

Slovenská technická univerzita

Fakulta informatiky a informačných technológií

Ilkovičova 2, 842 16 Bratislava 4

Projektová dokumentácia

Informačno-stavový vnorený systém

Tímový projekt

Študijný program: Počítačové a komunikačné systémy a siete

Akademický rok: 2014/2015

Vedúci projektu: Ing. František Kudlačák

Tím č. 4: Bc. Vladimír Kunštár, Bc. Martin Mikuš, Bc. Roman Sovič,
Bc. Marek Spurný, Bc. Róbert Tamáši, Bc. Marek Závacký

Obsah

1	Úvod.....	4
1.1	Zadanie	4
1.2	Členenie dokumentu	4
2	Analýza problému.....	5
2.1	Analýza realizovateľnosti systému.....	5
2.1.1	Napájanie a zdroje energie.....	5
2.1.2	Procesor	7
2.1.3	Senzory	8
2.1.4	GSM.....	11
2.1.5	GPS	12
2.1.6	WiFi	14
2.1.7	BlueTooth	15
2.1.8	ZigBee.....	17
3	Špecifikácia riešenia	18
3.1	Funkcionálne požiadavky	18
3.2	Nefunkcionálne požiadavky	18
3.3	Prípady použitia.....	18
3.4	Správanie systému	20
4	Návrh.....	21
4.1	Architektúra systému.....	21
4.1.1	Komunikácia.....	21
4.1.2	Hardvér	22
4.2	Fyzický model údajov	23
4.2.1	Databáza.....	23
4.2.2	JSON.....	24
5	Prototyp.....	25
5.1	Náramok Breyslet.....	25
5.2	Server a databáza	26
5.3	Mobilná aplikácia	27
5.3.1	Registrácia zariadenia	27
5.3.2	Preposlanie PUSH notifikácie	27
6	Implementácia.....	28

6.1	Server, databáza, API	28
6.1.1	Administrátorské API	29
6.1.2	API pre náramok	29
6.1.3	API pre aplikácie a používateľov	29
6.2	Mobilná aplikácia	32
6.2.1	Android aplikácia.....	32
6.2.2	Windows Phone aplikácia.....	34
6.3	Náramok Breyslet	35
7	Overenie riešenia	38
8	Zhodnotenie	39
8.1	Zimný semester.....	39
8.2	Letný semester	39
8.3	Čo sme sa naučili.....	40
8.4	Čo sme nestihli	40
9	Zoznam použitej literatúry	41
	Príloha A: Používateľská príručka	42
	A.1 Mobilná aplikácia	42



1 Úvod

Obsahom tohto dokumentu je analýza zadaného problému, špecifikácia požiadaviek, návrh riešenia a prototyp k informačno-stavovému vnorenému systému, ktorý je riešený našim tímom v rámci zadania predmetu Tímový projekt I v zimnom semestri akademického roka 2014/2015.

1.1 Zadanie

Cieľom tímového projektu je vytvorenie vnoreného systému s účelom vyhodnocovania stavu používateľa a v prípade problému používateľa automaticky zavolať pomoc. Vnorený systém má byť primárne určený pre starších samostatných ľudí, ktorý majú zvýšené riziko nehody. Systém by mal identifikovať nehodu a privolať pomoc. Druhou hlavnou funkciou by malo byť, čo najjednoduchšie privolanie pomoci používateľom. Realizácia vnoreného systému by mala spĺňať požiadavky na výdrž, odolnosť ako aj jednoduchosť použitia. Je očakávaný presah projektu nad rámec tímového projektu, v kontexte projektu v spolupráci s praxou. Projekt má takisto čiastočný výskumný charakter, keďže je potrebné vytvoriť a implementovať mechanizmy, ktoré budú šetriť elektrickú energiu a tým pádom predĺžia výdrž vnoreného systému. Fyzická realizácia vnoreného systému by mala byť v tvare náramku, s čo najjednoduchšou formou interakcie s používateľom.

1.2 Členenie dokumentu

- **Analýza** sa zameriava na kontext systému, analýzu realizovateľnosti a analýzu jednotlivých komponentov a technológií použitých pri tvorbe systému.
- **Špecifikácia** obsahuje špecifikáciu požiadaviek na výsledný systém, funkcionality systému, údaje, s ktorými bude pracovať a technológie, ktorými bude realizovaná komunikácia so zariadením.
- **Návrh riešenia** pozostáva z návrhu vnoreného systému, databázového modelu, spôsobu komunikácie a návrhu používateľského rozhrania pre aplikačné prostredie.
- **Prototyp** obsahuje ciele prototypovania a dosiahnuté výsledky s popisom funkcionality vytvoreného prototypu
- **Zhodnotenie** obsahuje zhrnutie nami dosiahnutých výsledkov v oblasti analýzy zadanej problematiky, špecifikácie a návrhu vnoreného systému a jeho prototypu v tímovom projekte počas zimného semestra

2 Analýza problému

Problematika bezpečnosti starších ľudí a otázka monitorovania ich zdravotného stavu sa v dnešnej dobe vynára čoraz častejšie. Je to hlavne z dôvodu, že súčasné technológie nám to už umožňujú. Veľakrát sa stáva, že starší ľudia po páde nie sú schopní sami vstať a privolať si pomoc. Títo ľudia bývajú často neopatrní, preceňujú svoje schopnosti a nedbajú veľmi o svoju bezpečnosť, a preto sa tejto úlohy strážcov musia zhostiť ich rodinní príslušníci. Avšak to nie je úplne vždy možné, najmä nie v dnešnom uponáhľanom svete, kedy sú pracovné povinnosti na prvom mieste. Preto čoraz väčšiu úlohu zohrávajú systémy, ktoré umožňujú nepretržité 24 hodinové monitorovanie stavu ľudí, na ktorých sú umiestnené a v prípade problémov privolajú pomoc. Väčšinou ide o zariadenia obsahujúce núdzové tlačidlo, po ktorého stlačení sa informuje dotyčná osoba. Doplnkovými funkcionalitami bývajú senzory na meranie pulzu, senzory detegujúce pád, lokalizácia používateľa a zabudovaný mikrofón na uskutočnenie tichého hovoru.

Na trhu sú dostupné rôzne varianty monitorovacích systémov, avšak mnohé z nich majú určité nedostatky, akými sú vysoká cena, alebo nutnosť platenia mesačných poplatkov za doplnkové služby a veľmi obmedzený dosah, na ktorý dokážu zariadenia komunikovať. Takéto zariadenia sú obvykle bezdrôtovo pripojené ku komunikačnej stanici, ktorá realizuje spojenie s dohľadovým centrom, a preto ich dosah v uzavretých priestoroch nepresahuje 50 až 100 metrov. Existujú však aj zariadenia, ktoré sú cenovo prijateľné a netrpia problémom krátkeho dosahu, no tieto majú často veľmi komplikovanú obsluhu, nakoľko obsahujú väčší počet ovládacích prvkov, čo môže pre starších ľudí pôsobiť zmätočne.

2.1 Analýza realizovateľnosti systému

Táto časť je venovaná analýze komponentov a technológií, ktoré sa bežne používajú v takýchto zariadeniach a taktiež tých, ktoré plánujeme použiť pre náš vnorený systém.

2.1.1 Napájanie a zdroje energie

Zdroj energie je jednou z dôležitých častí vnoreného systému, bez ktorej by samotný systém nebol schopný vykonávať úlohy, na ktoré bol zhotovený. Pre rôzne systémy sa kladú aj rôzne nároky na zdroj energie. V prípade nášho systému zohráva hlavnú úlohu výdrž zdroja a jeho veľkosť.

2.1.1.1 Batérie

Použitie batérie sa javí ako jedno z riešení problému so zdrojom, kde najlepším z hľadiska veľkosti sú gombíkové batérie. Tento typ batérie je možné získať v rôznych veľkostiach s priemerom od 11,6 mm do 24,5 mm. Veľkosť batérie určuje aj zmenu v kapacite. Nasledujúca tabuľka zobrazuje uvedené veličiny z hľadiska veľkosti článku. Hodnoty sú zobrazené pre lithiové batérie a cena uvedených batérií sa pohybuje v intervale od 0,20€ do 3€ za kus.[1]

Priemer (mm)	Výška (mm)	Menovitá kapacita (mAh)	Menovité napätie (V)
11,6	10,8	160	3
10,0	2,5	30	3
12,5	1,6	25	3
12,5	2,0	36	3
16,0	1,6	55	3
16,0	2,0	78	3
20,0	1,6	80	3
20,0	2,5	15	3
20,0	3,2	210	3
24,5	3,0	270	3
24,5	5,0	610	3
24	8	1000	3

Ďalšou alternatívou ku gombíkovým batériám sú špeciálne druhy batérií s vysokým napätím a stabilným vybíjaním aj pri pulznom odbere energie. Tento typ batérie sa zvykne ponúkať v rozmeroch od 16 mm do 28 mm na dĺžku a 10 mm do 12,7 mm na šírku. Napätie batérií sa pohybuje okolo 6V až 12V s kapacitou 38mAh. Ceny takýchto batérií sa pohybujú v intervale 0,83 € až do 1,50€ za kus. V prípade podobných batérií s menším napätím (1,2V) je možné použiť akumulátor s objemom 2000mAh a rozmermi 17mm x 43mm, ktorý sa pohybuje na trhu s cenou 6.13€ / ks.

Poslednou možnosťou by bolo použiť lithium-ion-polymérové batérie, ktoré disponujú s vysokou kapacitou a životnosťou ale nevýhodou sa môže zdať ich veľkosť. Veľkosť takýchto batérií sa môže pohybovať v hodnotách 51mm x 65mm x 8mm s kapacitou 2500mAh a napätím 3,7V alebo menšie batérie s kapacitou 1200mAh s napätím 3,7V a rozmermi 35mm x 65mm x 5,5mm. Cena batérie sa pohybuje v intervale 9€ - 14€. Batérie sa predávajú so zabudovaným 2-pinovým JST-PH konektorom.[2]

2.1.1.2 Fotovoltaické články

Jedným z možných riešení získavania energie by mohli byť fotovoltaické články, ktoré konvertujú svetelnú resp. slnečnú energiu na energiu elektrickú na základe fotoelektrického javu. V prípade použitia článkov na zariadení je nutné počítať s veľkosťou článkov. Malé mini solárne panely sú predovšetkým určené ako zdroj na dobíjanie batérií s napätím 1V až 12V. Článok s veľkosťou 29mm x 12mm x 2mm vytvorený z polykryštalického kremíku má výstupný výkon 0,45W – 4,5W, výstupný prúd 90 mA a výstupné napätie 0,57V. Cena článku je 11,95€.[3]

2.1.2 Procesor

Hlavným prvkom architektúry nami navrhovaného zariadenia je procesor. Pre naše riešenie sme zvolili procesor ATxmega 128 A4. Procesor je postavený na základe RISC architektúry a obsahuje 138 inštrukcií, 32x8 bitových registrov priamo napojených na aritmeticko-logickú jednotku.[4]

2.1.2.1 Pamäť

Pamäť programu obsahuje:

- jeden lineárny adresový priestor
- aplikačnú sekciu pre aplikačný kód
- boot sekciu pre aplikačný kód prípadne bootovací kód
- samoprogramovateľná podpora
- aplikačná tabuľka pre aplikačný kód a ukladanie dát
- vstavaná CRC kontrola flash pamäte programu

Pamäť dát obsahuje:

- jeden lineárny adresový priestor
- SRAM
- EEPROM
- podpora externej pamäte

2.1.2.2 Manažment energie

Procesor podporuje 5 sleep módov:

- **Idle** - CPU a nepoužívaná pamäť sa vypne. Všetky pracujúce programy sa dokončia. Periférie spolu s ovládačom prerušenia a DMA ovládačom sú stále aktívne. Každé povolené prerušenie prebudí procesor
- **Power-down** - všetky clocky vrátane real time počítadla sa vypnú
- **Power-save** - je rovnaký ako power down mód s tým rozdielom, že podporuje jednu výnimku. Ak RTC (real-time counter) je spustený, tak bude pracovať stále aj počas spánku a zariadenie môže byť oživené pomocou RTC
- **Stand-by** - systémový clock pracuje aj v prípade keď CPU, periférie a RTC clock sú vypnuté. Redukuje čas na zobudenie
- **Rozšírený stand-by** - systémový clock je spustený, kde CPU a periferný clock sú zastavené

Symbol	Parameter	Stav	Typ	Max	jednotky		
I_{cc}	Aktuálny zdroj	Aktívny	32 kHz, Ext. Clk	$V_{cc} = 1.8 \text{ V}$	30	μA	
				$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	75		
			1 Mhz, Ext. Clk	$V_{cc} = 1.8 \text{ V}$	260		
				$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	570		
			2 Mhz, Ext. Clk	$V_{cc} = 1.8 \text{ V}$	510	690	
				$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	1.1	1.49	
			32 Mhz, Ext. Clk	$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	11.4	13	mA
		idle	32 kHz, Ext. Clk	$V_{cc} = 1.8 \text{ V}$	2.8		μA
				$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	4.8		
			1 MHz, Ext. Clk	$V_{cc} = 1.8 \text{ V}$	80		
			$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	150			
		2 MHz, Ext. Clk	$V_{cc} = 1.8 \text{ V}$	160	225		
			$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	295	390		
		32 MHz, Ext. Clk	$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	4.8	6	mA	
	Power down mode	Všetky funkcie vypnuté, $T = 25^\circ$	$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	0.1	3	μA	
		Všetky funkcie vypnuté, $T = 85^\circ$	$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	1.5	5		
		ULP, WDT, Sampled BOD, $T = 25^\circ$	$V_{cc} = 1.8 \text{ V}$	1.1	6		
			$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	1.1	6		
		ULP, WDT, Sampled BOD, $T = 85^\circ$	$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	2.6	10		
	Power save mode	RTC 1kHz z malej energie	$V_{cc} = 1.8 \text{ V}$	0.5	4	μA	
32kHz, TOSC, $T = 25^\circ$		$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	0.7	4			
RTC z malej energie 32kHz TOSC		$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	1.16				
Reset aktuálnej spotreby		$V_{cc} = 3.0 \text{ V}$	505				

2.1.3 Senzory

2.1.3.1 Akcelerometer

Je jedným z najčastejšie používaných inerciálnych snímačov, ktorý je schopný obrovského rozsahu snímania, môže merať zrýchlenie v jednom, dvoch alebo troch na seba kolmých osiach. Akcelerometer nachádza svoje využitie najmä v 3 oblastiach:

- meranie rýchlosti a polohy
- snímanie náklonu, sklonu alebo orientácie v 2 alebo 3 rozmernom priestore
- vibračný a nárazový senzor (senzor otrasu)

Väčšina akcelerometrov sú mikro-elektro-mechanické senzory fungujúce na základe posunu malej záťaže vyrytej do kremikového povrchu integrovaného obvodu využívajúc 2. Newtonov pohybový zákon, kde $F = m \cdot a$. Podporné vahadlá pôsobia ako pružina a tekutina uzavretá vo vnútri obvodu (zvyčajne vzduch) ako tlmič. Akcelerometre disponujú obmedzeným prevádzkovým pásmom a nerovnomernou odozvou.

Existuje niekoľko rôznych princípov, na ktorých sú akcelerometre postavené. Dva najfrekvencovanejšie typy využívajú kapacitné snímanie a piezoelektrický jav na snímanie posunu hmoty v priamej závislosti od zrýchlenia.

- **Kapacitný akcelerometer** - akcelerometre s kapacitným snímaním majú výstupné napätie v závislosti od vzdialenosti medzi dvoma rovinnými plochami napätia. Jedna alebo obe tieto dosky sú nabité elektrickým prúdom a zmenou vzdialenosti medzi doskami sa mení kapacita zariadenia, čo sa prejavuje na výstupnom napätí. Tento spôsob snímania je známy pre svoju vysokú presnosť a stabilitu. Kapacitné akcelerometre sú menej náchylné k rušeniu a kolísaniu hodnôt v závislosti od teploty, zvyčajne spotrebujú menej energie a môžu mať väčšiu šírku pásma v dôsledku vnútornej spätnej väzby obvodu.
- **Piezoelektrický akcelerometer** - takýto spôsob snímania zrýchlenia je prirodzený, nakoľko zrýchlenie je priamo úmerné sile. Keď sú určité typy kryštálov stlačené, na ich protihľých stranách sa hromadia náboje opačnej polarizácie, čo je známe ako piezoelektrický jav. Tieto náboje sú zosilnené a prevedené buď na výstupné napätie alebo prúd. Piezoelektrické akcelerometre reagujú iba na javy ako vibrácie a otrasy, majú široký dynamický rozsah, a ich cena je závislá na ich kvalite.

Akcelerometre majú určité parametre, ktoré určujú spôsob ich použitia. V závislosti na type výstupu rozlišujeme analógové a digitálne akcelerometre. Analógové majú na výstupe napätie meniace sa v závislosti od veľkosti zrýchlenia a digitálne majú na výstupe signál s rôznou šírkou impulzu, známy ako pulzná šírková modulácia. Ďalším dôležitým parametrom je počet osí, v ktorých dokáže akcelerometer merať zrýchlenie. Existujú akcelerometre so snímaním v jednom, dvoch alebo troch rozmeroch. Šírka pásma udáva frekvenčnú odozvu senzora, čiže ako často je možné spoľahlivé nameranie hodnôt. Napríklad ľudia nemôžu vytvoriť telesný pohyb mimo rozsahu 10-12 Hz. Z tohto dôvodu je pre meranie ľudského pohybu a naklonenia postačujúca šírka pásma 10 - 60 Hz. Na meranie vibrácií a nárazových síl sa šírka pásma pohybuje v rozmedzí stoviek Hertzov. Pre meranie gravitačného zrýchlenia sa používa výstupný rozsah snímača $\pm 1,5G$, ktorý je na tento účel dostačujúci, pre použitie na snímanie nárazu sa používa merací rozsah $\pm 5G$ a viac.[5]

2.1.3.2 Gyroskop

Gyroskop je zariadenie, ktoré slúži predovšetkým pre navigáciu a meranie uhlovej rýchlosti. Podľa princípu činnosti sa rozdeľujú do 3 skupín.

- **Rotačný gyroskop** - využíva zákon zachovania momentu hybnosti. Pozostáva z rotoru diskového tvaru, ktorý je upevnený na oske a tá je upevnená na otočných kĺboch vo vonkajšom ráme. Každý otočný kĺb poskytuje možnosť merania ďalšieho stupňa voľnosti pohybu. Teleso rotoru sa môže voľne pohybovať okolo svojej osi vo všetkých smeroch a po roztočení si udržiava stále rovnaký smer. Negatívnym dôsledkom použitia pohyblivých častí je veľkosť takýchto gyroskopov, preto sa väčšinou používajú v náročných podmienkach, kde sú vystavené otrasom a kde nezáleží na veľkosti zariadení. Na komerčné využitie sú preto tieto jednotky veľmi ťažko dostupné.

- **Gyroskop s vibračnou konštrukciou** - cenovo dostupné a majú veľmi malé rozmery. Obsahujú mikroskopickú opracovanú hmotu, ktorá je pripevnená k vonkajšiemu obalu pomocou sady pružín a vonkajší obal je zasa pripevnený k obvodovej doske pomocou druhej sady ortogonálnych pružín. Samotné meranie prebieha pomocou kapacitných snímačov, ktoré sa nachádzajú po obvode vonkajšieho obalu a konštrukcie zariadenia. Ako sa hmota pohybuje v dôsledku tejto sily, nastáva zmena kapacity na snímačoch, pretože aj tie sa vzájomne približujú.
- **Optický gyroskop** - výhodou týchto gyroskopov je absencia pohyblivých častí, čiže nie sú náchylné k mechanickému opotrebovaniu. Ich funkčnosť nezávisí od zachovania momentu hybnosti ale od stálosti rýchlosti svetla. Laserový lúč je rozdelený postriebreným zrkadlom na dva lúče, kde každý z lúčov prejde rovnakú cestu okolo slučky opačným smerom a rekombinujú sa na detektore. Ak je systém v pohybe, jeden z lúčov prejde dlhšiu vzdialenosť, aby sa dostal do detektora. Tento rozdiel v dĺžke dráhy je úmerný uhlovej rýchlosti systému. Rovnako ako rotačné gyroskopy sú vzhľadom k množstvu optických káblov a optických prístrojov robustné, a preto sú na komerčnom trhu veľmi ťažko dostupné.

Rovnako ako akcelerometre, aj gyroskopy disponujú niekoľkými parametrami udávajúcimi ich kvalitu. Rozsah merania udáva maximálnu uhlovú rýchlosť, s akou senzor dokáže merať. Počet snímacích osí určuje schopnosť merať otáčanie okolo jednej, dvoch alebo troch osí. Gyroskopy so snímaním viacerých osí obsahujú viacero jednoosových gyroskopov, ktoré sú voči sebe kolmo orientované. Odolnosť voči otrasom predstavuje maximálnu hodnotu zrýchlenia, ktoré môže na zariadenie pôsobiť v určitom čase bez toho, aby nedošlo k zlyhaniu prístroja. Šírka pásma udáva, koľko meraní možno vykonať za sekundu, a preto sa ako jej jednotka udáva Hz.[6]

2.1.3.3 Senzor merania pulzu

Pulzná oximetria je neinvazívna kontinuálna metóda na meranie saturácie organizmu kyslíkom. Pri meraní sa do tkaniva vysielaajú dva alebo viac papršlekov svetla so známou vlnovou dĺžkou, pričom sa predpokladá prítomnosť dvoch zložiek tkaniva 0 nepulzujúcej (konštantnej) a pulzujúcej zložky.

Ak predpokladáme, že v krvi sa nachádzajú iba dva druhy hemoglobínov (OxiHb a Hb), na meranie postačujú dve vlnové dĺžky 0 viditeľné svetlo a infračervené svetlo V praxi sa používa červená dióda s vlnovou dĺžkou 660 nm, infračervená dióda s vlnovou dĺžkou 940 nm. Pulzný oximeter emituje striedavo tieto dve vlnové dĺžky. Detekčná dióda meria v ultrakrátkych časových intervaloch okrem intenzity svetla týchto dvoch vlnových dĺžok aj intenzitu svetla medzi vyžiareniami. Výrobcovia sa musia vyrovnávať s faktom, že LED nezaručujú potrebnú frekvenciu svetla a musia diódy buď vyberať alebo upraviť výpočtový program na konkrétnu diódu.[7]

2.1.3.4 Moduly

- **MPU6000 STMICROELECTRONICS** - modul obsahujúci senzor akcelerometra aj gyroskopu v jednom, ktorý bol navrhnutý pre použitie v mobilných telefónoch, tabletoch, nositeľných senzoroach a jeho hlavnou výhodou je nízka cena a spotreba
- **LSM330DLC STMICROELECTRONICS** - modul obsahuje senzor gyroskopu aj akcelerometra v jednom, každý jeden z nich môže byť aktivovaný osobitne a jeho hlavnou výhodou je niekoľko úsporných režimov

Parametre/Typ	MPU6000	LSM330DLC
Počet osí	3 + 3	3 + 3
Rozsah merania - GYRO	$\pm 250/\pm 500/\pm 1000/\pm 2000$ °/s	$\pm 250/\pm 500/\pm 2000$ °/s
Rozsah merania - ACC	± 2 g/ ± 4 g/ ± 8 g/ ± 16 g	± 2 g/ ± 4 g/ ± 8 g/ ± 16 g
Rozhranie	SPI, I2C	SPI, I2C
Napájanie	2,375 ~ 3,46V	2,4 ~ 3,6 V
Odber prúdu	3.9 mA	6.5 mA
Rozmery	4.0 x 4.0 x 0.9mm	4.0 x 5.0 x 1.1mm

2.1.4 GSM

GSM je globálny systém mobilnej komunikácií. Je to digitálny mobilný telefónny systém, rozšírený v Európe a iných častiach sveta. Využíva viacnásobný prístup s časovým delením (TDMA) a je najrozšírenejší z troch digitálnych bezdrôtových telefónnych technológií (TDMA, GSM, CDMA).

2.1.4.1 Frekvencie

GSM pracuje na rôznych frekvenciách závislých na krajinách resp. kontinentoch. V Európe GSM pracuje na frekvenciách 900Mhz a 1800 Mhz. V USA a Kanade sa využívajú frekvencie 850 MHz a 1900 Mhz.

2.1.4.2 GPRS

GPRS(General Packet Radio Service) je technológia prepínania paketov v GSM sieti. Je často nazývaná ako 2,5 G technológia, pretože je to medzi krok medzi GSM mobilnými sieťami a mobilnými sieťami tretej generácie (3G). GPRS umožňuje bezdrôtové pripojenie k internetu a ďalšie dátové komunikácie v GSM sieti. GPRS využíva dátový kanál veľmi efektívne, pretože umožňuje zdieľať jeden kanál viacerými používateľmi. Aby boli zabezpečené vyššie rýchlosti prenosu dát, GPRS telefóny využívajú na dátové prenosy niekoľko kanálov. Čím viac kanálov je pri prenose dát použitých, tým rýchlejšie sú dáta prijímané a odosielané.

2.1.4.3 Moduly

- FIBOCOM G510 Q50-00
- QUECTEL M66

Parametre/Typ	G510 Q50-00	M66
Napájanie	3,3 ~ 4,5 V	3,3 ~ 4,6 V
GSM	850/900/1800/1900 MHz	850/900/1800/1900 MHz
Rozhranie	UART	UART
Režimy	IDLE, RTC, SLEEP, POWER OFF, GPRS data	IDLE, SLEEP, DATA
Odber pri komunikácii	350 mA	250 mA
Odber v režime SLEEP	1,3 mA	13 mA
Odber v režime IDLE	22 mA	13 mA
Rozmery	20.2 x 22.2 x 2.5 mm	15.8 x 17.7 x 2.3 mm
Hmotnosť	2.5 g	1,3 g

2.1.5 GPS

Global Positioning System (GPS) je satelitný navigačný systém, ktorý pozostáva zo siete 24 satelitov umiestnených na obežnej dráhe americkým ministerstvom obrany. Pôvodne bol určený na vojenské účely, ale v roku 1980 ho vláda dala k dispozícii pre civilné použitie. GPS funguje za akéhokoľvek počasia, kdekoľvek na svete, 24 hodín denne. Za používanie GPS sa neplatia žiadne poplatky.

GPS satelity obiehajú Zem dvakrát denne vo veľmi presnej dráhe vysielajúc navigačné signály. GPS prijímač spracuje tieto informácie a použije trianguláciu na vypočítanie presnej polohy používateľa. V podstate, prijímač GPS porovná čas kedy bol signál vyslaný satelitom s časom, kedy bol signál prijatý prijímačom. Na základe časového rozdielu dokáže prijímač určiť ako ďaleko je satelit. Potom, s meraním vzdialenosti od niekoľkých ďalších satelitov, prijímač môže určiť polohu používateľa a zobraziť ju na elektronickej mape.

Špecifikácie pre mnoho prijímačov GPS hovoria o presnosti 3 až 15 metrov, 95% času. To za predpokladu, že prijímač má voľný výhľad na oblohu a dokončil skenovanie družíc. Presnosť GPS dát v skutočnosti závisí na mnohých faktoroch. Napríklad kvalita prijímača GPS, poloha GPS satelitov v čase, keď dáta boli zaznamenané, charakteristiky prostredia (budovy, lesný porast, údolia) a dokonca aj počasia.[8]

GPS je energeticky náročné, pretože používa pomalý komunikačný kanál, a je nutné komunikovať s tromi alebo štyrmi satelitmi počas dlhšej doby za rýchlosti 50 bitov za sekundu. Keď je GPS zapnutý, systém nemôže vstúpiť do úsporného režimu. Mobilné zariadenia, ako sú Android a iPhone dokážu dosiahnuť ich životnosť batérie z veľkej časti preto, že môžu agresívne a rýchlo vstúpiť a vystúpiť do úsporného režimu. GPS tomu zabraňuje.

Toto vyťažovanie batérie je najnápadnejšie pri počiatocnom hľadaní. Získanie každého satelitu trvá 12 až 30 sekúnd. Počas tej doby nemôže zariadenie vstúpiť do úsporného režimu. A-GPS (Assisted GPS) čiastočne tento problém rieši tým, že vysielá navigačné správy do mobilného zariadenia cez mobilné dátové siete alebo dokonca bezplatné WiFi pripojenie na internet. Vďaka tomu je spotreba značne znížená.[9]

2.1.5.1 Moduly

- **L30B-S44 (ROM2.2) QUECTEL** - založený na najnovšej SIRF-starIV ROM verzii 2.2 s podporou vypočítavania polôh satelitov na tri dni dopredu. Jeho vysoká citlivosť, nižšia spotreba energie a 48 PRN kanálov robí L30 najlepšou voľbou pre prenosné zariadenia určené napríklad pre sledovanie vozidiel, osobné sledovanie, sledovanie majetku a pre bezpečnostné zariadenia.
- **L10-M29 QUECTEL** - podporuje 210 PRN kanálov. So 66 vyhľadávacími kanálmi a 22 simultánne sledovacími kanálmi dokáže vyhľadať satelity v najnižšom čase dokonca aj pri nízkom signáli vo vnútri budov. Oproti predchádzajúcemu má však výrazne vyššie napájacie nároky ako aj odber.
- **L50B-S44 (ROM2.2) QUECTEL** - je tenký modul so vstavanou 15.0 x 15.0 x 2.0mm anténou. Rovnako ako L30 je aj L50 postavený na najnovšej SIRF-starIV ROM verzii 2.2. Poskytuje 48 PRN kanálov.

Parametre/Typ	L30B-S44	L10-M29	L50B-S44
Cold Start	<35s	<35s	<33s
Warm Start	<35s	<35s	<33s
WarmStart + CGEE	8s	5 ~ 10s	10s
Hot Start	<1s	<1s	<1s
Napájanie	1,71 ~ 1,89V	3 ~ 4 V	1,71 ~ 1,89V
Odber pri hľadaní satelitov	33mA @ -130dBm	43mA	33mA @ -130dBm
Odber pri sledovaní	31mA @ -130dB	38 mA	31mA @ -130dB
Rozmery	9.0 x 9.0 x 1.6mm	22.4 x 17.0 x 3mm	28.0 x 16.0 x 3mm
Hmotnosť	cca 0.6g	cca 2.0g	cca 0.6g

2.1.6 WiFi

Je to súbor štandardov pre bezdrôtové lokálne siete LAN v súčasnosti založených na špecifikácii IEEE 802.11. Používa pásma 2.4GHz a 5 GHz. Umožňuje osobe so zariadením s bezdrôtovým adaptérom (PC, notebook, PDA) pripojenie k internetu v blízkosti prístupového bodu. Ten vysiela svoje sieťové meno (SSID - Service Set Identifier) prostredníctvom paketov nazývaných beacons (signály, majáky), ktoré sú vysielať väčšinou každých 100 ms rýchlosťou 1 Mbps (najnižšia rýchlosť Wi-Fi).[10]

IEEE 802.11 pozostáva z viacerých štandardov pričom najznámejšie sú *802.11b*, *802.11g* a *802.11n*. Medzi ďalšie potom patrí *802.11ac* a *802.11ad*. Do budúcnosti sa pripravujú štandardy *802.11ah* (predpokladaný rok vydania 2016) , *802.11aj* (2016) a *802.11ax* (2019).[11]

- **802.11b** - má maximálnu rýchlosť 11 Mbit/s a používa rovnakú metódu prístupu k médiu ako v prípade pôvodného štandardu. Produkty s 802.11b sa objavili na trhu v roku 2000. Pri zariadeniach používajúcich 802.11b sa môže vyskytovať rušenie pochádzajúce z iných produktov, ktoré pôsobia v pásme 2,4 GHz. Zariadenia ako: mikrovlnné rúry, zariadenia vybavené Bluetooth technológiou, detské pestúňky, bezdrôtové telefóny a niektoré rádioamatérske zariadenia.
- **802.11g** - bol ratifikovaný v júni 2003 ako tretia štandardná modulácia. Pracuje v pásme 2,4 GHz (ako 802.11b), ale používa rovnaké OFDM prenosové schéma ako 802.11a. Maximálna rýchlosť je 54 Mbit/s. 802,11 g hardvér je plne spätne kompatibilný s 802.11b, a preto má aj rovnaké problémy. Rovnako ako 802.11b, 802.11g zariadenia trpia rušením z iných zariadení pôsobiacich v pásme 2,4 GHz.
- **802.11n** - dodatok, ktorý vylepšuje štandardy z predchádzajúcich 802.11 pridaním viacnásobno-vstupných viacnásobno-výstupných antén (multiple-input multiple-output MIMO). 802.11n pracuje ako na 2,4 GHz tak aj na menej používanej 5 GHz frekvencii. Podpora pre 5 GHz je voliteľná. Pracuje na maximálnej rýchlosti 54 Mbit/s až 600 Mbit/s.
- **802.11ac** - vytvorený v rokoch 2011 až 2013 a schválený v januári 2014. Podobne ako IEEE 802.11n, využíva výhody nového štandardu 802.11n a tým je väčší počet antén k vytvoreniu viac ako jedného dátového prúdu avšak v prípade 802.11ac má byť tento dátový prúd viac ako trojnásobne rýchlejší ako u štandardu n. To možno dosiahnuť použitím pásma o šírke 80 alebo 160 MHz, zatiaľ čo u 802.11n je to maximálne 40 MHz. Nový štandard potom využíva už len frekvenciu 5 GHz a úplne tak opúšťa staré "zašumené" pásmo 2,4 GHz, ktoré sa využívalo pri štandardoch 802.11b/g a bolo voliteľné aj pre štandard n.

Medzi výhody WiFi technológie sa zaraďujú: [12,13]

- na rozdiel od paketových rádiových systémov, WiFi využíva nelicencované rádiové pásmo a individuálny používateľ nepotrebuje súhlas miestnych úradov
- pohodlnosť - bezdrôtová povaha týchto sietí umožňuje používateľom prístup k sieťovým prostriedkom z takmer ľubovoľnej polohy v rámci ich primárneho sieťového prostredia
- mobilita - používatelia môžu pristupovať k internetu aj mimo svojho pracovného prostredia. Väčšina reštaurácií ponúkajú svojim zákazníkom bezdrôtové pripojenie k internetu za malé alebo žiadne náklady
- možnosť vybudovať lokálnu sieť bez káblov
- široká dostupnosť na trhu
- nízke ceny zariadení

Medzi nevýhody WiFi technológie sa zaraďujú: [12,13]

- menšia bezpečnosť - k dispozícii je viacero metód zabezpečenia, pričom medzi najlepšie sa radí šifrovanie. Niektoré z bežne používaných metód šifrovania sú ale známe pre svoje nedostatky, ktoré môže útočník prekonať
- rozsah - typický domáci WiFi smerovač používajúci 802.11b alebo 802.11g môže mať teoretický dosah 45 m v budove a 90 m mimo budovy. Každá prekážka medzi AP a klientom tento dosah ešte znižuje
- vysoká spotreba - v porovnaní s niektorými štandardmi znižuje životnosť batérií
- spoľahlivosť - spomínané rušenie môže spôsobiť zníženie výkonu

2.1.7 BlueTooth

Bluetooth je proprietárny otvorený štandard pre bezdrôtovú komunikáciu prepájajúci dve alebo viac elektronických zariadení, ako napríklad mobilný telefón, PDA, osobný počítač alebo bezdrôtové slúchadlá. Technológia Bluetooth je definovaná štandardom IEEE 802.15.1. Vyskytuje sa v niekoľkých verziách, poslednou je aktuálne verzia 4.0 resp. 4.1 [14]

Pre prenos dát je použité frekvenčné pásmo 2400 až 2483,5 MHz. Toto pásmo je rozdelené na 79 kanálov, ktoré sú od seba vzdialené 1 MHz. Ďalej je vysielať pásmo ohraničené dolným ochranným pásmom šírky 2 MHz a horným ochranným pásmom so šírkou 3,5 MHz. Pre vysielať je použitá metóda rozprestretého spektra s preskakovaním frekvencií SSFH (Spread Spectrum Frequency Hopping), kedy signál preskakuje 1600-krát za sekundu medzi všetkými 79 kanálmi. To znamená, že každú 1/1600 sekundy sa vysiela na inej frekvencii. Preskakovanie frekvencií je riadene hodinami stanice MASTER a je odvodené z jej adresy BD_ADDR (Bluetooth Device Address).[15]

Zariadenia sa delia podľa výkonnosti nasledujúcim spôsobom:

Výkonová trieda	Výstupný výkon			Približný dosah
	Maximálny	nominálny	minimálny	
1	100mW (20 dBm)	nešpecifikované	1 mW (0 dBm)	100 m
2	2,5 mW (4 dBm)	1 mW (0 dBm)	0,25 mW (-6 dBm)	50 m
3	1 mW (0 dBm)	nešpecifikované	nešpecifikované	10 m

Okrem delenia na výkonové triedy sa Bluetooth zariadenia delia historicky podľa vývojových verzií: [16]

- **Bluetooth v1.0 a v1.b** - veľa problémov, interoperabilita výrobcov
- **Bluetooth v1.2** - rýchlejšie pripojenie a vyhľadávanie zariadení, vyššie prenosové rýchlosti až do 721 kb/s
- **Bluetooth v2.0 + EDR** - Enhanced Data Rate prinieslo rýchlejší prenos dát (2.1 Mbit/s) a teoretickú rýchlosť prenosu až 24 Mbit/s
- **Bluetooth v3.0 + HS** - jednoduché bezpečné párovanie (SSP), možnosť prenosu dát prostredníctvom WiFi
- **Bluetooth v4.0 a 4.1** - znížená energetická náročnosť, Bluetooth low energy

2.1.7.1 Moduly

- BLUEGIGA BLE112-A-V1
- BLUEGIGA BLE121LR-A-M256K-V1
- MICROCHIP TECHNOLOGY RN4020-V/RM

Parametre/Typ	BLE112-A-V1	BLE121LR	RN4020-V/RM
Napájacie napätie	2 ~ 3.6V	2 ~ 3.6V	3...3.6V DC
Výkon vysielача	-23dBm	8dBm	7dBm
Citlivosť prijímača	-93dBm	-98dBm	-92.5dBm
Prenosová rýchlosť	12 Mb/s	2 Mb/s	1 Mb/s
Štandard	4.0	4.0	4.1 LE
Hmotnosť	1.41g	0.9g	3,43g

2.1.8 ZigBee

Komunikačná technológia opísaná štandardom IEEE 802.15.4 – ZigBee patrí do skupiny bezdrôtových sietí PAN (Personal Area Networks). ZigBee je technológia, ktorá sa zameriava na potreby trhu pre nákladovo efektívnu bezdrôtovú sieť, ktorá podporuje nízke prenosové rýchlosti a má nízku spotrebu energie. Technológia je bezpečná a spoľahlivá. Vďaka týmto vlastnostiam nachádza uplatnenie v celej škále aplikácií. Dosah ZigBee je približne 10 až 50 metrov v závislosti na lokálnych podmienkach šírenia signálu. [17]

Štandard IEEE 802.15.4 definuje niekoľko základných rádiových pásiem, aby mohol byť využitý v rôznych krajinách, kde sú rozdielne národné predpisy a normy. Hlavným problémom u väčšiny bezdrôtových technológií sú rozdielne definície rádiových pásiem v Amerike a v Európe. Z tohto dôvodu boli definované tri základné frekvenčné pásma: [18]

- pásmo ISM 2.4 GHz, 16 kanálov, prenosová rýchlosť 250kb/s, definované celosvetovo
- pásmo 915 MHz, 10 kanálov, prenosová rýchlosť 40kb/s, definované pre americký kontinent
- pásmo 868 MHz, 1 kanál, prenosová rýchlosť 20kb/s, definované pre Európu

Fyzická vrstva 802.15.4 špecifikuje: [19]

- vysielací výkon najmenej 0,5 mW
- citlivosť prijímača menšia alebo rovná ako 85 dBm v pásme 2,4 GHz
- prijímač Energy Detection (ED)
- indikácia kvality spojenia (Link Quality Indication)
- signál sa prenáša vzduchom prostredníctvom Direct Sequence Spread spektra (DSSS) pomocou BPSK na 868 MHz a 915 MHz a O-QPSK na 2,4 GHz

Parametre fyzickej vrstvy IEEE 802.15.4: [20]

	868 MHz	902-928 MHz	2.450 GHz
Data Rate	20 kbps	40 kbps	250 kbps
# channels	1	10	16
TX Power	-3 dBm	-3 dBm	-3 dBm
RX Sensitivity	-92 dBm	-92 dBm	-85 dBm
Link Budget	89 dB	89 dB	82 dB
Adjacent channel rejection	0 dB	0 dB	0 dB
Alternate channel rejection	30 dB	30 dB	30 dB

3 Špecifikácia riešenia

Naším cieľom je vytvorenie zariadenia, ktoré je nezávislé od polohy používateľa, čiže ktoré ho nebude neobmedzovať v pohybe. Používateľ ho bude môcť nosiť všade so sebou. Či už pôjde do obchodu, na prechádzku alebo sa rozhodne pracovať na záhrade, stále bude monitorovaný v prípade nehody. Cieľovou skupinou používateľov budú najmä starší ľudia, od čoho sa odvíjajú aj požiadavky na výsledný systém. Funkcionálne požiadavky sú zoradené podľa ich dôležitosti vo výslednom zariadení.

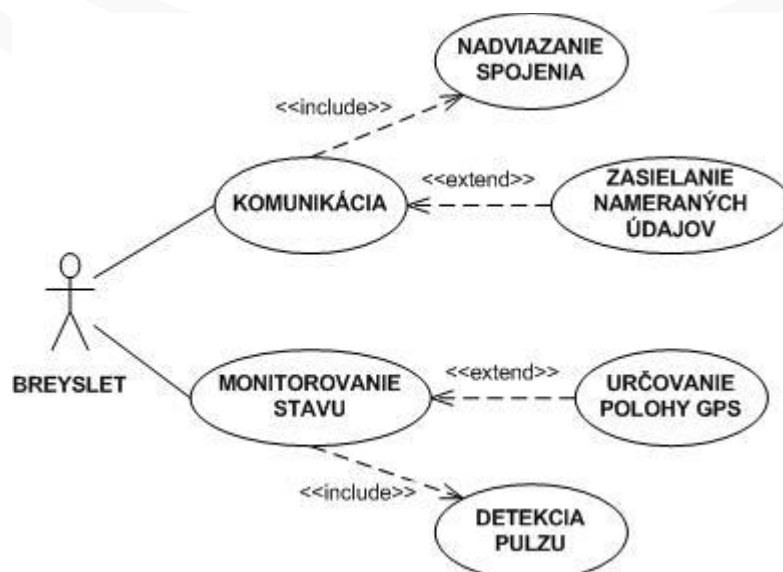
3.1 Funkcionálne požiadavky

- privolanie pomoci po stlačení núdzového tlačidla
- lokalizácia používateľa prostredníctvom GPS
- monitorovanie pulzu a privolanie pomoci pri kritických hodnotách
- upozorňovanie na slabé batérie vibráciou a svetelným signálom
- uskutočnenie tichého hovoru

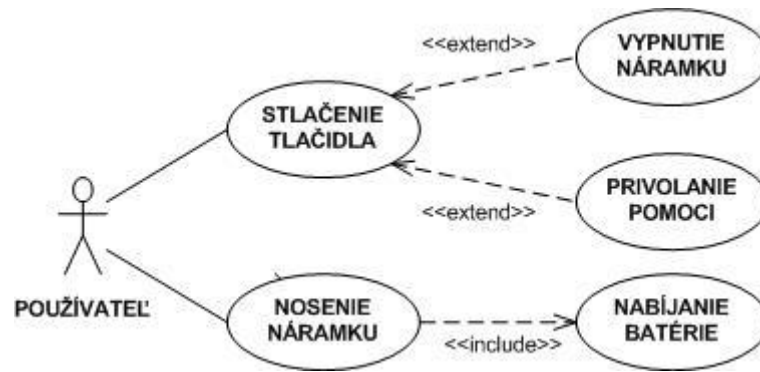
3.2 Nefunkcionálne požiadavky

- výdrž batérie
- odolnosť
- jednoduchosť použitia
- spoľahlivosť
- nízka hmotnosť
- malé rozmery

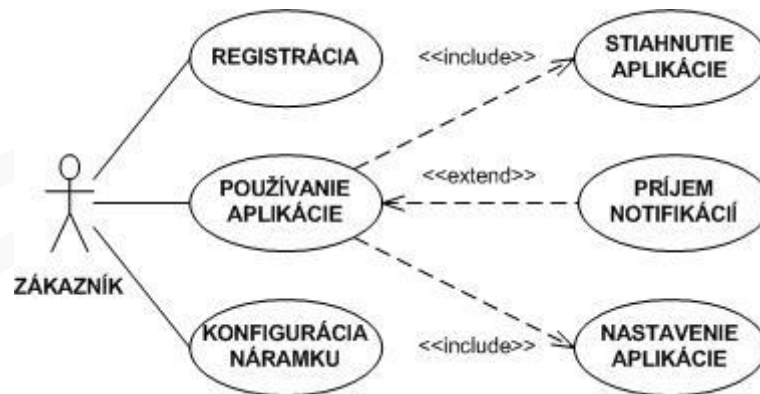
3.3 Prípady použitia



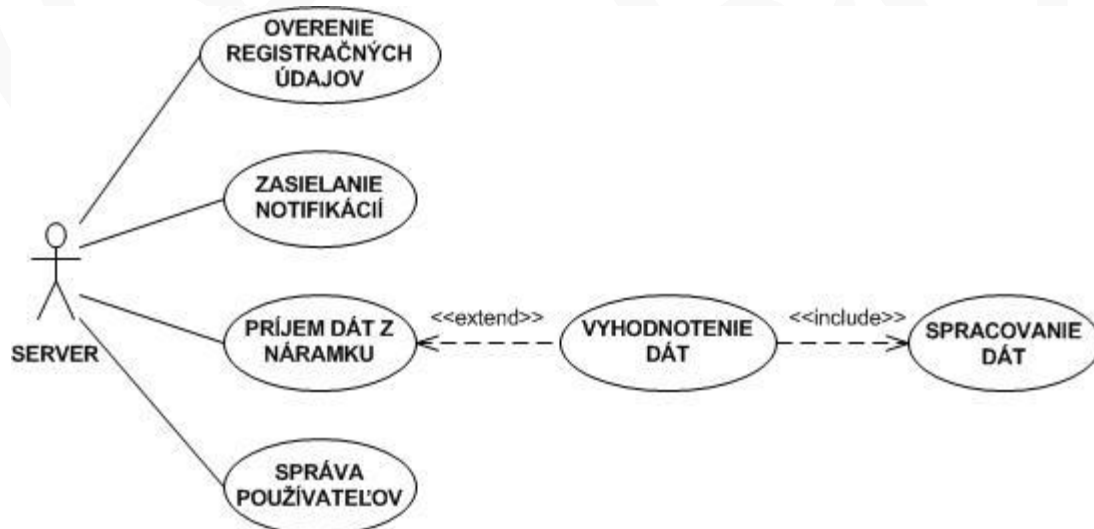
Obr. 1. Diagram prípadov použitia - náramok



Obr. 2. Diagram prípadov použitia - nositeľ náramku

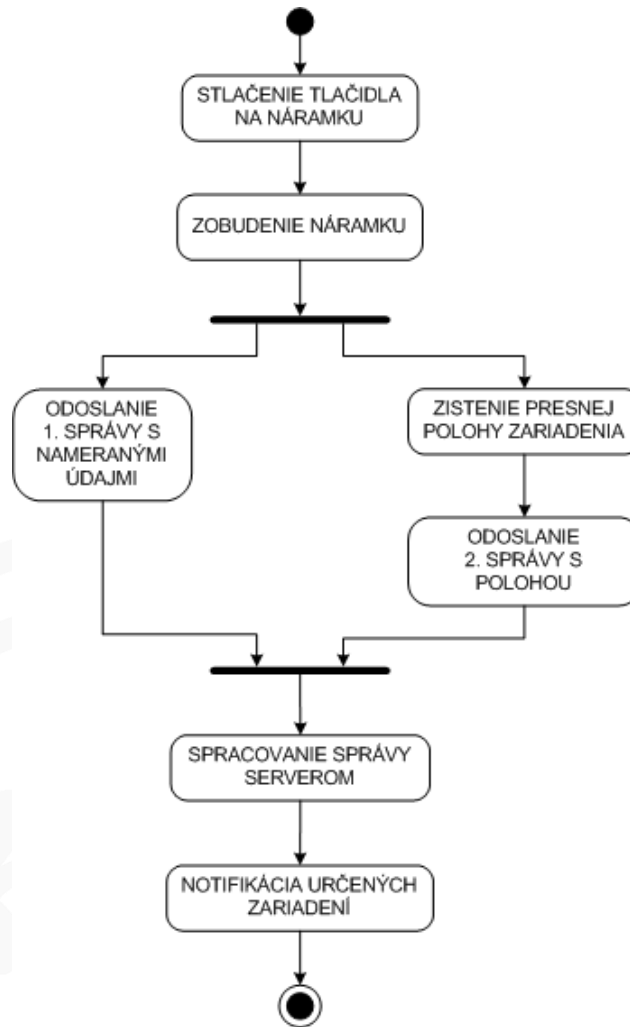


Obr. 3. Diagram prípadov použitia - zákazník

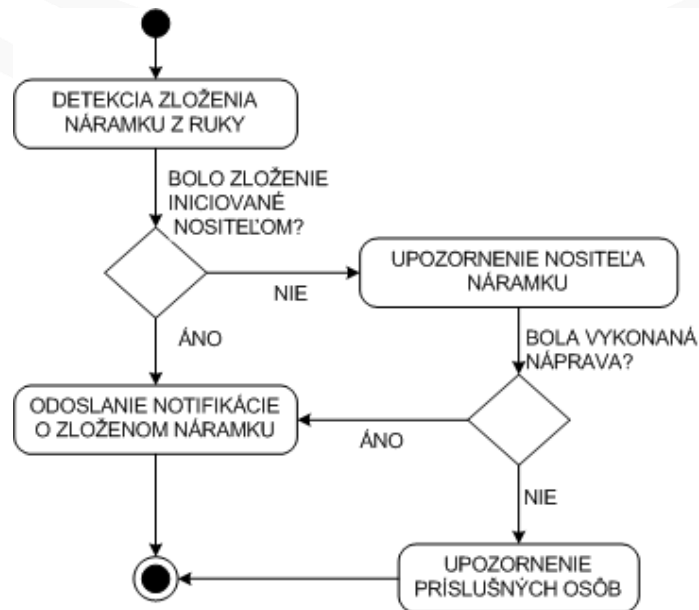


Obr. 4. Diagram prípadov použitia - server

3.4 Správanie systému



Obr. 5. Diagram aktivít - stlačenie núdzového tlačidla



Obr. 6. Diagram aktivít - zloženie náramku z ruky

4 Návrh

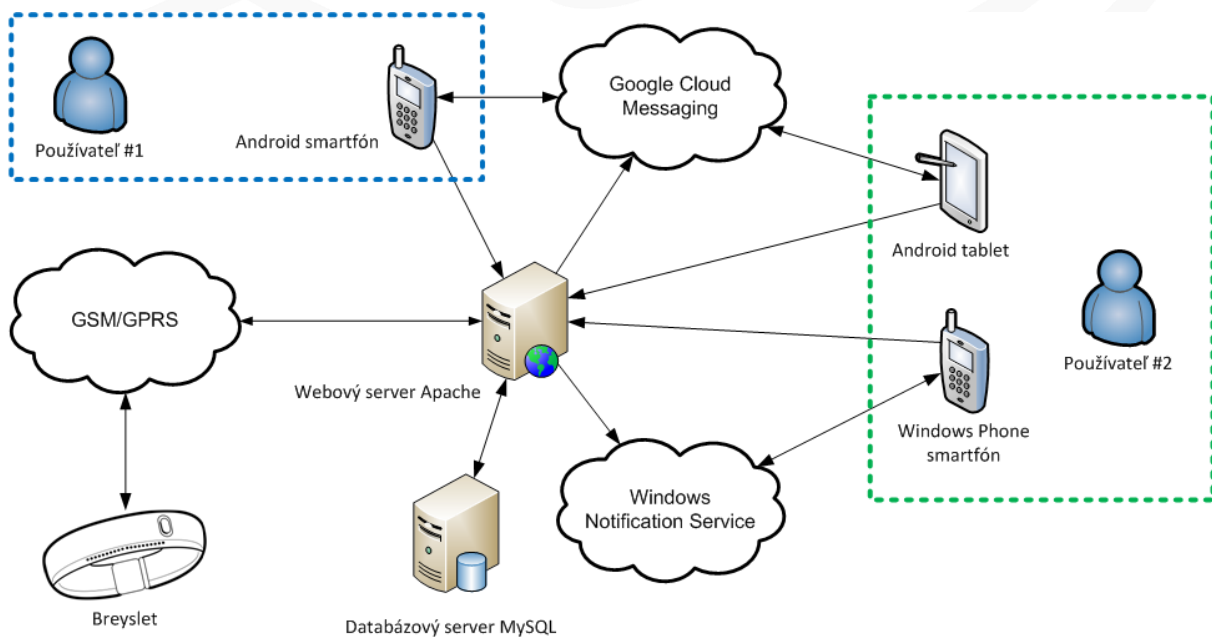
Náš návrh riešenia spočíva vo vytvorení čo možno najmenšieho a najľahšieho zariadenia na ruku vo forme náramku, ktoré by umožňovalo privolanie pomoci.

4.1 Architektúra systému

4.1.1 Komunikácia

Zariadenie bude komunikovať prostredníctvom mobilného internetového pripojenia a GSM modulu cez 2G sieť so serverom. Prenos dát bude realizovaný JavaScriptovým objektovým zápisom JSON, v ktorom môžu byť dáta organizované v poliach alebo objektoch. Prijaté dáta sa budú na serveri vyhodnocovať a na základe toho môže server zasielať informácie koncovým zariadeniam, napríklad v prípade núdze, alebo pri nízkom stave batérií, prípadne ak server stratí kontakt s monitorovacím zariadením.

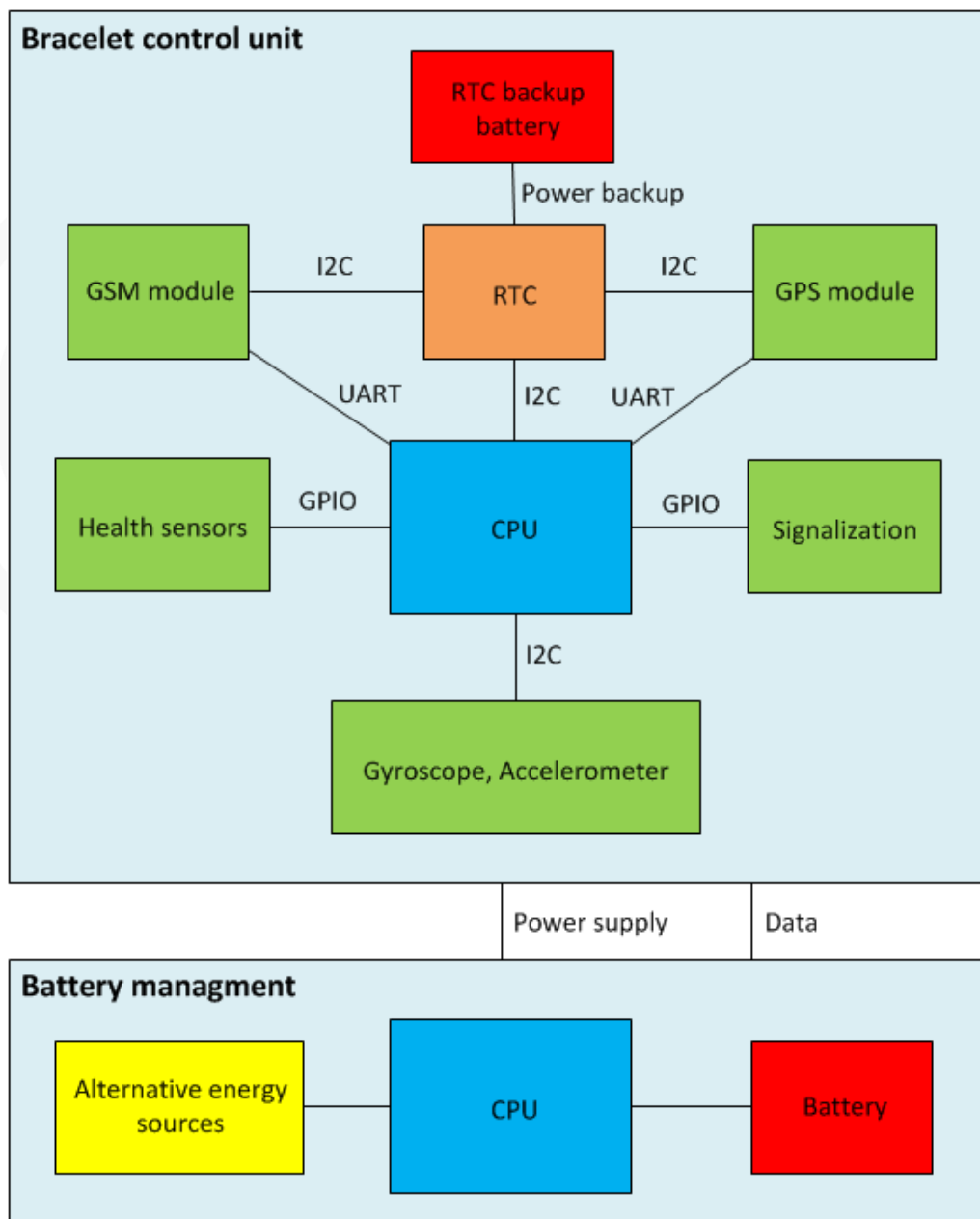
Mobilné pripojenie v náramku sa zabezpečí vloženou kartou SIM od niektorého z mobilných operátorov s predplatenými dátami. Zasielanie notifikácií na koncové zariadenia s operačným systémom Android sa bude realizovať cez GCM server, ktorý umožňuje posielat' správy PUSH. Google Cloud Messaging je služba umožňujúca posielat' dáta zo servera na zariadenia s operačným systémom Android a súčasne aj z týchto zariadení prijímat' správy. Pre zariadenia platformy Windows Phone sa miesto GCM servera bude používať server WNS, ktorý pracuje na podobnom princípe. Tým sa zabezpečí informovanosť aj o prípadnej poruche zariadenia. Pre koncové stanice bude mať podporu operačný systém Android a Windows Phone, zo stolných a prenosných zariadení bude možný prístup prostredníctvom webového rozhrania.



Obr. 7. Architektúra systému z pohľadu komunikácie

4.1.2 Hardvér

Samotný vnorený systém bude pozostávať z niekoľkých hardvérových komponentov, z ktorých najhlavnejším je procesor. Ten bude spracovávať signály zo všetkých senzorov (akcelerometer, gyroskop, pulz), riadiť signalizáciu v prípade núdze a spravovať komunikáciu GSM a GPS modulov. Ďalšou dôležitou súčasťou budú batérie. Pre ne bude určený samostatný procesor riadiaci správu napájania a nabíjania pomocou alternatívnych zdrojov energie (solárna, mechanická). Posledným komponentom sú hardvérové hodiny, ktoré si udržiavajú informácie o aktuálnom čase. Rozloženie týchto komponentov spolu s komunikačnými rozhraniami sa nachádzajú na nasledujúcej blokovej schéme.

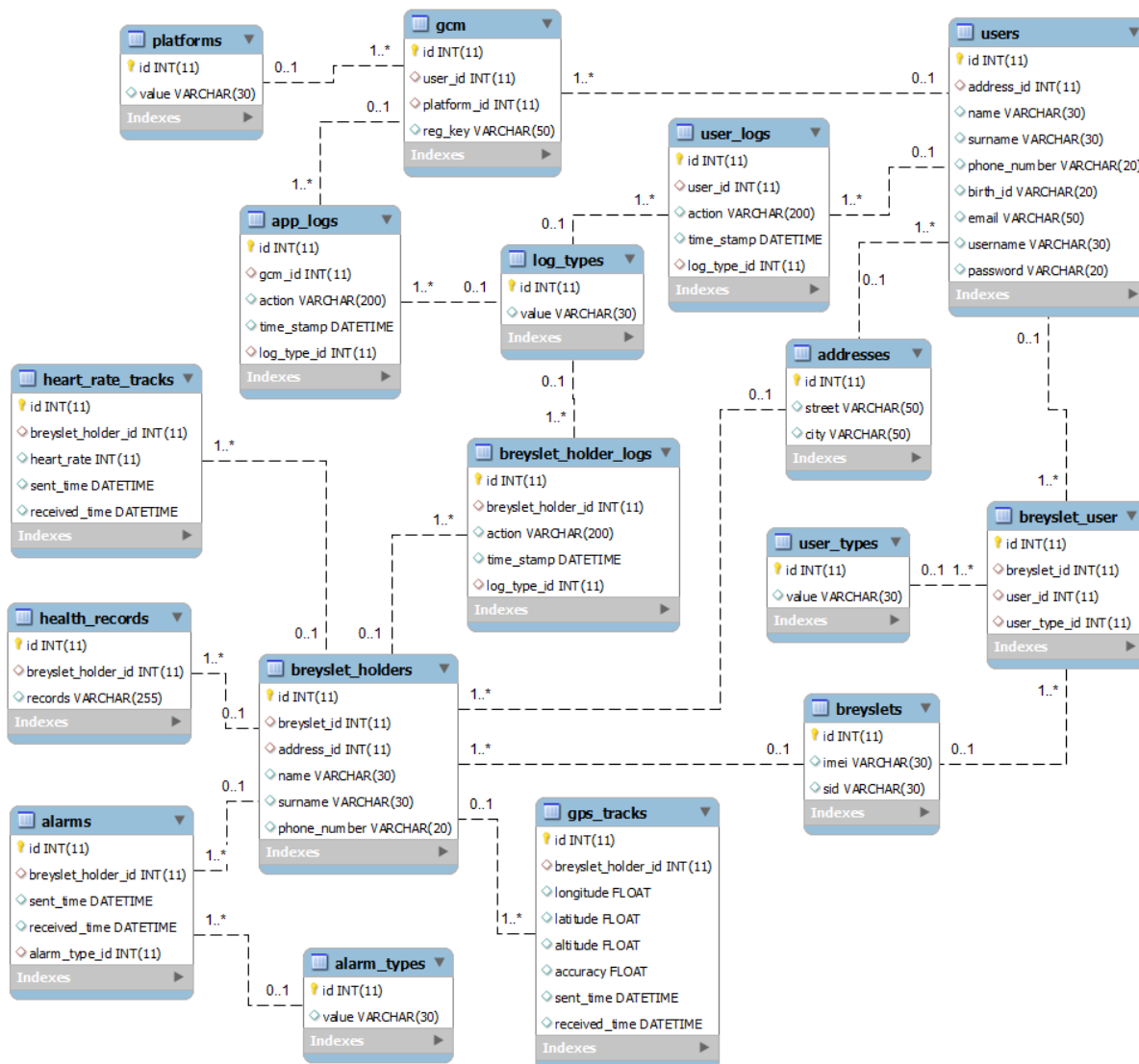


Obr. 8. Architektúra vnoreného systému

4.2 Fyzický model údajov

4.2.1 Databáza

Dôležitou súčasťou navrhovaného systému je nepochybne aj databáza zhromažďujúca všetky údaje zo zariadení potrebné pre správnu funkčnosť systému. Štruktúra navrhovanej databázy je znázornená nasledovným fyzickým modelom.



Obr. 9. Fyzický model navrhutej databázy

V databáze sa nachádza viacero entít, čo je podmienené komplexnosťou navrhovaného systému a tým, že sme brali do úvahy čo najviac aspektov, aby sme vedeli zabezpečiť čo naj dôkladnejšie štatistiky. Najdôležitejšími entitami sú používatelia „users“ a náramky „breyslets“. Pri používateľoch rozlišujeme, či sa jedná o používateľa systému (monitoruje), alebo o nositeľa náramku (je monitorovaný).

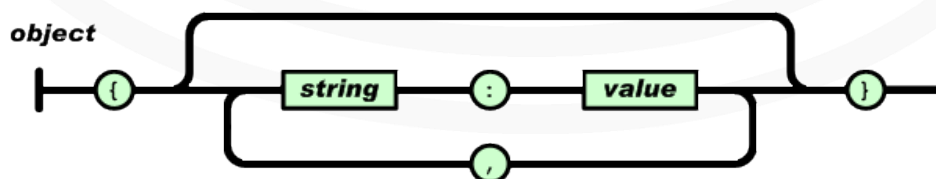
Používatelia majú svoje osobné údaje vrátane emailu a hesla, ktorými sa prihlasujú a taktiež kontaktné telefónne číslo a adresu trvalého pobytu. Každý používateľ systému môže byť používateľom jedného alebo viacerých náramkov. Modifikovať nastavenia náramku smie iba používateľ s príslušnými oprávneniami, ostatní majú možnosť iba prijímať notifikačné správy.

Náramok je v databáze reprezentovaný svojím unikátnym kódom IMEI, ktorý je súčasťou každého GSM modulu a telefónnym číslom vloženej karty SIM. Databáza taktiež ukladá aj zaznamenané dáta z monitorovacích zariadení, akými sú zdravotné záznamy, záznamy o srdcovom pulze, pozíciu GPS a vyvolané poplachy.

Databáza zaznamenáva viacero logov: logy z aplikácií (registrácia, preinštalovanie, ...), monitorovacích zariadení (slabé batérie, výpadok spojenia, ...) a záznamy o činnosti používateľov systému (chybné prihlásenia, zmeny v nastaveniach, ...).

4.2.2 JSON

Tento formát bol zvolený z dôvodu, že sa jedná o odľahčený formát na výmenu dát v textovej forme, pre človeka je jednoducho čitateľný a vytvárateľný a je úplne nezávislý na implementačnom jazyku. Jeho účelom je transfer dát z náramku na server a zo servera ku koncovým zariadeniam. Vo všeobecnosti sa skladá z množiny objektov, ktoré sú tvorené neusporiadanou množinou párov názov/hodnota, ktorých štruktúra je zobrazená na nasledujúcom obrázku.



Obr. 10. Štruktúra jedného objektu vo formáte JSON [zdroj: <http://json.org/object.gif>]

Kompletná štruktúra nami používaného JSON formátu pozostáva z týchto objektov:

- BASIC {id, sent_time, status_code}
- GPS {latitude, longitude, altitude, accuracy}
- ACCELEROMETER {x_axis, y_axis, z_axis}
- GYROSCOPE {x_axis, y_axis, z_axis}
- COMPASS {cardinal_direction}
- GSM {signal_strength, connected_bts, operator, phone_number}
- HEALTH {pulse, oxymeter, temperature}

5 Prototyp

Cieľom prototypovania v zimnom semestri bolo vytvoriť hardvérové zariadenie, základ budúceho náramku, umožňujúce po stlačení tlačidla odoslať notifikáciu na určené koncové zariadenie - mobilný telefón. Tieto ciele sa nám podarilo naplniť a vytvorený prototyp túto funkcionality umožňuje. Výsledný prototyp sa skladá z niekoľkých hlavných blokov, ktoré svojou spoluprácou vytvárajú celkovú funkcionality.

5.1 Náramok Breyslet

Hardvérové zariadenie je zatiaľ osadené na vývojových doskách. Aktuálne sa pracuje na návrhu výslednej schémy a dosky plošných spojov, ktorá bude súčasťou výsledného produktu. V rámci funkcionality dokáže po stlačení tlačidla odoslať na server JSON správu a tým inicializovať proces zaslania notifikácie na zvolený mobilný telefón. Okrem toho je možné s náramkom iniciovať hovor, čo je prospešné na overenie prípadného planého poplachu neúmyselným stlačením núdzového tlačidla.



Obr. 11. Hardvérová realizácia vnoreného systému

5.2 Server a databáza

Serverovú časť tvorí webový server Apache verzie 2.2.14 bežiaci na operačnom systéme Ubuntu verzie 10.04.4 LTS. Pre ukladanie údajov sme zvolili databázový systém MySQL verzie 5.1.73 a ako serverový skriptovací jazyk bol zvolený PHP verzie 5.3.2.

Úlohou servera je zachytiť HTTP POST správy poslané z náramku (formát JSON) a zabezpečiť ich preposlanie na príslušné notifikačné servery mobilných platforiem (GCM, WNS/MNPS). Tieto notifikačné servery sa už postarajú o spoľahlivé doručenie správy na mobilné zariadenia (smartfón, tablet), ktoré sú s daným náramkom asociované. Ďalšou úlohou servera je komunikácia s databázou.

Server počúva štandardne na porte 80 na prichádzajúcu komunikáciu, a obsluhuje jednotlivé požiadavky, zaslané náramkom alebo mobilnými aplikáciami. Jednotlivé úlohy servera:

- registrácia náramku
- registrácia používateľa náramku, ako aj nositeľa náramku
- asociácia náramku s registrovanými používateľmi
- zachytenie správy z náramku a odoslanie upozornenia na notifikačné servery

Implementácia funkcionality vytvorenia notifikačnej správy a jej následného odoslania na notifikačný server je zobrazená na nasledovných 2 obrázkoch.

```
if (isset($_POST["imei"])){
    $breyslet_imei = $_POST["imei"];
    $message = array("message" => date("d-m-Y H:i:s").' - '.$breyslet_imei);
    include_once 'db_functions.php';
    include_once '/var/www/breyslet/api/android/gcm.php';
    include_once '/var/www/breyslet/api/win/wns.php';
    $gcm = new GCM();
    $wns = new WNS();
    $db = new DB_Functions();
    $result = $db->getBreysletId($breyslet_imei);
    $breyslet_id = mysql_fetch_array($result);
    $result = $db->getDevicesRegKeys($breyslet_id['id']);

    while ($row = mysql_fetch_array($result))
    {
        switch ($row['platform_id']) {
            case '1':
                $gcm->send_notification(array($row['reg_id']), $message);
                break;
            case '2':
                $wns->send_notification($row['reg_id'], $message);
                break;
            default:
                break;
        }
    }
    header("HTTP/1.1 200 OK");
}
```

Obr. 12. Vytvorenie notifikačnej správy

```
class GCM {
    function __construct() {}
    public function send_notification($registration_ids, $data){
        include_once '/var/www/breyslet/api/config.php';
        $url = 'https://android.googleapis.com/gcm/send';
        $fields = array(
            'registration_ids' => $registration_ids,
            'data'              => $data
        );
        $headers = array(
            'Authorization: key='.API_KEY_ANDROID,
            'Content-Type: application/json'
        );
        $c = curl_init();
        curl_setopt($c, CURLOPT_URL, $url);
        curl_setopt($c, CURLOPT_POST, true);
        curl_setopt($c, CURLOPT_HTTPHEADER, $headers);
        curl_setopt($c, CURLOPT_RETURNTRANSFER, true);
        curl_setopt($c, CURLOPT_SSL_VERIFYPEER, false);
        curl_setopt($c, CURLOPT_POSTFIELDS, json_encode($fields));
        $result = curl_exec($c);
        if ($result === FALSE) die('cURL failed: ' . curl_error($c));
        curl_close($c);
    }
}
```

Obr. 13. Odoslanie správy na GCM server

5.3 Mobilná aplikácia

Bola vytvorená za účelom prijímania notifikácií na mobilných zariadeniach. Používateľovi umožňuje sa registrovať do databázy a prijímať PUSH notifikácie zo servera. Pritom nie je potrebné aby bola aplikácia neustále spustená, notifikácie dorazia aj v prípade, že je v spiacom režime, čo výrazne znižuje spotrebu energie mobilného telefónu. Aplikácia zatiaľ podporuje operačný systém Android, verzia pre operačný systém Windows Phone, ktorý bol v návrhu taktiež zvolený ako podporovaná platforma, je v štádiu implementácie.

5.3.1 Registrácia zariadenia

Aplikácia pošle svoje SENDER_ID na GCM/WNS server, ktorý ju zaregistruje. Po úspešnej registrácii pošle GCM/WNS server späť aplikácii registračné ID, ktorá ho prepošle pomocou HTTP POST metódy na webový server, ktorý ho uloží do databázy spolu s registračnými údajmi z aplikácie (meno, priezvisko, e-mail, ...).

5.3.2 Preposlanie PUSH notifikácie

Náramok pošle správu na webový server, ktorý identifikuje náramok a jemu prislúchajúcich používateľov. Pre každého používateľa nájde príslušné mobilné zariadenie, identifikuje sa operačný systém každého z nich a server odošle správy na prislúchajúce notifikačné servery (GCM/WNS). Tie pracujú nezávisle od nášho systému a zabezpečia doručenie správ na jednotlivé mobilné zariadenia.

6 Implementácia

Výsledný produkt sa skladá z niekoľkých hlavných blokov, ktoré svojou spolupracou vytvárajú jeho celkovú funkcionálnosť. V nasledujúcej časti sa nachádza opis realizácie jednotlivých modulov.

6.1 Server, databáza, API

Serverovú časť tvorí webový server Apache verzie 2.2.14 bežiaci na operačnom systéme Ubuntu verzie 14.04.1 LTS. Pre ukladanie údajov sme zvolili databázový systém MySQL verzie 5.5.41 a ako serverový skriptovací jazyk bol zvolený PHP verzie 5.3.2. Pre jednoduchú komunikáciu so serverom, či už z mobilných aplikácií, alebo náramku, bola zakúpená doména www.breyslet.com, čiže zmena IP adresy servera už nespôsobí žiadne veľké problémy v komunikácii, nakoľko postačuje iba prepísať DNS záznam. Komunikácia prebieha prostredníctvom protokolu HTTP, avšak k dispozícii je z dôvodu zvýšenia bezpečnosti aj šifrovaný protokol HTTPS, hoci bez overeného certifikátu.

Na serveri sa nachádza API (z *angl.* *Application programming interface*), čo je rozhranie pre programovanie aplikácií, ktoré obsahuje zbierku funkcií a tried, ktoré určujú, akým spôsobom sa majú funkcie knižnic volať zo zdrojového kódu programu. API je implementované pomocou architektonického vzoru REST (z *angl.* *Representational state transfer*), ktorý umožňuje vytvárať, čítať, modifikovať alebo mazať údaje zo servera prostredníctvom jednoduchých HTTP volaní GET, POST, PUT a DELETE. API pre svoju činnosť využíva PHP framework Slim Framework verzie 2.6.1.

Server odpovedá na všetky požiadavky príslušným „HTTP response“ kódom (statusom), pričom v tele odpovede sa posiela JSON.

- **Úspešné vykonanie požiadavky (2xx status kódy)**

```
{
  "status" : cislo_kodu // číslo HTTP status kódu
  "error" : false, // vždy bude FALSE
  "message": "nejaka_sprava", // informačná správa o úspešnom vykonaní požiadavky
  "data" : {} // wrapper OBJEKT pre dáta, obsahuje ďalšie štruktúry
}
```

- **Neúspešné vykonanie požiadavky (4xx alebo 5xx status kódy)**

```
{
  "status" : cislo_kodu // číslo HTTP status kódu
  "error" : true, // vždy bude TRUE
  "message": "chybova_sprava", // informačná správa o úspešnom vykonaní požiadavky
  "data" : [] // wrapper POLE, obsahuje detaily chyby/chýb
}
```

API je rozdelené na 3 hlavné časti (moduly): administrátorské API, API pre aplikácie a používateľov (web, Android, Windows Phone) a API pre komunikáciu s náramkom, kde každé z nich má svoje vlastné špecifické funkcie (metódy).

6.1.1 Administrátorské API

- **Registrácia náramku**

Táto metóda slúži na registráciu náramku do systému na základe IMEI čísla GSM modulu, ktoré je jej parametrom. Po pridaní vygeneruje unikátne systémové identifikačné číslo SID. Náramok sa takto registruje vždy iba raz. Algoritmus generovania SID spočíva vo vykonaní šifrovania MD5 nad zadaným IMEI číslom.

- **Pridanie, odstránenie, úprava a zobrazenie mobilných platforiem**

Metódy slúžiace na prácu s podporovanými typmi mobilných platforiem.

6.1.2 API pre náramok

- **Konfigurácia**

Táto metóda slúži na získanie aktuálnych konfiguračných dát zo servera pre náramok Breuslet. Je volaná priamo z náramku.

- **Prijatie dát**

Táto metóda slúži na poslanie nameraných dát z náramku. Po prijatí sa dáta spracujú na serveri, následne sa odošle PUSH notifikácia príslušným zariadeniam. Parametrom metódy je JSON so štruktúrou uvedenou v kapitole 4.2.2.

6.1.3 API pre aplikácie a používateľov

- **Odstránenie konta**

Táto metóda slúži na zrušenie používateľa (konta) zo systému. Parametrami je autentifikačný token používateľa a jeho unikátne identifikačné číslo.

- **Prihlásenie**

Táto metóda slúži na prihlásenie používateľa do systému (web, Android / Windows Phone aplikácia). Parametrami metódy sú platná e-mailová adresa používateľa a heslo.

- **Registrácia**

Metóda slúžiaca na registráciu používateľa do systému (web, Android / Windows Phone aplikácia). Parametrami sú: meno, priezvisko, email, telefónne číslo, adresa trvalého pobytu a používateľské heslo.

- **Zmena údajov**

Táto metóda slúži na zmenu registračných údajov používateľa. Obsahuje rovnaké parametre ako metóda na registráciu, avšak navyše je pridaný autentifikačný token používateľa a jeho unikátne identifikačné číslo.

- **Zoznam zariadení používateľa a zoznam priradených náramkov**

Metódy umožňujúce získať prehľad o všetkých zaregistrovaných zariadeniach konkrétneho používateľa a náramkoch, o ktorých stave chce byť informovaný.

Na nasledovných obrázkoch je zobrazená implementácia niektorých funkcií servera, konkrétne ide o overenie prihlásenia používateľa s údajmi v databáze a o zaslanie PUSH notifikácie na mobilné zariadenia používateľa.

```
public function loginUser($email, $password)
{
    $db = $this->dbh;
    $passwordHash = md5($password);
    try
    {
        $statement = $db->prepare("SELECT * FROM users WHERE email=:email
        AND password=:passwordHash");
        $statement->bindParam(':email', $email);
        $statement->bindParam(':passwordHash', $passwordHash);
        $statement->execute();
        $data = $statement->fetch();
        if ($data == false)
        {
            $result['status'] = 401;
            $result['error'] = true;
            $result['message'] = M_USER_LOGIN_FAIL;
            $result['data'] = null;
            return $result;
        }
    }
    catch(PDOException $e)
    {
        $data['errorCode'] = $e->errorInfo[1];
        $data['errorMessage'] = $e->errorInfo[2];
        $result['status'] = 500;
        $result['error'] = true;
        $result['message'] = M_USER_LOGIN_ERROR;
        $result['data'] = $data;
        return $result;
    }
    $result['status'] = 200;
    $result['error'] = false;
    $result['message'] = M_USER_LOGIN_SUCCESS;
    $result['data'] = $data;
    return $result;
}
```

Obr. 11. Implementácia metódy slúžiacej na overenie používateľa pri prihlasovaní

```
public function sendNotification($registrationIDsArray, $dataArray)
{
    $fields = array('registration_ids' => $registrationIDsArray, 'data' => $dataArray);
    $headers = array('Authorization: key='.API_KEY_ANDROID, 'Content-Type: application/json');
    $curl = curl_init();
    curl_setopt($curl, CURLOPT_URL, API_URL_ANDROID);
    curl_setopt($curl, CURLOPT_POST, true);
    curl_setopt($curl, CURLOPT_HTTPHEADER, $headers);
    curl_setopt($curl, CURLOPT_RETURNTRANSFER, true);
    curl_setopt($curl, CURLOPT_SSL_VERIFYPEER, true);
    curl_setopt($curl, CURLOPT_POSTFIELDS, json_encode($fields));
    $curlResult = curl_exec($curl);
    if ($curlResult === FALSE)
    {
        $errorData['error_code'] = curl_errno($curl);
        $errorData['error_message'] = curl_error($curl);
        $result['error'] = true;
        $result['data'] = $errorData;
    }
    $gcmResult = json_decode($curlResult, true);
    if ($gcmResult == NULL)
    {
        $result['error'] = true;
        $result['data'] = array('message' => $curlResult);
    }
    else if ($gcmResult['failure'] == 1)
    {
        $result['error'] = true;
        $result['data'] = $gcmResult;
    }
    else
    {
        $result['error'] = false;
        $result['data'] = $gcmResult;
    }
    curl_close($curl);
    return $result;
}
```

Obr. 12. Implementácia metódy slúžiacej na zasielanie PUSH notifikácií

6.2 Mobilná aplikácia

Bola vytvorená za účelom prijímania notifikácií na mobilných zariadeniach. Používateľovi umožňuje registráciu, prihlásenie a správu nad monitorovanými zariadeniami. PUSH notifikácie zo servera dorazia aj v prípade, že je aplikácia v spiacom režime, čo výrazne znižuje spotrebu energie mobilného telefónu.

6.2.1 Android aplikácia

Aplikácia bola vytvorená vo vývojovom prostredí Android Studio v programovacom jazyku JAVA a je kompatibilná s OS Android 4.0 a viac. Grafické rozhranie jednotlivých obrazoviek sa vytvára v značkovacom jazyku XML. Aplikácia využíva niekoľko knižníc tretích strán, najdôležitejšími sú knižnice *org.apache.**, pomocou ktorej sa vytvárajú požiadavky smerujúce na server a knižnica *org.json.**, ktorá transformuje prijatú odpoveď zo servera do objektu JSON, s ktorým sa ľahšie pracuje. Použitie oboch knižníc demonštruje nasledujúci obrázok, na ktorom sa iniciuje prihlásenie používateľa do aplikácie tak, že najskôr sa odošle POST požiadavka na server a odpoveďou je status kód, ktorý určuje, či bolo prihlásenie úspešné alebo nie.

```
public void Login_Click(View v){
    email = (EditText)findViewById(R.id.email);
    password = (EditText)findViewById(R.id.password);
    String emailString = email.getText().toString();
    String passwordString = password.getText().toString();
    if (emailString.isEmpty() || passwordString.isEmpty()){
        showError("Login and Password can not be empty!");
        return;
    }

    HttpClient httpClient = new DefaultHttpClient();
    HttpPost httpPost = new HttpPost(URLLogin);
    List<NameValuePair> nameValuePairs = new ArrayList<NameValuePair>(2);
    nameValuePairs.add(new BasicNameValuePair("email", emailString));
    nameValuePairs.add(new BasicNameValuePair("password", passwordString));
    try {
        httpPost.setEntity(new UrlEncodedFormEntity(nameValuePairs));
        ResponseHandler<String> responseHandler=new BasicResponseHandler();
        String responseBody = httpClient.execute(httpPost, responseHandler);
        JSONObject json = new JSONObject(responseBody);
        String status = (String) json.get("status");
        if (!status.equals("200")) {
            showError("Login failed. Invalid Login or Password.");
            return;
        }
        loginSuccess();
    } catch (Exception e) {
        showError(e.getMessage());
    }
}
```

Obr. 13. Implementácia metódy prihlasovania používateľa

Implementácia prijímania PUSH notifikácií bola realizovaná prostredníctvom služby Google Cloud Messaging for Android. Na zabezpečenie tejto funkcionality bolo potrebné vytvoriť prijímač správ a službu vytvárajúcu notifikáciu na obrazovke mobilného zariadenia. Obe tieto triedy sú zobrazené na nasledujúcich obrázkoch.

```
public class GCMReceiver extends WakefulBroadcastReceiver {
    @Override
    public void onReceive(Context c, Intent intent) {
        ComponentName component
            = new ComponentName(c.getPackageName(), GcmIntentService.class.getName());
        startWakefulService(c, (intent.setComponent(component)));
        setResultCode(Activity.RESULT_OK);
    }
}
```

Obr. 14. Implementácia triedy slúžiacej na zachytávanie prijatých správ od GCM

```
public class GcmIntentService extends IntentService{
    @Override
    protected void onHandleIntent(Intent intent) {
        Bundle extras = intent.getExtras();
        GoogleCloudMessaging gcm = GoogleCloudMessaging.getInstance(this);
        String messageType = gcm.getMessageType(intent);
        if (!extras.isEmpty()) {
            if (GoogleCloudMessaging.MESSAGE_TYPE_SEND_ERROR.equals(messageType)) {
                showNotification("Error: " + extras);
            } else if (GoogleCloudMessaging.MESSAGE_TYPE_DELETED.equals(messageType)) {
                showNotification("Deleted: " + extras);
            } else if (GoogleCloudMessaging.MESSAGE_TYPE_MESSAGE.equals(messageType)) {
                showNotification("Received: " + extras);
            }
        }
        GCMReceiver.completeWakefulIntent(intent);
    }

    private void showNotification(Notification msg) {
        if (OverviewActivity.user == null)
            return;
        OverviewActivity.notification = getSystemService(Context.NOTIFICATION_SERVICE);
        Intent intent = new Intent(this, OverviewActivity.class);
        intent.setFlags(Intent.FLAG_ACTIVITY_CLEAR_TOP | Intent.FLAG_ACTIVITY_SINGLE_TOP);
        PendingIntent contentIntent = PendingIntent.getActivity(this, null, intent, null);
        NotificationCompat.Builder builder = new NotificationCompat.Builder(this)
            .setSmallIcon(R.drawable.logo_notify)
            .setContentTitle("Breyslet alarm: " + msg.device)
            .setContentText(msg.type)
            .setDefaults(Notification.DEFAULT_ALL)
            .setPriority(NotificationCompat.PRIORITY_MAX)
            .setAutoCancel(true)
            .setOngoing(true);
        builder.setContentIntent(contentIntent);
        OverviewActivity.notification.notify(notificationID++, builder.build());
    }
}
```

Obr. 15. Implementácia triedy slúžiacej na zobrazenie notifikácie používateľovi

6.2.2 Windows Phone aplikácia

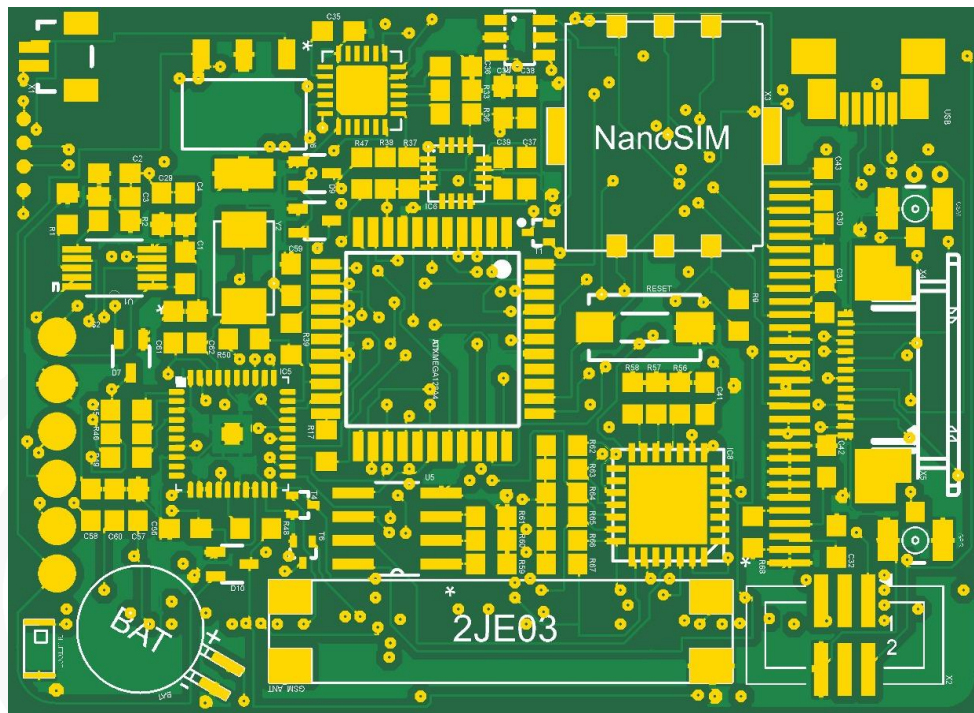
Aplikácia bola implementovaná vo vývojovom prostredí Microsoft Visual Studio 2013 Ultimate v programovacom jazyku C# za použitia aplikačného modelu Windows Phone Silverlight 8.1 a architektonického vzoru Model View ViewModel (MVVM). Tak isto ako pri Android aplikácii, grafické rozhranie sa vytvára oddelene od aplikačnej logiky v značkovacom jazyku XAML. Posielanie požiadaviek na server muselo byť realizované prostredníctvom asynchrónnych volaní, aby sa zabezpečila kontinuita používania aplikácie počas vykonávania takejto požiadavky. Nasledujúci obrázok ilustruje proces overenia prihlásenia používateľa do aplikácie, ktorý pozostáva zo sekvenčného vykonania 3 metód. Funkcia *Send()* nastaví typ požiadavky a URL adresu servera, funkcia *GetRequestStreamCallback()* vloží do požiadavky doplnujúce dáta ako zadaný email a heslo používateľa, následne je vo funkcii *GetResponseCallback()* spracovaná odpoveď servera a prijaté dáta.

```
public void Send(string _method)
{
    HttpWebRequest request = (HttpWebRequest)HttpWebRequest.Create(apiUrl+_method);
    request.Method = "POST";
    request.BeginGetRequestStream(new AsyncCallback(GetRequestStreamCallback), request);
}
void GetRequestStreamCallback(IAsyncResult callbackResult)
{
    HttpWebRequest myRequest = (HttpWebRequest)callbackResult.AsyncState;
    Stream postStream = myRequest.EndGetRequestStream(callbackResult);
    byte[] byteArray = Encoding.UTF8.GetBytes(postData);
    postStream.Write(byteArray, 0, byteArray.Length);
    myRequest.BeginGetResponse(new AsyncCallback(GetResponseCallback), myRequest);
}
private void GetResponseCallback(IAsyncResult asynchronousResult)
{
    HttpWebRequest myrequest = (HttpWebRequest)asynchronousResult.AsyncState;
    using (HttpWebResponse response = myrequest.EndGetResponse(asynchronousResult))
    {
        System.IO.Stream responseStream = response.GetResponseStream();
        using (StreamReader streamReader = new StreamReader(response.GetResponseStream()))
        {
            CallClassReturn(streamReader.ReadToEnd());
        }
    }
}
```

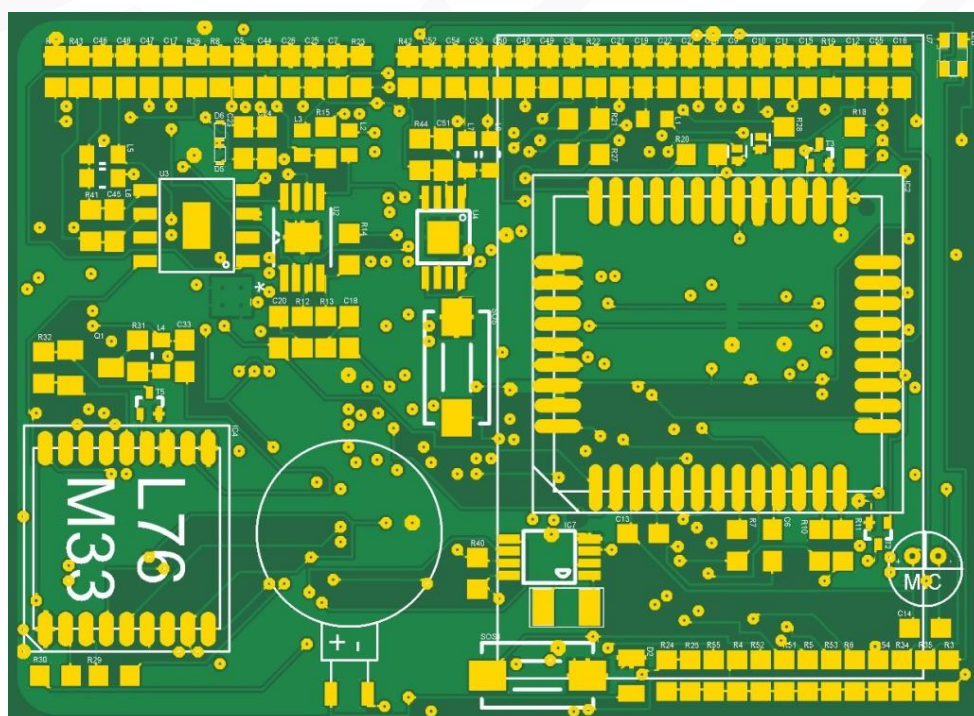
Obr. 16. Implementácia metódy prihlasovania používateľa

6.3 Náramok Breuslet

Najdôležitejšou, no zároveň aj najzložitejšou časťou náramku je nepochybne samotný hardvér, ktorý si vyžadoval precízny návrh rozmiestnenia všetkých komponentov na doske plošných spojov, aby bolo jej vytvorenie realizovateľné. Výsledná doska je tvorená z 10 vrstiev, aby bolo možné umiestniť všetky potrebné cesty. Návrh prebiehal v editore plošných spojov Eagle.



Obr. 17. Doska plošných spojov - pohľad zdola



Obr. 18. Doska plošných spojov - pohľad zhora

Na výrobu náramku boli použité nasledovné komponenty:

- Mikrokontrolér AVR ATXMEGA128A4U + pamäť EEPROM 8k x 8bit
- kryštálový oscilátor s frekvenciou 7.3728 MHz + RTC obvod
- L76-M33 GPS modul + GPS anténa
- M66FA-04-STD GSM/GPRS modul + anténa 824MHz-2.1GHz
- MPU 6000 GYROSKOP/AKCELEROMETER s meraním v 9 osiach
- KP-1608P1C FOTOTRANZISTOR + ADC/DAC prevodník
- Akumulátor Li-Pol 1100mAh, 3.7V + Lithium COIN CELL, 5.5mAh, 3V
- teplotný senzor
- konektor USB B micro + konektor NANO SIM
- reproduktor 1W, 89Ω, 100-20000Hz + mikrofón
- tlačidlo + dióda RGB LED
- obslužná elektronika (rezistory, kondenzátory, diódy, regulátory napätia, ...)

Druhou činnosťou pri tvorbe náramku bolo vytvorenie firmvéru, aby zariadenie dokázalo vykonávať všetky potrebné funkcie. Implementácia firmvéru prebiehala v programovacom jazyku C vo vývojovom prostredí Atmel Studio, čo je integrovaná platforma pre vývoj a ladenie aplikácií pre mikroprocesory Atmel ARM / AVR. Jeho distribúcia je bezplatná a ponúka množstvo knižníc so zdrojovými kódmi, ktoré sme však nemohli využiť z dôvodu obmedzenej veľkosti pamäte programu, a preto museli byť všetky vytvorené knižnice a zdrojové kódy napísané čo najúspornejšie.

```

void i2c_init()
{
    SDA = SCL = 1;
    SCL_IN = SDA_IN = 0;
}

void i2c_start()
{
    SDA = 1;
    i2c_dly();
    SCL = 1;
    i2c_dly();
    SDA = 0;
    i2c_dly();
    SCL = 0;
    i2c_dly();
}

void i2c_stop()
{
    SDA = 0;
    i2c_dly();
    SCL = 1;
    i2c_dly();
    SDA = 1;
    i2c_dly();
}

unsigned char i2c_rx(char ack)
{
    char x, d=0;
    SDA = 1;
    for(x=0; x<8; x++) {
        d <<= 1;
        do {
            SCL = 1;
        }
        while(SCL_IN==0);
        i2c_dly();
        if(SDA_IN)
            d |= 1;
        SCL = 0;
    }
    if(ack)
        SDA = 0;
    else
        SDA = 1;
    SCL = 1;
    i2c_dly();
    SCL = 0;
    SDA = 1;
    return d;
}

bit i2c_tx(unsigned char d)
{
    char x;
    static bit b;
    for(x=8; x; x--) {
        if(d&0x80)
            SDA = 1;
        else
            SDA = 0;
        SCL = 1;
        d <<= 1;
        SCL = 0;
    }
    SDA = 1;
    SCL = 1;
    i2c_dly();
    b = SDA_IN;
    SCL = 0;
    return b;
}
    
```

Obr. 19. Implementácia knižnice a funkcií pre prácu so zbernicou I2C

Nasledujúca časť zdrojového kódu ilustruje vytvorenie a začatie spojenia so serverom a odoslanie nameraných údajov z náramku na server. Funkcia `gsm_open_connection()` pripraví spojenie prostredníctvom 2G siete. Druhá funkcia `gsm_start_up_connection()` nastaví mód posielania údajov, teda či sa budú údaje prenášať cez UDP alebo TCP protokol, taktiež sa nastaví cieľová IP adresa, port a názov domény. Pri odosielaní dát funkciou `gsm_send_info()` je vytvorený z nameraných údajov textový reťazec, ktorý sa následne odošle na server.

```
char *gsm_open_connection()
{
    char **commands = (char **)malloc(3 * sizeof(char *));
    commands[0] = "AT+QIFGCNT=0";
    commands[1] = "AT+QICSGP=1,\"internet\"";
    commands[2] = "AT+QHTTTPURL=40,30"; //40: URL length. 30: input time
    execute(commands,3);
}

char *gsm_start_up_connection(int mode, char *ip, int port, char *domain)
{
    if(mode > 2 || mode < 1) return "ERROR: 'Bad mode type'";
    char *mode_c = (mode == 1) ? "TCP" : ((mode == 2) ? "UDP" : NULL);
    char buff[5] = "";
    sprintf(buff, "%d", port);
    char *command[1] = {"AT+QIOPEN=\"\""};
    strcat(command[0], strcat(mode_c, "\",\""));
    strcat(command[0], strcat(ip, "\","));
    strcat(command[0], strcat(buff, "\",\""));
    strcat(command[0], strcat(domain, "\""));
    return execute(command, 1);
}

char *gsm_send_info(INFO *info)
{
    char *json = info_to_json(info);
    int datalength = strlen(json);
    char **commands = (char **)malloc(1 * sizeof(char *));
    commands[0] = (char *)malloc(24 * sizeof(char));
    strcpy(commands[0], "AT+QHTTPPOST=");
    strcat(commands[0], datalength);
    strcat(commands[0], ",50,10"); // 50: input_time. 10: to_read_time
    execute(commands,1);
    send_data_through_uart(json);
    strcpy(commands[0], "AT+QHTTPREAD=30"); //Read Response from the server
    execute(commands,1);
}
```

Obr. 20. Implementácia funkcií pre odoslanie dát prostredníctvom GSM modulu

7 Overenie riešenia

Overovanie funkcionality API rozhrania serveru prebiehalo pomocou HTTP volaní GET, POST, PUT a DELETE z doplnku POSTMAN pre prehliadač Google Chrome, ktorý takéto volania umožňuje. Overenie spočívalo v porovnávaní vykonaných zmien v databáze s očakávanými zmenami po vykonaní jednotlivých príkazov. Overovaním sa nezistili žiadne nedostatky v implementovaných funkciách a nakoľko je takýto typ overenia postačujúci, je možné skonštatovať, že aplikačné rozhranie bolo implementované správne.

Overenie mobilných aplikácií spočívalo v otestovaní ich funkcionality na prípadné nedostatky zadávaním údajov v zlom tvare, no túto skúšku obstáli. Jednotlivé funkcie ako prihlásenie a registrácia používateľa, zoznam priradených náramkov a pridávanie nových náramkov sa overovalo HTTP volaniami na server, kde kódom odpovede sa dalo zistiť, či boli vykonané úspešne. Pri funkcionality mobilných aplikácií taktiež neboli zistené žiadne závažnejšie nedostatky. Nedostatkom by mohlo byť pri Android aplikácii, ktorá bola testovaná na viacerých zariadeniach s rôznou verziou operačného systému a rôznou veľkosťou a rozlíšením displeja to, že nie vždy sa zachovala správna proporcionalita textu, avšak toto je skôr estetický nedostatok. Pri testovaní mobilných aplikácií bolo testované aj zasielanie notifikačných správ na zariadenia. Toto testovanie bolo úspešné, nakoľko každá odoslaná správa zo servera bola prijatá na zariadení najneskôr do 10 sekúnd od jej odoslania. Vzniknuté oneskorenie je spôsobené spracovaním správy na GCM, prípadne na WNS/MNPS serveroch preposielajúcich správy na konkrétne zariadenia.

Overovanie funkčnosti navrhnutého hardvéru spočívalo najskôr v otestovaní všetkých periférnych rozhraní, ktorými hardvér disponuje, aby sa zistilo, či s nimi dokáže procesor komunikovať. To sa realizovalo prostredníctvom vytvoreného testovacieho firmvéru. Otestované boli aj zbernice, GPS a GSM modul a USB port. Výsledkom bolo zistenie, že všetky tieto rozhrania sú funkčné.

8 Zhodnotenie

8.1 Zimný semester

Analyzovali sme technológie a komponenty, ktoré by sa dali použiť pre realizáciu informačno-stavového vnoreného systému. Na základe tejto analýzy sme v špecifikácii vybrali tie, ktoré sú najvhodnejšie pre vytvorenie spomínaného systému. Z prenosových komunikačných technológií bola vybraná komunikácia prostredníctvom GSM modulu a taktiež bol vybratý GPS modul. Oba boli vybrané s dôrazom na čo najmenšie rozmery, ponúkanú funkcionálnu a spotrebu elektrickej energie. Technológie WiFi, Bluetooth a ZigBee neplánujeme použiť z dôvodu ich obmedzeného dosahu alebo prílišnej spotreby energie. Tieto technológie by pripadali do úvahy iba v prípade, že by bola komunikácia s vonkajším svetom realizovaná prostredníctvom ďalšieho zariadenia, no to by spôsobilo, že vnorený systém sa stane neprenositelný, hoci by mal napríklad vďaka minimálnej spotrebe Bluetooth v4.0 oveľa väčšiu výdrž batérie. Taktiež sme špecifikovali aj funkcionálne a nefunkcionálne požiadavky, prípady použitia a v hrubom návrhu sme prezentovali našu predstavu o činnosti a komunikácii vnoreného systému vrátane blokovej schémy.

Po prvom odovzdaní boli zapracované určité zmeny v kapitole „Návrh riešenia“, kde boli doplnené nové schémy komunikácie a databázového modelu spolu s ich podrobným popisom. Výstupom činnosti v zimnom semestri je vytvorený prototyp hardvérového zariadenia, ktorý je schopný po stlačení tlačidla odoslať notifikáciu na určené zariadenia. Súčasťou prototypu je okrem hardvérovej časti aj server s databázou na ukladanie údajov z monitorovacieho zariadenia a mobilná aplikácia, na ktorú prichádzajú notifikačné správy.

8.2 Letný semester

V letnom semestri sme najskôr zapracovali všetky zistené nedostatky z posudku od konkurenčného tímu za zimný semester. Zdokonalili sme návrh riešenia, pridali sme diagramy prípadov použitia a prevažnú časť semestra sme venovali implementácii jednotlivých častí systému. Najzložitejšou časťou sa ukázalo samotné hardvérové zariadenie, ktoré si vyžadovalo precízny návrh rozmiestnenia všetkých komponentov na doske plošných spojov. Z dôvodu malých skúseností s tvorbou firmvéru sa určeným členom tímu nepodarilo dokončiť firmvér včas, a preto náramok obsahuje iba testovací firmvér, ktorý otestoval iba základnú funkcionálnu hardvéru. Výstupom činnosti po letnom semestri je monitorovacie zariadenie na ruku - náramok, ktorý však zatiaľ nedokáže komunikovať so serverom a zasielať namerané dáta. Súčasťou navrhnutého systému sú aj ďalšie elementy ako server a aplikácie pre koncových používateľov, ktoré sú plne funkčné a spĺňajú požiadavky stanovené v špecifikácii riešenia.

8.3 Čo sme sa naučili

Na predmete Tímový projekt sme sa naučili hlavne pracovať a komunikovať v tíme, pretože niektorí členovia tímu zažili takýto druh spolupráce po prvý krát. Vďaka šikovnejším a skúsenejším členom a dobrému vedeniu sa nám podarilo riadne zorganizovať a rozvrhnúť jednotlivé úlohy. Zistili sme, že najdôležitejšou časťou tvorby systému je dôkladná analýza všetkých jeho súčastí a ešte dôležitejší je správny návrh riešenia, aby počas realizácie nevznikali zbytočné nezrovnalosti.

Ďalším dôležitým prínosom bolo, že sme sa naučili dodržiavať stanovené termíny, nakoľko od čiastkových úloh jednotlivých členov tímu záviseli nasledovné úlohy ďalších členov. Získali sme skúsenosti pri diskusiách o vzniknutých problémoch, najmä čo sa týka argumentácie a povedania si vlastného názoru na danú situáciu a netreba tiež opomenúť aj nadobudnuté skúsenosti s tvorbou projektovej dokumentácie a vedením zápisníc zo stretnutí členov tímu.

Vďaka tímovému projektu sme si rozšírili poznatky o tvorbe reálneho hardvérového zariadenia a firmvéru pre jeho správnu činnosť, osvojili sme si princíp zasielania požiadaviek prostredníctvom protokolu HTTP, zdokonalili sa v tvorbe mobilných aplikácií a v neposlednom rade aj v tvorbe a údržbe webovej stránky tímu.

8.4 Čo sme nestihli

Nepodarilo sa nám včas stihnúť dokončiť firmvér hardvérového zariadenia, ktoré teraz nedokáže úspešne nadviazať spojenie so serverom, avšak predpokladáme, že v priebehu jedného až dvoch týždňov by ho bolo možné dokončiť tak, aby poskytoval všetku špecifikovanú funkcionality.

9 Zoznam použitej literatúry

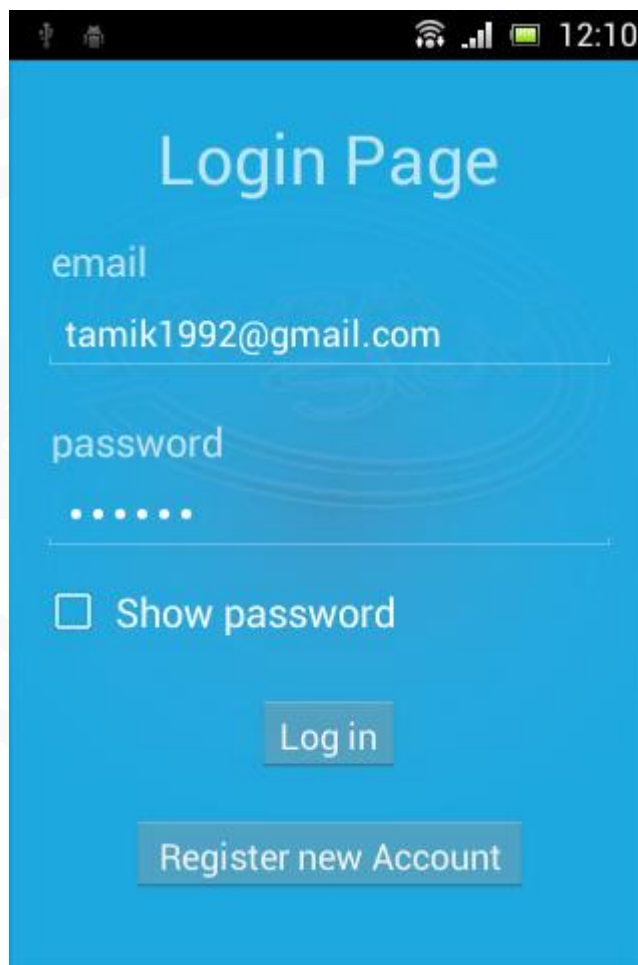
1. <https://learn.adafruit.com/all-about-batteries/lithium-batteries-and-coin-cells>
2. <http://electronics.stackexchange.com/questions/79279/does-mah-measure-how-long-a-battery-would-last>
3. <http://www.ecoshopa.sk/www-ekoshopa-sk/eshop/3-1-Ekologicke-EcoTech-dopluky/75-2-Solarne-FV-Mini-Panely-10Wp>
4. http://www.atmel.com/Images/Atmel-8067-8-and-16-bit-AVR-Microcontrollers-ATxmega64A1-ATxmega128A1_Datasheet.pdf
5. <http://www.sensorwiki.org/doku.php/sensors/accelerometer>
6. <http://www.sensorwiki.org/doku.php/sensors/gyroscope>
7. http://www.lf.upjs.sk/ceea/doc1/02_Oxikap_trenkler.pdf
8. <http://www8.garmin.com/aboutGPS>
9. <http://www.quora.com/Why-does-GPS-use-so-much-more-battery-than-any-other-antenna-or-sensor-in-a-smartphone>
10. <http://en.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>
11. http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11
12. <http://classroom.synonym.com/advantages-disadvantages-wifi-17344.html>
13. http://www.ehow.com/info_8586580_advantages-disadvantages-wifi.html
14. <http://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>
15. http://data.cedupoint.cz/oppa_e-learning/2_KME/080.pdf
16. <http://www.bluetoothreport.com/bluetooth-versions-comparison-whats-the-difference-between-the-versions/>
17. <http://www.zigbee.org/Home.aspx>
18. <http://www.hw.cz/navrh-obvodu/rozhrani/zigbee-novinka-na-poli-bezdratove-komunikace.html>
19. <http://en.wikipedia.org/wiki/ZigBee>
20. <http://ece.ut.ac.ir/silab/erahmani/local/pp01.pdf>

Príloha A: Používateľská príručka

A.1 Mobilná aplikácia

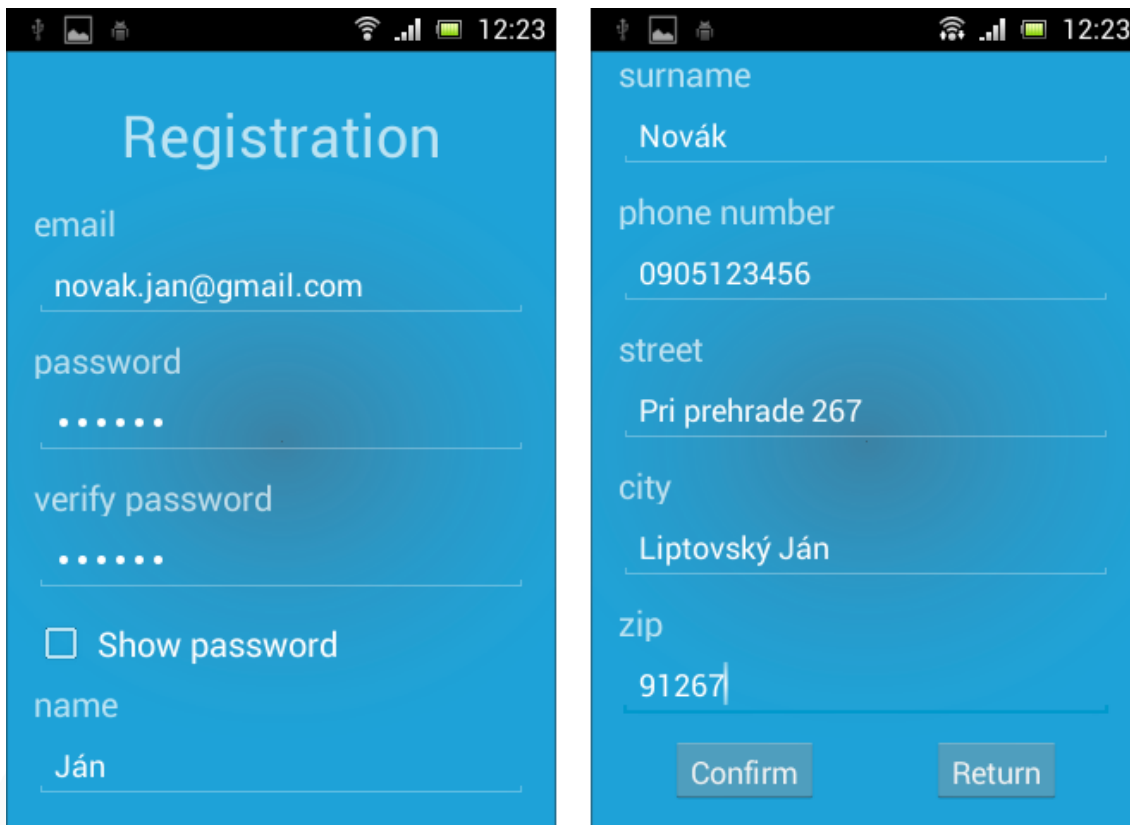
Prvým krokom pre používanie mobilnej aplikácie je jej vyhľadanie na príslušnom portáli aplikácii (Android Market, Windows Phone Market), stiahnutie a inštalácia podľa pokynov uvedených na obrazovke.

Po spustení aplikácie sa zobrazí úvodná obrazovka ponúkajúca možnosť prihlásenia, alebo registrácie nového účtu, pokiaľ používateľ ešte nemá zaregistrovaný svoj účet. V prípade, že používateľ už má vytvorený účet, stačí vyplniť používateľský email a heslo a stlačiť tlačidlo „Log in“.



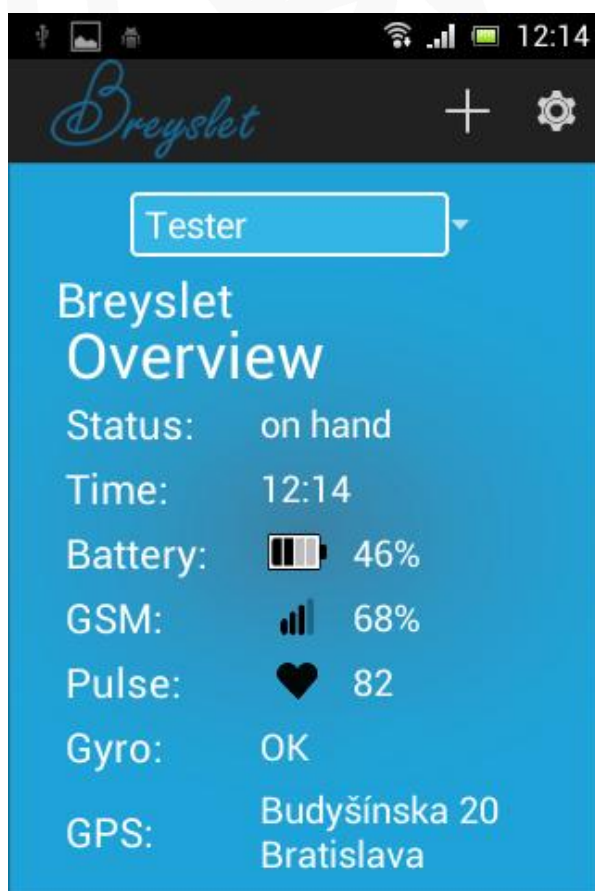
Obr. 21. Prihlásenie používateľa do aplikácie

V opačnom prípade je potrebné kliknúť na tlačidlo „Register new Account“ a vyplniť požadované osobné údaje zahŕňajúce email, heslo a overenie hesla, meno, priezvisko, telefónne číslo a adresu trvalého pobytu. Po ich vyplnení a následnom potvrdení stlačením tlačidla „Confirm“ bude registrácia dokončená a používateľ sa môže s týmito údajmi prihlásiť do aplikácie. Pri stlačení tlačidla „Return“ je možné zrušiť proces registrácie a vrátiť sa na úvodnú obrazovku.



The image shows two screenshots of a mobile application registration form. The left screenshot displays the 'Registration' screen with fields for email (novak.jan@gmail.com), password (masked with dots), verify password (masked with dots), a 'Show password' checkbox, and a name field (Ján). The right screenshot shows the continuation of the form with fields for surname (Novák), phone number (0905123456), street (Pri prehrade 267), city (Liptovský Ján), and zip (91267). At the bottom of the right screenshot are 'Confirm' and 'Return' buttons.

Obr. 22. Registrácia nového účtu

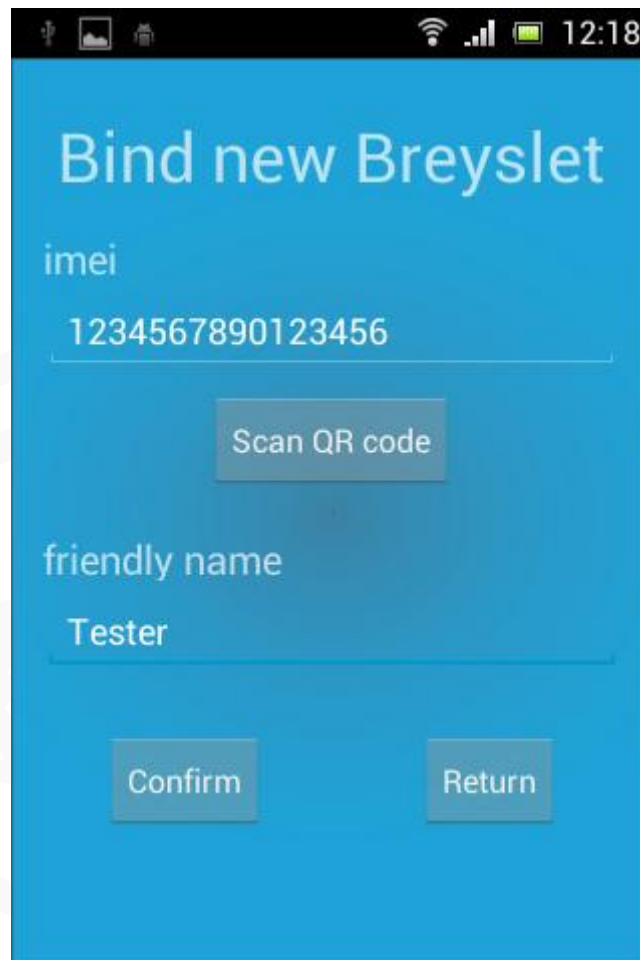


Obr. 23. Obrazovka ponúkajúca prehľad o zvolenom náramku

Po prihlásení sa zobrazí používateľovi obrazovka ponúkajúca základný prehľad o zvolenom náramku Breyslet. Tento prehľad zahŕňa aktuálny stav náramku, čas posledného prijatia dát z náramku, stav batérie, silu signálu GSM modulu v náramku, nameraný pulz, hodnoty senzorov gyroskopu a akcelerometra a aktuálnu polohu zariadenia. Kliknutím na rozbaľovací zoznam je možné zvoliť iný náramok a jemu príslušné údaje.

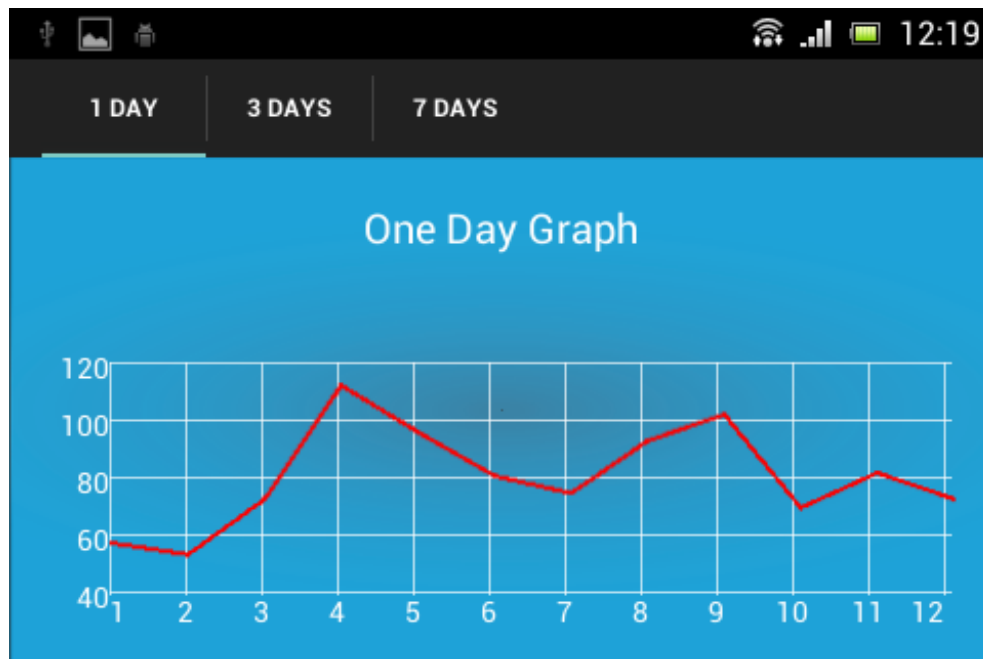
Pokiaľ nie je zatiaľ pridaný žiadny náramok, zobrazí sa výzva na jeho pridanie. Okrem toho je možné náramok pridať aj manuálne, kliknutím na ikonu „+“ v hornom menu aplikácie.

Pridanie náramku sa realizuje zadaním sériového čísla náramku manuálne, alebo jeho načítaním z QR kódu a zvolením názvu popisujúceho dané zariadenie pre jeho jednoduchšiu identifikáciu. Následne stačí stlačiť tlačidlo „*Confirm*“ a proces párovania aplikácie s náramkom je dokončený, alebo sa použitím tlačidla „*Return*“ vrátiť naspäť na obrazovku prehľadu.



Obr. 24. Priradenie nového náramku k používateľovi

Obrazovka prehľadu ponúka pri niektorých zobrazovaných údajoch aj podrobnejšie informácie kliknutím na príslušnú položku. Dostupné sú štatistiky pulzu za určité časové obdobie (deň, 3 dni, týždeň), ktoré sú vyobrazené v prehľadnom grafe. Medzi jednotlivými časovými obdobiami sa presúva potiahnutím obrazovky do strany. Gyroskop ponúka informácie o pohybe monitorovaného človeka, resp. výrazných anomáliách v zrýchlení, čo by mohlo indikovať pád. Po kliknutí na adresu GPS polohy náramku je zobrazená mapa, na ktorej je jasne vyznačený bod reprezentujúci aktuálnu pozíciu zariadenia. Mapu je možné približovať alebo oddiaľovať buď prostredníctvom zobrazených tlačidiel, alebo dvojklikom na obrazovku. Kliknutím na ikonu umiestnenú v pravom hornom rohu mapy je možné zobrazit' svoju vlastnú pozíciu.

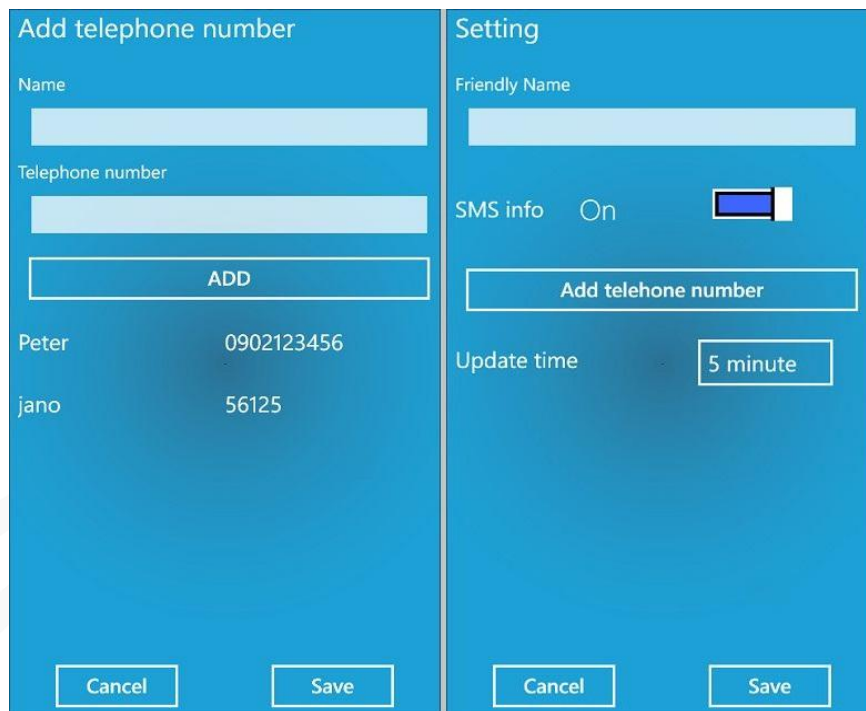


Obr. 25. Štatistiky nameraného pulzu za určité obdobie

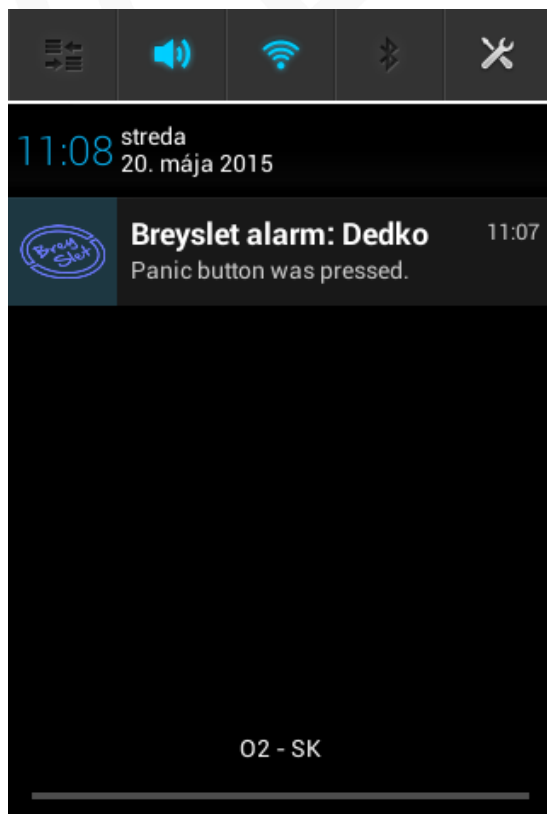


Obr. 26. Mapa s aktuálnou GPS pozíciou náramku

Nastavenia aplikácie ponúkajú možnosť zmeny intervalu zasielania aktualizácií z náramku a taktiež možnosť notifikácií cez SMS. Pre tento druh notifikácie je potrebné vyplniť čísla mobilných zariadení, na ktoré sa budú správy posielat'.



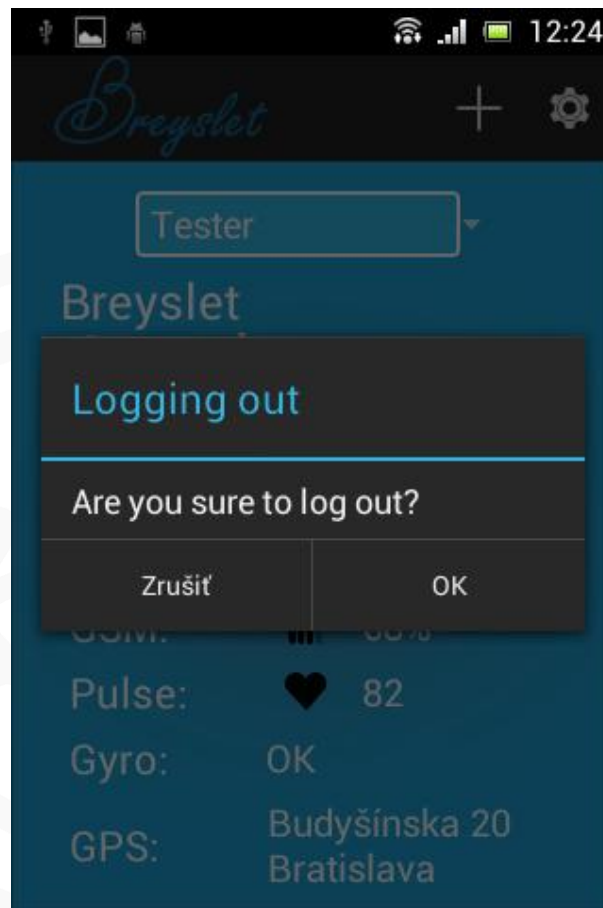
Obr. 27. Pridanie telefónnych čísel pre zasielanie notifikácií a nastavenia aktualizácií



Najdôležitejšou funkcionalitou aplikácie je príjem notifikačných PUSH správ, ktoré obsahujú informácie o poplachu vyvolanom náramkom. Po ich prijatí sa v notifikačnom paneli mobilného zariadenia zobrazí nové oznámenie sprevádzané zvukovým, vibračným i svetelným upozornením. Obsahom tejto notifikácie je informácia o monitorovacom zariadení, na ktorom bol poplach vyvolaný a typ vyvolaného poplachu. Po kliknutí na oznámenie sa vyvolá obrazovka mobilnej aplikácie ponúkajúca prehľad o zvolenom náramku, kde budú zobrazené doplnkové a aktualizované údaje z náramku. Tým sa oznámenie z notifikačného panela odstráni.

Obr. 28. Prijatie notifikácie

Aplikácia taktiež poskytuje bezpečné odhlásenie používateľa. Pokiaľ používateľ stlačí tlačidlo „späť“ na obrazovke ponúkajúcej prehľad, zobrazí sa mu výzva, či je presvedčený o tom, že sa chce z aplikácie naozaj odhlásiť. Po kladnom potvrdení tohto oznámenia začne proces odhlásenia, ktorý vymaže všetky používateľove údaje z aplikácie tak, aby nemohli byť zneužitú neautorizovaným prístupom. Po odhlásení je užívateľ presmerovaný na úvodnú prihlasovaciu obrazovku aplikácie. Celkové ukončenie aplikácie sa realizuje dvojitým kliknutím na tlačidlo „späť“.



Obr. 29. Odhlásenie používateľa