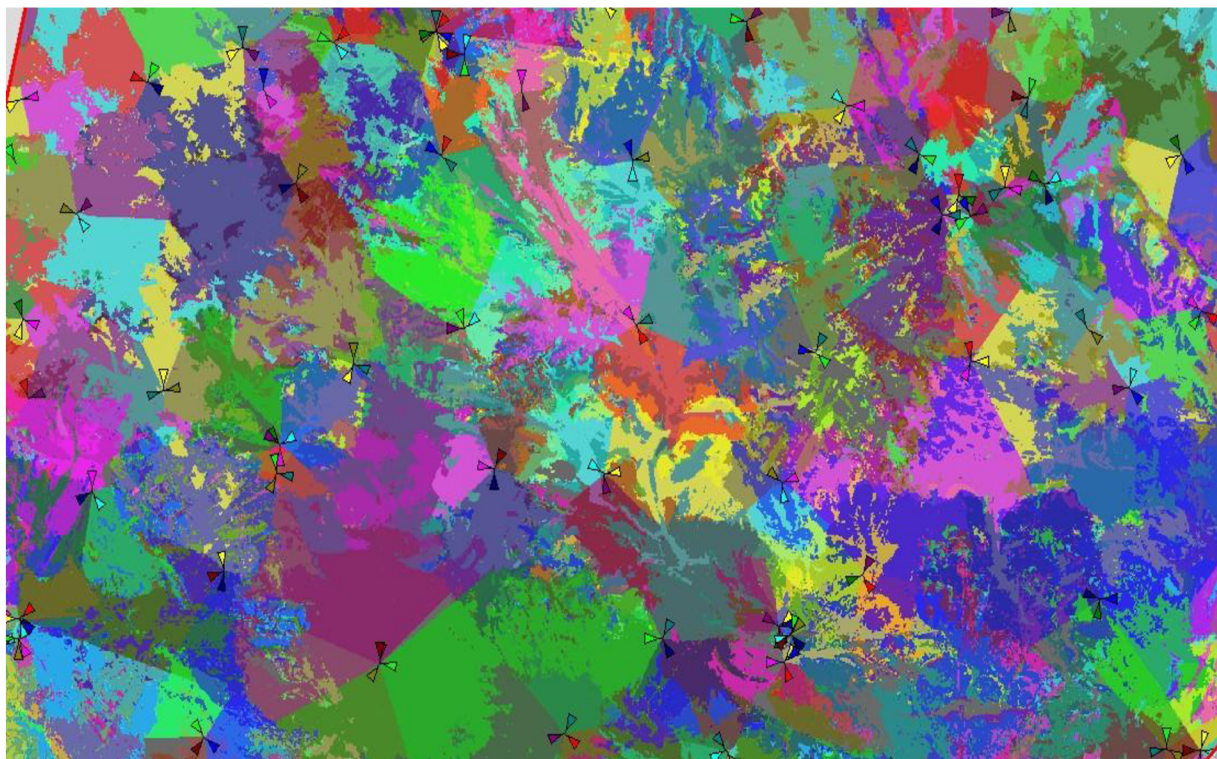
## D. Monitor GIS

The screenshot shows a GIS application window titled "IzsOperator - ZS\_HMP.izs (připojen: SMRC - SUPERVIZOR)". The main view is a satellite map of an urban area with several red circular markers indicating points of interest (POI). A yellow line connects two of these markers. The interface includes a top menu bar, a toolbar with map navigation tools, and a status bar at the bottom showing coordinates and location information.

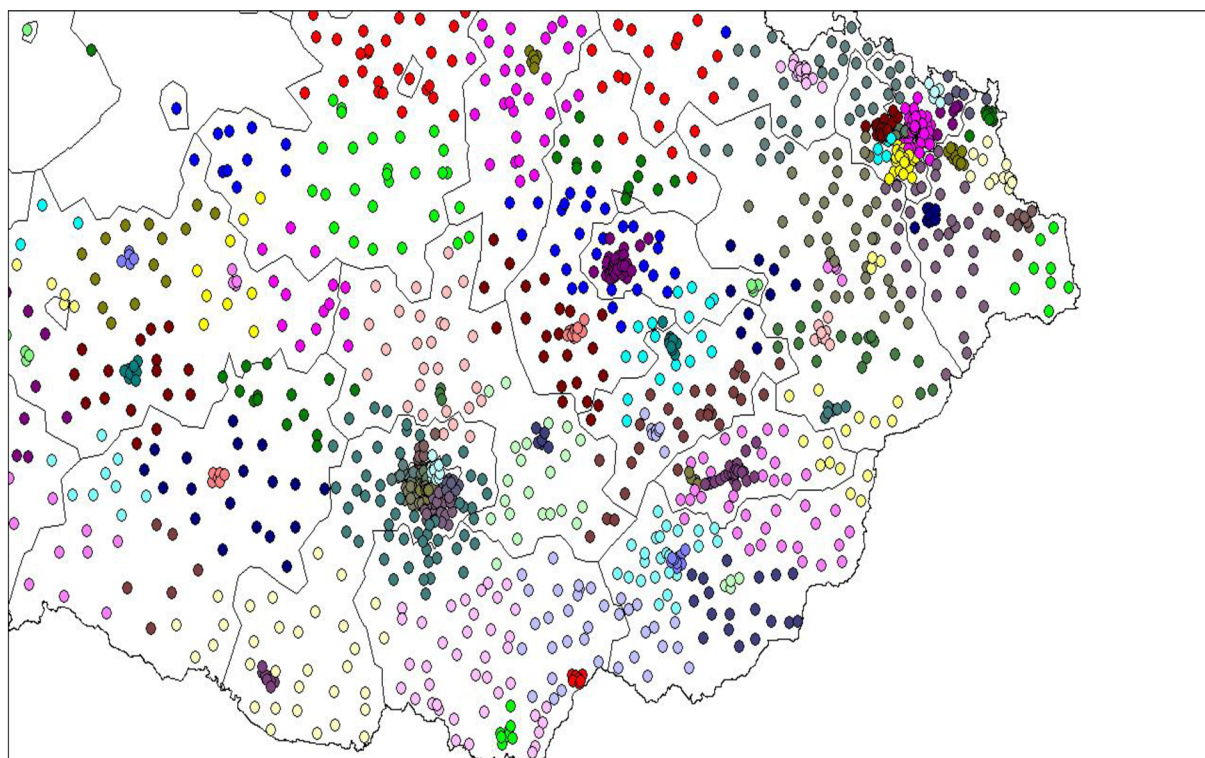
Coordinates: Y (šifra)=50.113199°; X (délka)=14.500851°  
 Katastr=Vysočary, Měst část=Praha 9, Obec=Praha, Část obce=Vysočary



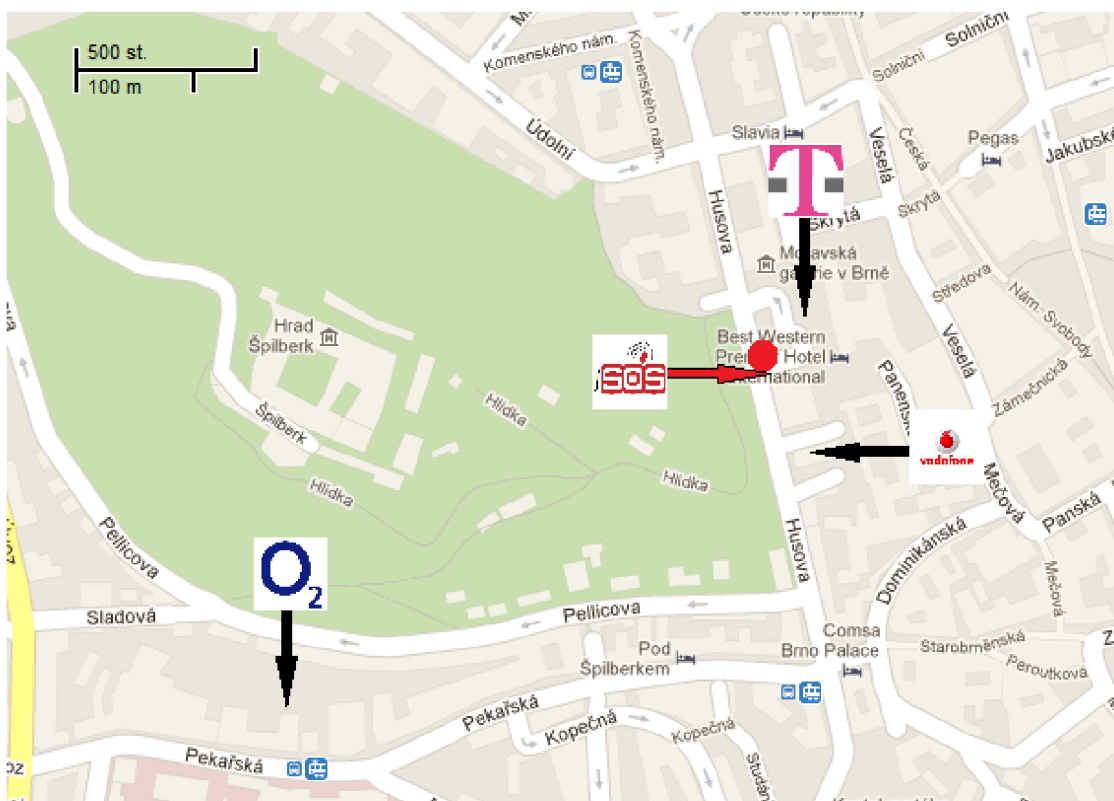
**F. Dominance a rozdělení buněk některých základnových stanic mobilního operátora Vodafone na Moravě a ve Slezsku**



**G. Mapa rozdělení území sítě Vodafone na EA a LAC**



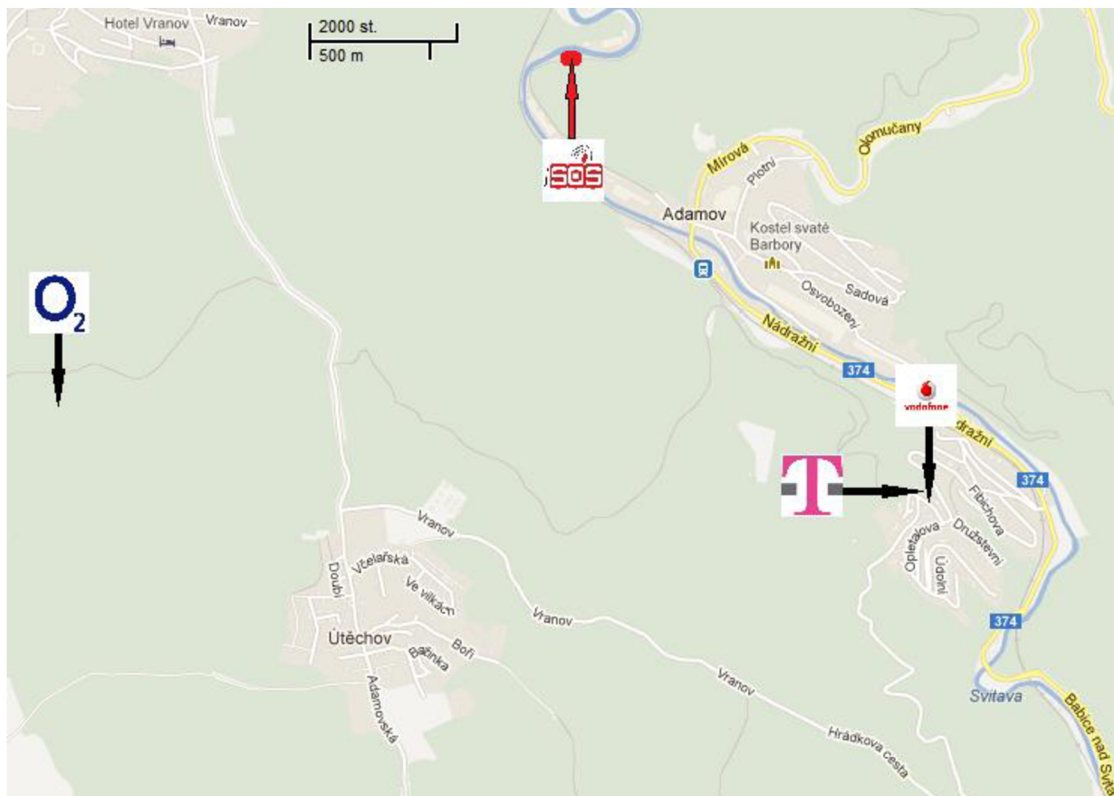
## H. Výsledky testování určení polohy volajícího v lokalitě č. 1



## I. Výsledky testování určení polohy volajícího v lokalitě č. 2



## J. Výsledky testování určení polohy volajícího v lokalitě č. 3



## K. Svolení s využitím výukového videa

Svolení s využitím výukového videa

Praha 24. 4. 2012

Souhlasím s použitím edukačního videa o postupech základní neodkladné resuscitace umístěného na internetových stránkách 3. LF UK Praha <http://www.lf3.cuni.cz/cs/pracoviste/anesteziologie/vyuka/studijni-materialy/neodkladna-resuscitace/> pro potřeby bakalářské práce studenta VUT v Brně Filipa Maleňáka.

Jiří Málek, autor

doc. MUDr. Jiří Málek, CSc.

KAR 3, LF UK a FNKV Praha

Šrobárova 50

100 34 Praha 10

tel. 26716 2461, fax 26716 3125, e-mail [malekj@fnkv.cz](mailto:malekj@fnkv.cz)