

OPERATÍVNE RIADENIE A NAVIGÁCIA ZÁSAHOVÝCH VOZIDIEL HASIČSKÉHO ZBORU POMOCOU INFORMAČNÉHO SYSTÉMU S DISTRIBUOVANOU ARCHITEKTÚROU

Patrik Hrkút¹, Emil Kršák²

¹Katedra softvérových technológií, Fakulta riadenia a informatiky, Žilinská univerzita,
Univerzitná 8215/1, 010 26, Žilina, Slovenská republika
Patrik.Hrkut@fri.uniza.sk

²Katedra softvérových technológií, Fakulta riadenia a informatiky, Žilinská univerzita,
Univerzitná 8215/1, 010 26, Žilina, Slovenská republika
Emil.Krsak@fri.uniza.sk

Abstrakt. Príspevok popisuje návrh a realizáciu informačného systému s distribuovanou architektúrou pre potreby hasičského zboru SR. Úlohou systému je komplexná správa zásahu (po softvérovej stránke) počas jeho celého životného cyklu, od vzniku príkazu na výjazd, cez vyvolanie poplachu, až po vystavenie časového lístka obsahujúceho všetky požadované údaje. Medzi ďalšie úlohy patrí monitorovanie polohy vozidiel, riadenie a navigácia záchranných vozidiel smerom k zásahu. Informačný systém sa skladá zo štyroch hlavných častí: databázového úložiska dát, aplikačného servera, dispečerských pracovísk a množiny palubných jednotiek. Databáza slúži na uchovávanie všetkých dát v systéme, statických (údaje o hasičských staniciach, technike, hasičoch a pod.) a dynamických, zahŕňajúcich údaje o vzniknutých požiaroch, aktuálnej polohe vozidiel atď. Aplikačný server riadi spracovanie, ukladanie a distribúciu dát. Je to aplikácia vytvorená na platforme .NET. Dispečerské pracoviská slúžia na monitorovanie polohy vozidiel a zároveň umožňujú riadenie a navigovanie vozidla. Sú realizované ako desktopové aplikácie .NET pre MS Windows. Palubné jednotky sú realizované ako zariadenia pracujúce na platforme Pocket PC s operačným systémom Windows Mobile 5.0, ktoré v pravidelných intervaloch zasielajú informácie o svojej polohe a prijímajú správy od dispečerských pracovísk, ako napr. pokyny pre navigačný systém, ktorý je potom automaticky nastavený na navigáciu smerom k zásahu. Komunikačná časť systému je založená na .NET remoting technológii a dáta sú prenášané pomocou GPRS modemu v sieti GSM. V úvode článku sú popísané požiadavky na funkcie informačného systému, ktoré boli stanovené na základe analýzy vykonanej v spolupráci so zástupcami Hasičského a záchranného zboru (HaZZ) v Žiline. Ďalej autori rozoberajú možné prístupy na realizáciu takého systému po softvérovej aj hardvérovej stránke, od dostupných komerčných riešení, až po návrh vlastného riešenia, postaveného na distribuovanej architektúre. V článku sa autori zaoberajú podrobným porovnaním týchto riešení, popisujú výhody a nevýhody posudzovaných riešení, ako aj zdôvodňujú nutnosť tvorby vlastného systému a detailne charakterizujú návrh vlastného riešenia, poukazujúc na výhody oproti existujúcim riešeniam. Distribuovaná architektúra bola zvolená pre svoju univerzálnosť a pre výhody oproti klient/server, ktoré sú v článku takisto popisované. Ďalej sú uvedené aj rozhodujúce vlastnosti a funkcie jednotlivých častí informačného systému a ich návrh a realizácia. Autori popisujú aj problémy pri vývoji jednotlivých častí, ako sú integrácia a prezentácia geografických dát, realizácia komunikácie medzi palubnými jednotkami a dispečerskými

pracoviskami alebo ovládanie navigačného softvéru na diaľku po sieti. V závere článku je uvedené zhodnotenie riešenia, skúsenosti z pilotnej prevádzky ako aj možný ďalší rozvoj systému, jeho budúcnosť a prípadné nové funkcie.

Kľúčové slová: operatívne riadenie, navigácia, distribuovaná architektúra, aplikačný server, dispečerské pracovisko, palubné jednotky

Abstract. Information system with distributed architecture for operational control and navigation of fire trucks. Article describes design and implementation of an information system with distributed architecture for fire rescue service in Slovak republic. Main goal of the system is to manage of rescue events during the whole life cycle: creating of a drive command, alarm call, generating statement of time ticket containing all information. The system provides also functionality for vehicle tracking, control and navigation of the fire trucks. The System consist of four main parts: database, application server, operator application and set of onboard units. The database contains static data such as fire departments data, fire trucks and facilities, firemen etc. and dynamical data about fires, current vehicles location etc. The application server controls data processing, saving and distribution. The server is implemented as an .NET application. Operator applications include vehicle tracking, control and navigation setup of the vehicles. They are also implemented as an .NET applications. Onboard units are Pocket PC devices (with Windows Mobile 5.0 OS). They send vehicle location information to application server and receive commands from operator application (through application server), e.g. navigation control. Communication system is based on .NET remoting and data are transferred by GPRS. Main system requirements are described in the first part of the article. They were specified upon system analysis in cooperation with fire rescue department in Zilina. There are also mentioned possible hardware and software solutions: ready-to-use commercial ones or design of a custom solution with distributed architecture. The article also contains a solution comparison, presenting pros and cons, reasons for custom solution designing and implementing. Distributed architecture provides versatility and has many benefits to client/server architecture. Next part of the article describes features and functions of particular system parts. In the conclusive part of the article can be found a system evaluation, experience from a pilot run and suggestions for next development.

Keywords: operational control, navigation, distributed architecture, application server, operator application, onboard units

1 Úvod

V súčasnosti je na trhu dostupné nepreberné množstvo navigačných riešení. Tieto riešenia sú vhodné pre vodičov, ktorí majú čas na zadanie miesta, kam sa chcú dopraviť. Sú však situácie, kedy obsluha navigačného systému zdržuje, najmä v situácii, keď je počítaná každá minúta. Pri výjazdoch hasičského zboru je nutné čo najskôr sa dopraviť na miesto požiaru. Posádka vozidla nemá čas zadávať miesto, kde požiar vznikol. V týchto prípadoch je potrebné, aby zadanie miesta požiaru sa udialo automaticky pri vzniku udalosti. Dalo by sa povedať, že je žiadúce, aby niekto operatívne riadil softvér slúžiaci na navigáciu. Informačný systém popisovaný v tomto príspevku, okrem iných funkcií si kladie za cieľ do riešenia začleniť navigačný systém ovládaný na diaľku. V príspevku sa zaoberáme spôsobom

návrhu takého riešenia, porovnáme rôzne prístupy k jeho realizácii a popíšeme, ako sme k návrhu pristúpili my.

Aj keď vo svete existujú podobné systémy [8], [9], ktoré umožňujú sledovanie polohy vozidiel, ich navigáciu a poskytujú množstvo ďalších funkcií a aktivity vyvíja aj ESRI [7] a množstvo inštitúcií pod záštitou EU, jeden z hlavných prínosov nášho systému, ktorým sa odlišuje od uvedených systémov, vidíme v možnosti operatívneho riadenia navigácie na diaľku.

2 Požiadavky na informačný systém

Návrh každého informačného systému začína zberom požiadaviek u zákazníka. Na základe analýzy jeho potrieb a očakávaní je možné vytvoriť požadované riešenie. Na začiatku analýzy bolo potrebné zmapovať súčasný stav a určiť ciele projektu.

V čase začiatku riešenia projektu hasičský zbor nepoužíval žiadne navigačné riešenie. Navigácia na zásah bola vykonávaná dispečerom cez vyhľadanie cesty v niektorom on-line plánovači ciest na Internete a prostredníctvom vysielачky bol vodič navigovaný na príslušné miesto. Potom prostredníctvom vysielачky bolo miesto požiaru a cesta k nemu postupne upresňovaná vodičovi.

Nový systém mal za úlohu zautomatizovať tieto procesy a pomôcť pri navigácii vozidiel. Pri analýze boli stanovené nasledovné požiadavky na palubnú jednotku a dispečerské pracovisko:

Požiadavky na palubnú jednotku (PJ):

- PJ vyžaduje minimálnu príp. žiadnu obsluhu posádky
- PJ prijíma po sieti informáciu o mieste požiaru
- PJ naviguje vozidlo na miesto zásahu
- PJ odosiela po sieti v pravidelných intervaloch informáciu o polohe vozidla

Požiadavky na dispečerské pracovisko:

- dispečer zadá miesto požiaru podľa ohlásenia do dispečerskej aplikácie a zároveň je informácia o mieste odoslaná aj do vozidla, ktoré vyšle na zásah
- v priebehu zásahu dispečer môže vyslať na zásah ďalšie vozidlo
- dispečer môže zmeniť miesto zásahu – zmena navigácie vozidla
- na pripojenej tlačiarňi sa vytlačí preddefinovaný príkaz na výjazd
- dispečer podľa hlásení hasičov zo zásahu vyplňuje všetky požadované údaje do časového lístka
- dispečer na príslušnom pracovisku musí mať prehľad o polohe všetkých vozidiel zo svojej hasičskej stanice, ako aj vozidiel iných hasičských staníc v reálnom čase
- dispečer môže poslať textovú správu do vybraného vozidla
- dispečer má prístup k histórii zásahov – prezeranie ukončených príkazov na výjazd

3 Možné prístupy k riešeniu

Ako vyplýva z požiadaviek vzídených z analýzy, je potrebné vyriešiť niekoľko hlavných častí informačného systému, ktoré sú:

- navigácia
- sledovanie polohy vozidiel na dispečingu
- komunikácia dispečingu s vozidlom

Z analýzy vyplynulo, že systém musíme rozdeliť na niekoľko častí. Dve hlavné časti, s ktorými príde do styku užívateľ IS, budú dispečerské pracovisko a palubná jednotka.

V úvodnej fáze riešenia bolo potrebné vybrať hardvérové platformy pre tieto pracoviská a určiť aký typ softvéru sa na nich bude používať.

3.1 Dispečing

Pre dispečerské pracoviská bola voľba jednoduchá. Pracoviská sú umiestnené v budovách hasičských staníc a ich poloha sa nemení. Preto sme zvolili riešenie vo forme bežného počítača, ktorý vybavíme príslušným softvérom a pripojením ku komunikačnej infraštruktúre (ako bude popisované neskôr). Ako dispečerská aplikácia nemohol slúžiť žiadny dostupný softvér, pretože aplikácia musela riešiť špecifické požiadavky hasičov. Dispečerskú aplikáciu sme teda museli vytvoriť vlastnými silami.

Jej hlavnou úlohou je umožniť vytvorenie nového zásahu pri vzniku požiaru a zaslanie informácií do palubnej jednotky a zobrazovanie polohy všetkých vozidiel. Na svoju prácu potrebuje vhodné mapové podklady, na ktorých je možné vyhľadanie miesta požiaru, toto miesto označiť a potom polohu požiaru zaslať do navigačného softvéru PJ. Na zobrazovanie polohy všetkých vozidiel, ktoré sú na zásahu (t.j. mimo hasičskej stanice) je opäť možné využiť mapové podklady, kde sa budú symbolicky zobrazovať polohy vozidiel.

3.2 Palubná jednotka

Situácia pri palubných jednotkách bola komplikovanejšia. Palubné jednotky sú umiestnené vo vozidlách. Mohli byť realizované buď ako prenosný počítač (notebook), alebo ako PocketPC zariadenie. Iné typy zariadení sme vylúčili, pretože vývoj na týchto platformách by bol pomalý a nákladný. Nakoniec sme sa rozhodli, že ako palubné jednotky použijeme PocketPC zariadenia, pretože sú ľahšie integrovateľné do interiéru vozidla, nezaberajú veľa miesta, sú jednoduchšie na správu a poskytujú dostatok výkonu na funkcie, ktoré sú od nich požadované.

Otázka vybavenia palubných jednotiek softvérom mala niekoľko riešení. Bolo možné použiť špecializované navigačné riešenie ako napr. iGO, TomTom, MioMap a pod., ale na trhu sme nenašli riešenie, ktorý by umožňovalo navigáciu s odosielaním polohy vozidla do dispečingu a zároveň minimalizovalo obsluhu zo strany posádky.

Ďalšie z riešení bolo vytvoriť vlastný navigačný softvér, ktorý by bol plne ovládateľný z dispečerského pracoviska po sieti. Toto riešenie by umožňovalo implementovať všetky potrebné funkcie. Jeho nevýhodou je však veľká náročnosť na jeho tvorbu a vytváranie niečoho, čo už dávno existuje.

Podarilo sa nám nájsť však zaujímavé riešenie. Navigačný softvér od slovenskej firmy Sygic, ktoré obsahovalo API, pomocou ktorého bolo možné aplikáciu ovládať z iného programu a komunikovať s ňou (napr. získavať polohu z GPS). Toto riešenie sa ukázalo ako veľmi vhodné, pretože vyžadovalo napísať len aplikáciu, ktorá mala za úlohu prijímať požiadavky z dispečerského pracoviska a transformovať ich do podoby vhodnej pre komunikáciu s navigačným softvérom a na druhej strane z aplikácie získať GPS polohu a takto získané informácie posilať do dispečingu.

3.3 Komunikačná architektúra

Ďalšou úlohou bolo navrhnúť spôsob komunikácie medzi dispečerskými pracoviskami navzájom a medzi dispečerskými pracoviskami a palubnými jednotkami.

Jedným z riešení by bolo použiť prepojenie jednotlivých dispečerských pracovísk navzájom, kde by si každé pracovisko udržiavalo svoju databázu s vlastnými dátami a vymieňalo by si

potrebné dáta s ostatnými dispečerskými pracoviskami. Jednotlivé palubné jednotky by boli pripojené k svojmu dispečerskému pracovisku a údaje o polohe by zasielali len jemu. Dispečerské pracovisko by potom tieto dáta poskytovalo ostatným dispečerským pracoviskám. Toto riešenie je veľmi komplikované na replikáciu dát ako aj komunikačnú infraštruktúru, pretože medzi každými dvoma pracoviskami musí byť sieťové spojenie.

My sme použili riešenie, ktoré centralizuje dáta na jednom mieste (v centrálnej databáze) a komunikáciu medzi dispečerskými pracoviskami rieši aplikačný server. Jeho úlohou je prijímať dáta, ukladať ich v spoločnej databáze a distribuovať ich ostatným. Týmto riešením sa značne zredukuje počet nutných spojení. Každé dispečerské pracovisko a palubná jednotka sa pripájajú len na aplikačný server. Ten sa postará, aby sa napr. informácie o polohe vozidla dostali na všetky dispečerské pracoviská v systéme. Tým je zaručená distribúcia dát na všetky pracoviská.

4 Návrh riešenia

V tejto časti sa pokúsime uviesť požiadavky kladené na celý systém, popísať navrhnutú architektúru systému a popísať jeho jednotlivé časti.

4.1 Analýza požiadaviek

Zosumarizovaním vyššie uvedených požiadaviek na funkčnosť systému a jeho bezproblémovú integráciu do existujúcich aplikácií používaných u hasičov sme dospeli k tomu, že celý systém sa bude skladať z nasledovných základných častí:

- dispečerské pracoviská
- palubné jednotky v hasičských vozidlách
- centrálny server, ktorý bude slúžiť jednak na perzistenciu dát a bude obsahovať aj aplikačnú logiku.

Z hľadiska charakteru dát, ktoré celý systém využíva a hlavne z pohľadu ich veľkosti a frekvencie zmien je nutné uvažovať o nasledovných balíkoch informácií:

- **mapy** – relatívne statické dáta, ktoré sa menia iba pri zmene cestnej infraštruktúry. Sú to veľké objemy dát,
- **dáta o organizačnej štruktúre** – sú to informácie o umiestnení hasičských staníc, o vozidlách a ich vybavení a o personále. Tieto dáta majú strednú veľkosť a frekvencia zmien je relatívne nízka.
- **operatívne dáta** – dáta o aktuálnych zásahoch, vozidlách pridelených na zásah, harmonograme zásahu, príkazoch dispečingu, atď. Tieto dáta sú najdynamickejšie, pričom je vyžadované aby boli distribuované v čo najkratšom možnom čase.
- **archívne dáta** – dáta o uskutočnených zásahoch, testovacích jazdách potrebné pre vyhodnotenie zásahu hneď po jeho skončení ako aj pre neskoršiu analýzu zásahov v danom období, regiónu atď.

Vzhľadom na takto rozdelený systém a dáta je zrejmé, že nie každý balík informácií je potrebný udržiavať a aktualizovať na každej časti systému. Preto je na mieste otázka, ktoré dáta sú kde potrebné. Nasledovná tabuľka sumarizuje potreby jednotlivých podsystémov na dáta.

Tabuľka 1. Sumár požiadaviek jednotlivých častí systému na dáta

Balíky dát	Veľkosť	Frekvencia zmien	Aplikačný server	Dispečerské pracoviská	Palubná jednotka
Mapy	Veľmi veľká. Rádovo stovky MB	Nízka	Nie	Áno	Áno
Dáta o organizačnej štruktúre	Stredne veľká. Rádovo jednotky MB	Nízka	Áno	Áno	Čiastočne
Operatívne dáta	Stredne veľká. Rádovo jednotky MB	Vysoká	Áno	Áno	Áno
Archívne dáta	Veľká.	Stredne veľká	Áno	Áno	Nie

Na základe sumarizácie požiadaviek na dáta môžeme pristúpiť k forme uloženia dát v podsystémoch a spôsobe ich aktualizácie. Najväčšie dáta čo sa týka objemu sú mapy. Tieto sú potrebné jednak pre zobrazovanie polohy vozidiel v grafickej podobe na mape, ale aj pre vyhľadanie optimálnej trasy do cieľa zásahu. Z toho vyplýva, že je nutné ich udržiavať v tvare vhodnom pre rýchle vykresľovanie, ako aj pre výpočtové algoritmy. Formát ich uloženia bol navrhnutý ako binárne súbory priamo v dispečerskom pracovisku a v palubných jednotkách. Vzhľadom na ich veľkosť a nízku frekvenciu zmien, sme sa rozhodli, že mapy nebudú distribuované dynamicky, ale budú inštalované priamo do zariadení iba keď to bude potrebné. Dáta o organizačnej štruktúre sú, čo sa týka objemu, menšie. Frekvencia ich zmien je síce nízka, ale vzhľadom na fakt, že palubná jednotka nevyžaduje kompletne dáta a dispečerské pracovisko bude pravdepodobne prepojené s aplikačným serverom rýchlou sieťou, navrhli sme aby tieto dáta boli distribuované dynamicky. Aby nedochádzalo ku zbytočnému transferu týchto dát pri zapnutí palubnej jednotky, je možné využiť mechanizmus cache s časovou pečiatkou dát.

Operatívne dáta sú najčastejšie modifikované a je veľmi dôležité, aby zmeny boli okamžite distribuované na všetky relevantné zariadenia. Budú sa prenášať na zariadenia dynamicky, pričom bolo nutné vytvoriť spoľahlivý mechanizmus distribúcie informácií v reálnom čase.

Archívne dáta sú uložené na aplikačnom serveri a pracuje sa s nimi na dispečerskom pracovisku. Pre tento štýl práce s dátami v plnej miere postačuje klient-server architektúra.

4.2 Komunikačný systém

Komunikácia v rámci HaZZ podlieha rôznym zákonným reštrikciám, nie je možné použiť ľubovoľné prenosové médium. Ideálne by bolo použiť novú, digitálnu rádiokomunikačnú sieť SITNO štátnej správy SR, disponujúca šifrovanou ochranou prenosu hlasových aj dátových informácií a spĺňajúca tie najnáročnejšie kritériá pre jej využitie vyššie spomínanými zložkami. V pilotnom projekte na otestovanie funkcií sme využili komunikáciu zabezpečenú

vlastným dátovým tunelom. Architektúra systému však nebráni zmeniť prenosovú vrstvu za ľubovoľne inú podporujúcu rodinu protokolov TCP/IP.

Ako už bolo uvádzané, celý systém sa skladá z troch základných častí. Na základe analýzy objemu a frekvencie prenášania dát, bolo nutné zvoliť prenosový kanál medzi týmito časťami systému.

Prepojenie dispečerských pracovísk s aplikačným serverom by malo byť dostatočne rýchle, keďže touto sieťou bude prenášaný najväčší objem dát. Súčasne by táto sieť mala byť dostatočne stabilná a v neposlednom rade zabezpečená. Dosiť tieto parametre prepojenia statických bodov akými sú dispečerské pracoviská a aplikačný server je v súčasnosti otázka financií. My sme ako prenosovú sieť použili Internet. Je to síce jedno z najlacnejších riešení, ale pre potreby pilotného projektu to bolo postačujúce. Každé pracovisko bolo do Internetu pripojené prostredníctvom dvoch nezávislých poskytovateľov pripojenia, aby sme znížili riziko nefunkčnosti systému pri problémoch na strane poskytovateľa.

Otázku bezpečnosti, ako sme už spomínali, sme riešili vytvorením zabezpečeného tunelu na aplikačný server, čím sme zabránili jednak úniku informácií, ako aj nežiaducim dátovým tokom na aplikačný server.

Pripojenie palubných jednotiek na aplikačný server bola trochu zložitejšia úloha. Analyzovali sme možnosti, ktoré sú zosumarizované v nasledovnej tabuľke.

Tabuľka 2. Prehľad použiteľných komunikačných technológií

Spôsob prenosu informácie	Výhody	Nevýhody
SMS	<ul style="list-style-type: none"> • Štandardná služba GSM • Funguje všade, kde je pokrytie signálom GSM 	<ul style="list-style-type: none"> • Čas doručenia závisí od vyťaženia siete • Len textová informácia • Nízka kapacita jednej správy
Komunikačné satelity (GlobalWave, satcom, Iridium, ...)	<ul style="list-style-type: none"> • Dostupné aj na miestach kde iná sieť nie je dostupná 	<ul style="list-style-type: none"> • Vysoké náklady • Výpadky v zastavanej alebo veľmi členitej oblasti • Pomalá odozva (veľký round-trip packetu)
GPRS/EDGE	<ul style="list-style-type: none"> • Dostupné na veľkej časti územia Slovenska • Pokryté všetky mestá 	<ul style="list-style-type: none"> • Nízka prenosová rýchlosť
HSDPA/3G	<ul style="list-style-type: none"> • Vysoká prenosová rýchlosť 	<ul style="list-style-type: none"> • V súčasnosti ešte malé pokrytie
Flarion	<ul style="list-style-type: none"> • Vysoká prenosová rýchlosť • Rýchla odozva 	<ul style="list-style-type: none"> • Nízke pokrytie
WIFI (802.11b, 802.11g/a)	<ul style="list-style-type: none"> • Vysoká prenosová rýchlosť 	<ul style="list-style-type: none"> • Lokálne pokrytie • Problematický roaming
WiMAX (802.16, 802.16a)	<ul style="list-style-type: none"> • Vysoká prenosová rýchlosť • Komunikácia aj na veľké vzdialenosti 	<ul style="list-style-type: none"> • V súčasnosti málo mobilných zariadení s touto technológiou

Z tabuľky jasne vyplýva, že neexistuje jednoznačná odpoveď, ktorá technológia je tá najvhodnejšia. Každá má svoje nesporné výhody, ale aj nevýhody. Preto sme sa rozhodli neviazať sa na konkrétny typ prenosového média, ale systém sme vytvorili využitím sieťového protokolu TCP/IP, čo nám dovoľuje použiť ktorúkoľvek sieť, ktorá implementuje TCP/IP protokol. V tabuľke okrem prvých dvoch typov prenosov TCP/IP podporujú všetky technológie, takže z pohľadu vývoja systému môže byť použitá jedna z nich. Navyše väčšina z nich sa ďalej vyvíja takže sa môže stať že nami uvádzané nevýhody sa časom minimalizujú príp. vznikne nová technológia, ktorá spomínané nevýhody úplne eliminuje. Podrobnejšie hodnotenie jednotlivých spôsobov prenosu informácií je možné nájsť v [4], kap. 5. Pre náš pilotný projekt, vzhľadom na dostupnosť služby, sme pre komunikáciu medzi palubnou jednotkou a aplikačným serverom zvolili GPRS/EDGE.

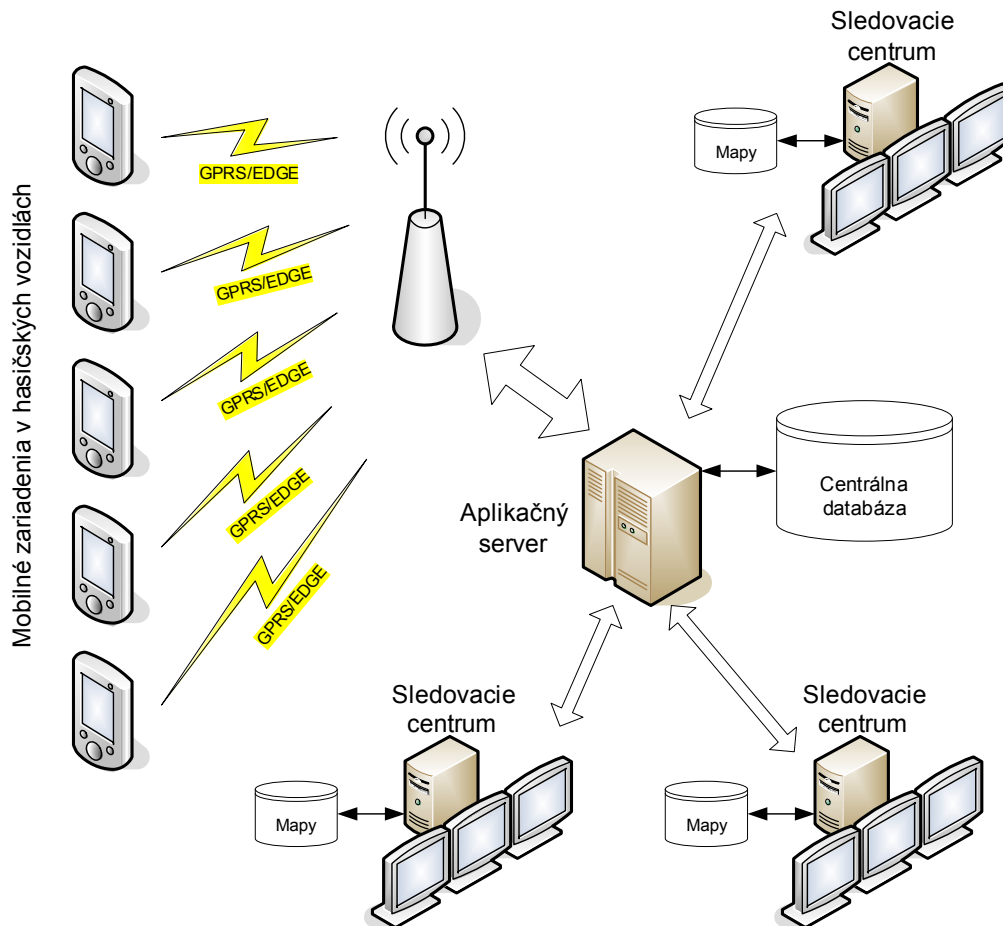
4.3 Architektúra systému

Celá architektúra systému je znázornená na obr.1. Každá časť systému je pripojená na centrálny aplikačný server, na ktorom sú implementované služby. Ako je znázornené na obrázku, ani dispečerské pracovisko ani palubná jednotka nemá priamy prístup do databázy, ani do schémy definujúcej dátový model. Komunikačné rozhrania boli navrhnuté tak, aby boli nezávislé na schéme databázy, čo umožňuje ďalšie rozširovanie systému príp. zmena dátového modelu bez toho, aby bolo nutné upravovať existujúce aplikácie.

Dosiahli sme to definovaním objektového modelu aplikácie, ktorý neodpovedá presne dátovému modelu databázy, ale ktorý obsahuje presne funkčnosti požadované od systému. A až tento objektový model je následne mapovaný do dátového modelu.

Aplikačné komunikačné protokoly sme postavili na výmene tzv. biznis entít, ktoré sú súčasťou objektového modelu a sú serializovateľné. Reprezentujú jednak reálne objekty ako vozidlo, užívateľ, stanica, atď., ale môžu reprezentovať aj udalosti ako začiatok zásahu, vytýčenie trasy, atď. Tieto biznis entity sú distribuované prostredníctvom aplikačného servera na jednotlivé časti systému, kde spúšťajú mechanizmy pre jej spracovanie. Z tohto pohľadu je to distribuovaný, udalostne riadený systém.

Otázka spoľahlivosti prenosu dát medzi palubnou jednotkou s aplikačným serverom je riešená samotným nasadením technológie .NET remoting. Každé doručenie správy je potvrdzované a je zabezpečené, aby sa správy doručovali v správnom poradí a aby sa nestrácali. Správy sa síce nestrácajú, ale môže dôjsť rozpadu GPRS spojenia. V tomto prípade manažér spojenia sa pokúša obnoviť spojenie až dotedy, kým sa to nepodarí. Po úspešnom nadviazaní sa dáta palubnej jednotky synchronizujú so stavom na aplikačnom serveri.



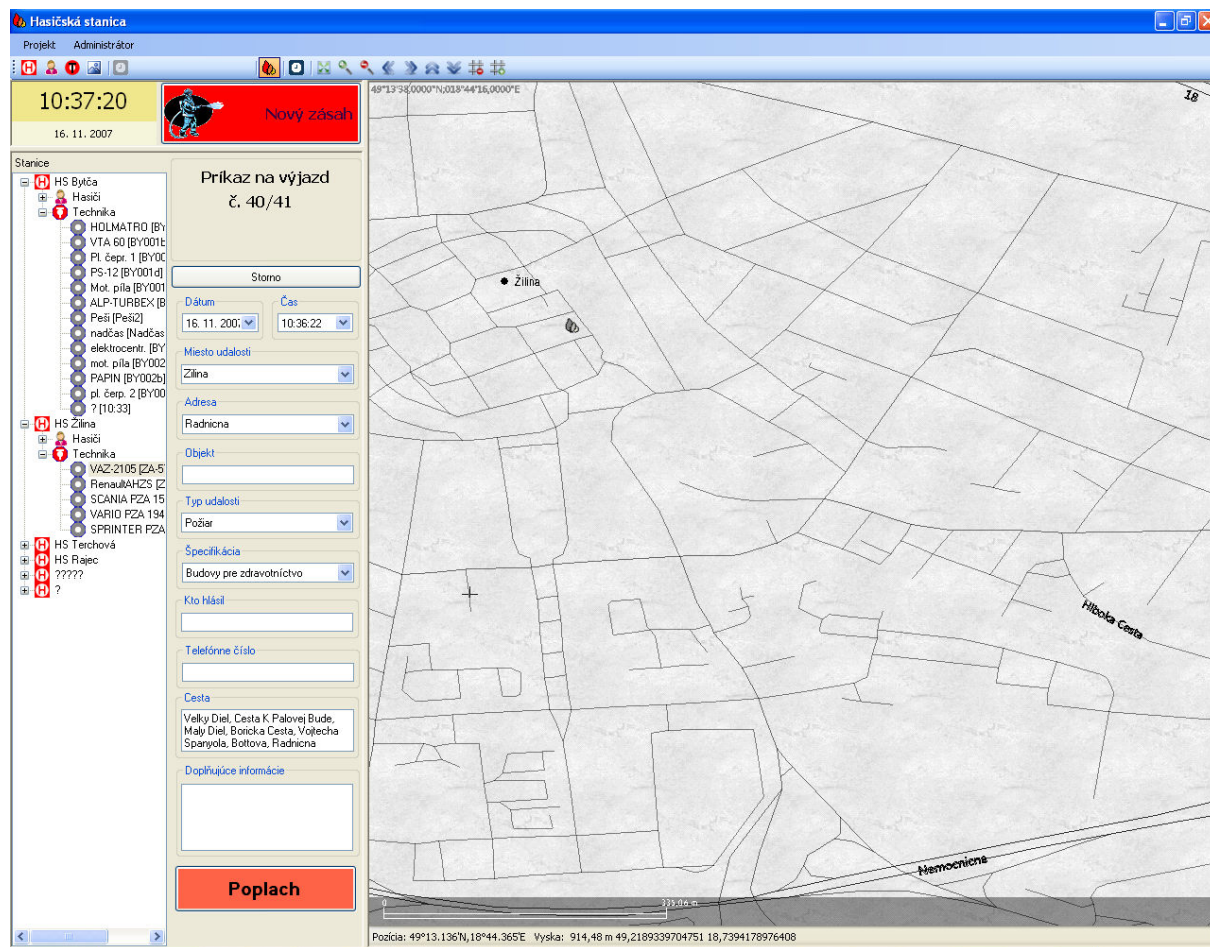
Obr. 1. Celková architektúra systému

4.4 Technologická platforma

Z hľadiska technologickej architektúry bolo možné voliť medzi viacerými platformami, uvedenými napr. v [2]. Nakoniec bola vybraná platforma Microsoft .NET a .NET Compact na Pocket PC zaradeniach, hlavne pre dobrú dostupnosť potrebných komponentov, z ktorých je systém poskladaný, pre skúsenosti tímu s vývojom v takomto prostredí a pre rýchlosť a komfort vývoja systému.

4.5 Implementácia

Na nasledujúcich obrázkoch je možné vidieť reálny vzhľad aplikácií, ktoré tvoria užívateľské rozhranie dispečerského pracoviska, palubných jednotiek a navigačného softvéru.



Obr. 2. Užívateľské rozhranie dispečerského pracoviska



Obr. 3. Uživatelské rozhranie palubnej jednotky a navigačného softvéru

5 Záver

5.1 Zhodnotenie riešenia

V článku sme sa pokúsili popísať východiská a požiadavky na systém pre podporu operatívneho riadenia zásahových vozidiel hasičského zboru, načrtnúť možné riešenia a popísať spôsob akým bol systém navrhnutý a realizovaný.

Pri analýze a návrhu systému sme úzko spolupracovali s HaZZ v Žiline, kde nám pracovníci poskytli množstvo užitočných informácií a podnetov, ako má systém fungovať a čo od neho hasiči očakávajú.

Riešenie založené na aplikačnom serveri a klientoch prijímajúcich správy z neho zasielané sa ukázal ako životaschopné riešenie s možnosťou ďalšieho vývoja a dopĺňovania funkcií. Pridanie novej funkcionality spočíva vo vytvorení nového typu správy, zadefinovania, aké dáta má správa posilať a nastavení klienta na prijímanie nového typu správ. Niektoré nové možnosti a požiadavky vzniknuté po pilotnom testovaní sú uvedené v kapitole 5.3.

Výhody použitia centrálného aplikačného servera vidíme hlavne v jednotnom prístupe k dátam, ktorý je realizovaný len cez aplikačný server. Priamy prístup dátam nie je možný, tým je zaručená konzistencia dát. Aplikačný server poskytuje služby svojim klientom. A klienti nekomunikujú navzájom priamo, napr. palubné jednotky s dispečerským pracoviskom, ale vždy prostredníctvom aplikačného servera, čo sprehľadňuje tok dát a zjednodušuje prenos informácií k iným klientom. Pritom môžu vznikať aj nové typy klientov, ktoré môžu prijímať špecifické dáta zo systému bez nutnosti zásahu do softvéru aplikačného servera (napr. poskytovanie polohy vozidiel iným zložkám integrovaného záchranného zboru, alebo vytváranie štatistík zásahov pre rôzne účely). Pre tieto účely stačí len vyvinúť klienta, ktorý bude konzumovať príslušné správy a vhodným spôsobom ich bude zobrazovať.

Aplikácia dispečerského pracoviska splnila požiadavky na neho kladené. Umožňuje rýchlym a komfortným spôsobom určenie miesta vzniknutej situácie a jej odoslanie pre navigačné účely do palubnej jednotky. Jej ďalšou dôležitou úlohou je poskytovať prehľad o polohe všetkých vozidiel, ktoré sú vyslané na zásah. Táto funkcia je realizovaná graficky na integrovanom mapovom podklade.

Palubné jednotky využívajúce riadenie navigácie na diaľku sa ukázali ako jedna z kľúčových častí celého systému, prinášajúca hlavnú pridanú hodnotu riešenia. Bezobslužná navigácia spolu s odovzdávaným dát o polohe vozidla dáva dobrý základ pre vytvorenie kvalitnej aplikácie pre fleet management zásahových vozidiel.

5.2 Pilotná prevádzka

V súčasnosti prebieha pilotné overovanie systému v praxi v spolupráci a HaZZ v Žiline. Z počiatočných testov sa systém javí ako stabilný. Testovanie sa vykonalo na niekoľkých cvičných výjazdoch zásahových vozidiel. Systém fungoval podľa očakávaní. Aplikačný server bol tvorený samostatným serverom, ktorý bol umiestnený mimo pracoviska Hasičského záchranného zboru, čím sme otestovali komunikáciu medzi aplikačným serverom a dispečerským pracoviskom (a prípadnými ďalšími pracoviskami) a medzi aplikačným serverom a palubnými jednotkami. Odozvy boli postačujúce na správnu činnosť systému. Dispečerské pracovisko bolo spočiatku tvorené starším PC, ale to sa ukázalo ako nedostatočné riešenie, pretože práca s mapovými podkladmi vyžaduje rýchlejší procesor a dostatočnú pamäť. Po výmene PC dispečerské pracovisko pracovalo spoľahlivo. Palubné jednotky boli pripravené tak, aby sa po jednoduchej hardvérovej inštalácii do vozidla (vložením do pripraveného stojana a pripojením GPS a GPRS antény) spustila príslušná aplikácia majúca na starosti komunikáciu s aplikačným centrom. Takže po niekoľkých desiatkach sekúnd bola PJ pripravená na činnosť. Pri praktických testoch sa ukázalo, že naozaj obsluha zariadení typu Pocket PC zariadenia priamo vo vozidle je nemožná, hlavne z dôvodu zlého prístupu k zadávaniu akýchkoľvek údajov a ovládaniu zariadenia.

Jediným problémom palubných jednotiek je ich pomerne jemná konštrukcia (najmä pripojenie kabeláže), ktorá môže spôsobiť pri manipulácii vo vozidle poškodenie zariadenia. Bude potrebné realizovať lepšiu ochranu zariadenia vo vozidle.

5.3 Ďalší vývoj

Počas prezentácií zástupcom z radov HaZZ systém bol veľmi kladne prijatý a v diskusii hneď vzniklo niekoľko nápadov a doporučení, ako systém dopracovať. Rovnako počas overovania vznikli nové požiadavky na ďalšie rozširovanie systému, čo je vďaka navrhutej architektúre možné jednoducho a rýchlo realizovať. Jednou z požadovaných funkcií je napr. začlenenie možnosti zaslať z dispečerského pracoviska informácie o špecifických vlastnostiach látok a spôsobe ich likvidácie, návodu na zneškodnenie, príp. uhasenie na základe zistenia hasiča prítomného na zásahu. Pripravuje sa ďalšia fáza vývoja systému, v ktorej budú do systému implementované užívateľské požiadavky na zefektívnenie niektorých operácií (napr. ďalšie zlepšenie komfortu užívateľského rozhrania dispečerskej aplikácie). Systém sa ukázal natoľko životaschopný, že v ďalšej fáze vývoja budú doplnené funkcie, ktoré nie priamo súvisia so zásahom, ale aj pre podporu ďalších procesov v hasičskom zbore.

Z hľadiska dispečerského pracoviska je potrebné zlepšiť mapové podklady, ktoré sú momentálne použité a to hlavne pridať vrstvy ako sú lesné a vodné plochy, zástavba, železničné trasy, adresné body a pod. Použitie riešenie umožňuje, po príslušnej úprave dát, začleniť nové vrstvy do mapových podkladov pomerne jednoduchým spôsobom. Rovnako je požadovaná detailnejšia miera zapracovania prístupových práv k funkciám systému na úrovni rôznych typov užívateľov, ako aj podľa príslušnosti k jednotlivým hasičským staniciam.

Zaujímavá požadovaná funkcia je zadávanie informácií o dopravnej situácii na cestnej infraštruktúre do systému a ovplyvnenie spôsobu určovania navigácie. To však vyžaduje spoluprácu s výrobcom navigačného softvéru, aby zapracoval takúto možnosť do svojej aplikácie.

Jednou z uvažovaných možností je aj možnosť sledovania rôznych parametrov zásahového vozidla, alebo prostredia, kde sa zásah vykonáva, ako napr. stav vody, alebo hasiacej látky vo vozidle, príp. poveternostná situácia na mieste. Systém je pripravený na obojsmernú komunikáciu a bol by schopný tieto údaje získané z rôznych senzorov preniesť na aplikačný server. V [1] a [5] je popísaná hardvérová realizácia takýchto systémov, pri ktorých sme sa podieľali na softvérovom riešení navrhovaných systémov.

Referencie

1. Vaculík, M., Vestenický, P., Vestenický, M.: Palubná jednotka vozidla. *Konferencia ITS Bratislava '07*, 11. - 12. 9. 2007, Bratislava
2. Matiaško, K., Zábovská, K., Zábovský, M.: Poskytovanie platených služieb prostredníctvom mobilných zariadení. In: *Veda 2006 [elektronický zdroj] : zborník vedeckých príspevkov*. - V Žiline: Žilinská univerzita, Fakulta riadenia a informatiky, 2007. - ISBN 978-80-8070-663-0. - S. 80-87.
3. Matiaško, K., Zábovský, M., Kršák, E., Hrkút, P.: Informačno-komunikačný systém pre inteligentný dopravný systém. In: *Manažment v železničnej doprave 2005 [elektronický zdroj] : zborník príspevkov z konferencie*, 13. september 2005 Žilina. - Žilina: Žilinská univerzita, 2005. - ISBN 80-8070-456-2. - S. 46-61.
4. Dado, M.-Zahradník, J. a kol.: *Technológie a služby inteligentnej dopravy. vedecká recenzovaná monografia*. vyd.: Žilinská univerzita v Žiline, vytlačilo EDIS-vydavateľstvo Žilinskej univerzity, Žilina, 2007. 378 strán. ISBN 978-80-8070-691-3, časť 149-158
5. Vestenický, P., Vestenický, M.: Marking and Monitoring of Goods Movement in Intelligent Transportation Systems. *Proceedings of workshop "Towards European co-operation in the Sustainable Surface Transport Research."* Žilinský vzdelávací servis, Žilina, 2005. ISBN 80-8070-398-1

6. Matiaško, K., Hamalová, J., Záborský, M. Engelthaler, D.: Komunikačná obsluha regiónu - informačné technológie a systémy. *In: Horizonty dopravy.* - ISSN 1210-0978. - Roč. 8, č. 1 (2000), s. 20-23.
7. <http://cordis.europa.eu/ictresults/index.cfm/section/news/tpl/article/BrowsingType/Features/ID/65016>
8. http://www.gpsdaily.com/reports/Consolidated_Utility_To_Use_GPS_Vehicle_Tracking_To_Improve_Fleet_Operations.html
9. http://www.pozary.cz/clanek.asp?id_clanku=2239