

# **Bezdrátový tisk SMS, poznámek a úkolů pomocí nízko nákladové tiskárny**

Lukáš Juřina



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lukáš Juřina**  
Osobní číslo: **A11117**  
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Bezdrátový tisk SMS, poznámek a úkolů s využitím  
nízkonákladové termotiskárny**

Téma anglicky: **The Wireless Printing of SMSs, Notes and Tasks Using  
Low-cost Thermoprinters**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na téma tvorby vestavěných systémů a Internet věcí (Internet of Things).
2. Analyzujte a srovnajte možnosti platformy Microsoft .NET Micro Framework s obdobnými technologiemi.
3. Navrhněte aplikaci pro bezdrátový tisk SMS, poznámek a úkolů s využitím nízkonákladové termotiskárny.
4. Vytvořte prototyp aplikace.
5. Prezentujte výsledky a proveďte jejich hodnocení.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. DEITEL, Paul a Harvey DEITEL. Visual C# 2012: how to program. Fifth edition. Prentice Hall, 2013, xxxvii, 979 pages. ISBN 01-333-7933-7.
2. PREDKO, Myke. Programming and Customizing the ARM7 Microcontroller. First edition. McGraw-Hill/TAB Electronics, 2011. ISBN 978-0071597579.
3. MALIN, John R. a Sean D. LIMING. Professional's Guide To .NET Micro Framework Application Development. Annabooks, 2012. ISBN 978-0984280193.
4. ARDUINO. Arduino [online]. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <http://www.arduino.cc/>
5. MICROSOFT. .NET Micro Framework [online]. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: [www.netmf.com](http://www.netmf.com)
6. MICROSOFT. .NET Framework and .NET SDKs [online]. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <https://msdn.microsoft.com/en-us/vstudio/aa496123>
7. KUHNER, Jens. Expert .NET Micro Framework. New York: Distributed to the book trade worldwide by Springer-Verlag New York, 2008, xxi, 424 p. ISBN 15-905-9973-0.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Erik Král, Ph.D.

Ústav počítačových a komunikačních systémů

Datum zadání bakalářské práce:

6. března 2015

Termín odevzdání bakalářské práce:

22. května 2015

Ve Zlíně dne 6. března 2015

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
děkan



L.S.

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
ředitel ústavu

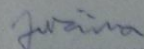
### Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s tím, že vyrovnaní případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### Prohlašuji,

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 27.5.2015

  
.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Cílem této práce bylo navrhnout a implementovat aplikaci na přijímání SMS zpráv, poznámek i úkolů a následně je vytisknout nízko-nákladovou termo tiskárnou. Pro příjem SMS zpráv je nutné přihlásit se do GSM sítě operátora s příslušnou SIM kartou. Pro příjem úkolů a poznámek je nutné vytvořit TCP server a data přenést pomocí GPRS služby.

Klíčová slova: Internet věcí, termo tiskárna, Microsoft .NET micro-framework, GSM, GPRS

## **ABSTRACT**

Aim of this theses was to design and develop application for receiving SMS, notes even tasks and then to print them with low-cost thermal printer. Device has to be connected to GSM network of operator with according SIM card. To obtain tasks and notes, device has to be configured as TCP server and data transferred by GPRS service

Keywords: Internet of Things, thermal printer, Microsoft .NET micro-framework, GSM, GPRS

Chtěl bych poděkovat své rodině za podporu v průběhu studia, protože bez nich bych se studiu věnovat nemohl. Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu své práce panu Ing. Eriku Královi Phd. za pomoc a rady při vypracovávání práce a možnost pracovat na tak zajímavém tématu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

## OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
<b>1 BUŇKOVÉ RÁDIOVÉ SÍTĚ DRUHÉ GENERACE.....</b>	<b>11</b>
1.1 GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS (GSM) .....	11
1.1.1 STRUKTURA SÍTĚ GSM .....	11
1.1.2 KMITOČTOVÁ PÁSMA GSM SLUŽBY A KODEKY HOVORŮ .....	12
1.2 SUBSCRIBER IDENTITY MODUL (SIM) .....	13
1.2.1 INTEGRATED CIRCUIT CARD IDENTIFIER (ICCID).....	14
1.2.2 INTERNATIONAL MOBILE SUBSCRIBER IDENTITY (IMSI) .....	15
1.2.3 AUTHENTICATION KEY ( $K_i$ ) .....	15
1.3 SHORT MESSAGE SERVICE (SMS) .....	16
1.3.1 VELIKOST ZPRÁV .....	16
1.3.2 NESPOLEHLIVOST SMS .....	17
1.3.3 BEZPEČNOSTNÍ SLABINY SMS.....	17
1.3.4 BLESKOVÁ (FLASH) A TICHÁ (SILENT) SMS .....	18
1.4 GENERAL PACKET RADIO SERVICE (GPRS).....	18
1.4.1 PODPOROVANÉ PROTOKOLY .....	18
1.4.2 HARDWAROVÉ TŘÍDY .....	19
<b>2 INTERNET VĚCÍ.....</b>	<b>20</b>
2.1 APLIKACE .....	20
2.2 ADRESOVÁNÍ.....	20
2.3 ZABEZPEČENÍ .....	21
<b>3 MICROSOFT .NET MICRO-FRAMEWORK.....</b>	<b>22</b>
3.1 KNIHOVNY .....	22
3.2 KOMUNIKACE.....	22
3.3 GADGETEER .....	22
3.4 HARDWARE.....	23
<b>4 PLATFORMA ARDUINO .....</b>	<b>24</b>
4.1 HARDWARE.....	24
4.2 LADĚNÍ APLIKACE .....	24
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>25</b>
<b>5 SROVNÁNÍ PLATFOREM .....</b>	<b>26</b>
5.1 CENA .....	26
5.2 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ A PROGRAMOVACÍ JAZYK .....	28
<b>6 MOŽNÉ VYUŽITÍ APLIKACE.....</b>	<b>29</b>
<b>7 NÁVRH APLIKACE .....</b>	<b>30</b>
<b>8 IMPLEMENTACE APLIKACE .....</b>	<b>34</b>
8.1 SEKVENCE PO SPUŠTĚNÍ ZAŘÍZENÍ.....	34
8.2 KOMUNIKACE S TISKÁRNOU .....	34
8.3 OBSLUHA GSM SLUŽBY .....	38

8.4	OBSLUHA GPRS SLUŽBY.....	38
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>42</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>44</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>47</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>48</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>49</b>



## ÚVOD

V teoretické části této práce bude popsáno co jsou Buňkové sítě druhé generace a k čemu slouží. Služba GSM, která se využívá pro obsluhu hovorů a SMS zpráv z mobilních zařízení a její struktura.

Také bude popsána SIM karta, která je nutná pro přihlášení se do buňkových sítí druhé generace a tím využití služeb GSM a GPRS. U SIM karty budou popsány jaké identifikační klíče SIM karta ukládá a k čemu se používají, postup jakým se ověřuje SIM karta v síti operátora. Dále bude také popsána SMS zpráva a jak se určuje maximální velikost zprávy, jakým způsobem je kódována a proč. Její bezpečnostní rizika a další dvě podoby zpráv.

Dále bude popsána služba GPRS, která se používá pro paketový přenos mezi mobilním zařízením a Internetem. Jaké protokoly je možné u ní využít a do jakých tříd se dělí zařízení využívající obě služby.

Poté bude vysvětlen pojem Internet věcí a jaké možnosti poskytuje, odhady jak bude růst a hlavně jeho bezpečnostní rizika a možnosti zneužití třetími stranami.

V další části práce bude popsán mnou použitý Microsoft .NET Micro-Framework a hardware a také bude popsána platforma Arduino a její možnosti.

V praktické části práce budou porovnány obě zmíněné platformy, jejich možnosti softwarové a hardwarové a také možnosti vývojových prostředí. Také budou cenově porovnány na příkladu.

Poté popíšu možnosti využití aplikace. Jaké možnosti zjednodušení organizace a komunikace nabízí.

Poté bude popsána navrhovaná logika aplikace a také její samotná implementace.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 BUŇKOVÉ RÁDIOVÉ SÍTĚ DRUHÉ GENERACE

Také známá jako mobilní síť, je rádiová telekomunikační síť v rozlehlejší oblasti, která je zajištěna množstvím fixních základových stanic. Základové stanice svým dosahem vytvoří soustavu vzájemně se překrývajících malých buněk. Každá buňka používá jinou množinu frekvencí od sousedních buněk, aby se vyvarovalo interferenci a tím zajistila přenosová rychlost v každé buňce.

Při vzájemném propojení těchto buněk se dosáhne pokrytí rádiovým signálem velké oblasti. To umožní velkému počtu mobilních zařízení (telefony, tablety a další zařízení, která jsou vybavena přijímačem a vysílačem, schopným operovat na určitých frekvencích) aby mohli spolu komunikovat kdekoli v síti přes základové stanice. Tato komunikace není přerušena ani když je mobilní zařízení ve více jak jedné buňce.

### 1.1 Global System for Mobile Communications (GSM)

Je standard vytvořen pro popis protokolů druhé generace (2G) digitálních buňkových radiových sítí pro mobilní telefony. Je náhrada první generace (1G) analogových buňkových sítí. GSM je optimalizováno pro plně duplexní přenos hlasových hovorů. To bylo časem vyvinuto dále a přidán datový přenos GPRS. Vytvořen Evropským Institutem pro Telekomunikační Standardy (ETSI). [1]

#### 1.1.1 Struktura sítě GSM

- Base station Subsystem (BSS) – Je sekce buňkové telefonní sítě a je zodpovědná za řízení provozu, signalizace mezi mobilním zařízením a NSS. Také provádí kódování a dekodování kanálů pro mluvení, alokaci rádiových kanálů pro mobilní zařízení, paging, přenos a další úkoly.
- Network Switching Subsystem (NSS) – Je komponent GSM systému zajišťující přepínání hovorů a management funkce při pohybu mobilního zařízení po sítích. Je vlastněn a vyvíjen mobilními operátory a dovoluje mobilním zařízením komunikovat spolu mezi sebou ve větší veřejné telefonní síti. Dříve se NSS skládal z obsluh pro GSM služeb (hovory, SMS a přepínání okruhů pro přenos dat). Časem bylo rozšířeno o podporu GPRS služeb (WAP, MMS a Internet).
- Jádro sítě GPRS – Je centrální část GPRS, která dovoluje 2G, 3G a WCDMA mobilním sítím přenášet IP pakety do externí sítě jako je Internet.

- Operations Support System (OSS) – Je část pro management mobilních sítí.  
Zahrnuje:
  - Pasivní monitoring – Sledování událostí, logů atd.
  - Aktivní monitoring – Měření výkonostních uživatelů, cyklické testy
  - Správa – Konfigurace zařízení a aplikací
  - Reporting – Historická i aktuální data [2]

### 1.1.2 Kmitočtová pásma GSM služby a kodeky hovorů

*Tabulka 1- Přehled frekvenčních pásem GSM [3]*

Systém	Pásmo	Uplink(MHz)	Downlink(MHz)	Číslo kanálu
T-GSM-380	380	380.2-389.8	390.2 – 399.8	dynamic
T-GSM-410	410	410.2 – 419.8	420.2 – 429.8	dynamic
GSM-450	450	450.6 – 457.6	460.6 – 467.6	259 – 293
GSM-480	480	479.0 – 486.0	489.0 – 496.0	306 – 340
GSM-710	710	698.2 – 716.2	728.2 – 746.2	dynamic
GSM-750	750	777.2 – 792.2	747.2 – 762.2	438 – 511
T-GSM-810	810	806.2 – 821.2	851.2 – 866.2	dynamic
GSM-850	850	824.2 – 849.2	869.2 – 893.8	128 – 251
P-GSM-900	900	890.0 – 915.0	935.0 – 960.0	1 – 124
E-GSM-900	900	880.0 – 915.0	925.0 – 960.0	975 – 1023, 0 - 124
R-GSM-900	900	876.0 – 915.0	921.0 – 960.0	955 – 1023, 0 - 124
T-GSM-900	900	870.4 – 876.0	915.4 – 921.0	dynamic
DCS-1800	1800	1710.2 – 1784.8	1805.2 – 1879.8	512 – 885
PCS-1900	1900	1850.2 – 1909.8	1930.2 – 1989.8	512 – 810

GSM-850 a PCS 1900 jsou používány v Severní a Latinské Americe. E-GSM-900 a DCS-1800 jsou zase využívány v Evropě, Středním Východě a Africe.

V dnešní době se využívá Adaptive Multi-Rate (AMR) zvukový kodek. Ten má 14 módů, kde 8 je dostupných ve full rate kanálech (FR) a 6 módů na half rate (HR) kanálech.

*Tabulka 2 - Přehled módů AMR [4]*

Mód	Bitrate (kbit/s)	Kanál
AMR_12.20	12.20	FR
AMR_10.20	10.20	FR
AMR_7.95	7.95	FR/HR
AMR_7.40	7.40	FR/HR
AMR_6.70	6.70	FR/HR
AMR_5.90	5.90	FR/HR
AMR_5.15	5.15	FR/HR
AMR_4.75	4.75	FR/HR
AMR_SID	1.80	FR/HR

Použití AMR vyžaduje optimalizovanou linkovou adaptaci, která vybírá nejlepší mód kodeku pro potřeby lokálního kanálu a jeho kapacity. Tedy pokud jsou rádiové podmínky špatné, je sníženo kódování zdroje zprávy a zvýšeno kódování kanálu. To zvýší kvalitu a robustnost kanálu za cenu čistoty hlasu.

Vzorkovací frekvence kodeku je 8kHz/13-bit, filtrovaných na 200-3400 Hz.

## 1.2 Subscriber Identity Modul (SIM)

Je integrovaný obvod obsahující síťově-specifické informace k ověření a identifikaci odběratele v síti. Nejdůležitější jsou Integrated Circuit Card Identifier (ICCID), International Mobile Subscriber Identity (IMSI), Authentication Key ( $K_i$ ), Local Area Identity (LAI) a Operátorovy specifické nouzové čísla. SIM dále nese jiná, pro nosič

specifická data jako Short Message Service Center (SMSC) číslo, Service Provider Name (SPN), Service Dialing Numbers (SDN), parametry Advice of Charge (AOC) a Value Added Service (VAS ).

SIM karty se vyrábí v různých datových kapacitách, od 32KB do 128gKB. Všechny povolují až 250 kontaktů uložených na kartě, ale 32KB verze má místo pro 33 Mobile Network Code (MNC) neboli síťových identifikátorů.

### **1.2.1 Integrated Circuit Card Identifier (ICCID)**

Mezinárodní identifikační číslo integrovaného obvodu je uloženo v SIM a vyraženo či vytištěno na SIM kartě samotné v průběhu procesu zvaného personalizace.

ICCID je až 22 číselný kód, složený z částí:

#### **Issuer Identification Number (IIN)**

Maximum 7 číslic:

- Major Industry Identifier (MII), 2 fixní číslice, 89 pro telekomunikace
- Kód země, 1-3 číslice
- Identifikace vydavatele, 1-4 číslice

#### **Individuální účetní identifikační číslo**

- Délka je proměnná, ale všechny čísla pod jedním IIN mají stejnou délku.

#### **Kontrolní číslice**

- Vypočítána z ostatních číslic pomocí Luhnova algoritmu.

### 1.2.2 International Mobile Subscriber Identity (IMSI)

Podle IMSI jsou SIM karty identifikovány na sítích jednotlivých operátorů. Mobilní operátoři podle IMSI spojují mobilní telefonáty a komunikují se svými SIM kartami. Vzhledem k odposlechům.

Formát je:

- Mobile Country Code (MCC) - 3 číslice
- Mobile Network Code (MNC) - 2 číslice Evropa (3 číslice Severní Amerika)
- Mobile Subscriber Identification Number (MSIN), většinou 15 číslic unikátních v rámci sítě operátora

### 1.2.3 Authentication Key ( $K_i$ )

Je většinou 128-bitová hodnota, použitá při ověřování SIM v mobilní síti. Každá SIM má unikátní  $K_i$  přiřazen v průběhu personalizačního procesu.

Ověřovací proces:

1. Mobilní zařízení po nastartování získá IMSI ze SIM karty a pošle ho operátorovi s požadavkem o ověření a připojení do sítě. K dostání IMSI může SIM požadovat PIN (podle nastavení).
2. Operátorova síť vyhledá v databázi IMSI a jí přiřazený  $K_i$ .
3. Operátorova síť poté vygeneruje náhodné číslo (které je nonce, číslo pouze k jednomu použití) a podepíše jej s  $K_i$ , které je v databázi spojené s IMSI a dostane číslo známé jako Podepsaná Odpověď 1 (Signed Response 1, SRES\_1).
4. Operátorova síť pošle vygenerované náhodné číslo mobilnímu zařízení a to je předá SIM kartě. SIM karta jej podepíše svým  $K_i$  a tím vytvoří SRES\_2, který je předán mobilnímu zařízení se šifrovacím klíčem  $K_C$ . Mobilní zařízení pošle SRES\_2 operátorově síti.
5. Operátorova síť porovná vypočítaný SRES\_1 a získaný SRES\_2. Pokud si čísla odpovídají, SIM je ověřena a je povolen přístup do sítě.  $K_C$  je použit k šifrování veškeré další komunikace. [5]

### 1.3 Short Message Service (SMS)

Je textová doručovací služba telefonu, Webu nebo mobilního komunikačního systému. Využívá standardizované komunikační protokoly aby mohla pevná linka nebo mobilní telefon vyměňovat krátké textové zprávy.

Zprávy jsou posílány na Short Message Service Center (SMSC), které poskytuje „ulož a přepošli“ mechanismus. To se pokusí poslat zprávu na SMSC příjemce. Pokud příjemce není dostupný, tak je zpráva vložena do fronty pro pozdější pokus o znovu doručení.

Některé SMSC nabízí také „pošli a zapomeň“ možnost kde pokus o doručení je pouze jeden. Jsou podporovány mobilem ukončovací operace (Mobile Terminated, zprávy posílány na mobilní zařízení) i mobilem pocházející (Mobile Originated, zprávy posílány z mobilního zařízení).

#### 1.3.1 Velikost zpráv

Zprávy jsou posílány přes MAP(Mobile Application Part) MO- a MAP MT-ForwardSM operace, jejichž zatížení je limitováno signálním protokolem na 140 bytů. Zprávy mohou být zakódovány několika abecedami:

- GSM 7-bit - Výchozí pro kódování, všechny znaky anglické abecedy, délka zprávy až 160 znaků
- GSM 8-bit - Uživatelsky specifická abeceda, délka zprávy až 140 znaků
- 16-bit UCS2 – speciální abecedy jako je Arabská, Čínská, Japonská a Cyrilické abecedy, délka zprávy až 70 znaků

V Březnu 2008 byla přidány Národní jazykové posunovací tabulky (National Language Shift Tables). Tyhle tabulky dovolují použití různých znakových sad podle jazyka, ve kterém bude text napsán. Volba je zvolena v Uživatelské Datové Hlavičce (User Data Header) sekci SMS zprávy a může být pro celý text (Zamykací posunovací tabulka nahradí standardní GSM 7-bit výchozí abecední tabulku) nebo pro jeden znak (Jedna posunovací tabulka nahradí standardní GSM 7-bit výchozí rozšiřovací abecední tabulku). V jedné zprávě je možné přehodit obě tabulky, tedy abecední i rozšiřovací.

Využitím posunovací tabulky může zpráva stále využívat 7-bit kódování a přitom využít příslušné speciální znaky. Tím zpráva může mít délku 155 znaků ve 136 bytech (4 byty



jsou Uživatelská Datová Hlavička, pro označení posunovací tabulka a kódu jazyka). Při změně obou tabulek je možno využít až 150 znaků ve 132 bytech( 2\*4 byty, dvě Uživatelské Datové Hlavičky).

Pro většinu Středoevropských jazyků ovšem posunovací tabulky nejsou vytvořeny. Takže pokud se ve zprávě objeví znak, který nelze interpretovat pomocí 7-bit abecedy a její rozšiřující tabulky, je celá zpráva překódována do UCS-2 16-bit a tím snížena velikost zprávy na polovinu.

Při posílání obsahu ve více zprávách dochází ke snížení počtu znaků o další byty, protože v Uživatelské Datové Hlavičce je nutno indikovat pořadí zpráv.[6]

### 1.3.2 Nespolehlivost SMS

Doručování zpráv je „best-effort“, to znamená že nejsou žádné zaručení, že zpráva příjemci skutečně přijde. Ale zpoždění nebo úplná ztráta zprávy je spíš vzácná, týká se méně jak pěti procent zpráv.

Někteří poskytovatelé povolují hlášení o doručení, ale význam může být od dosažení sítě, vložení do řady pro poslání, odesláno nebo potvrzení od přijímacího zařízení, že zpráva byla doručena. Bohužel odesílatel není informován, kterého stavu bylo přesně dosaženo a také chybí mechanismus, který by odesílateli oznámil jestli byla SMS doručena včas.

SMS zprávy jsou brány jako nižší priorita komunikace než hlasová komunikace. Proto použití komunikace přes SMS zprávy v době nějaké krize bylo ostře kritizováno.

### 1.3.3 Bezpečnostní slabiny SMS

Vzdušná komunikace přes GSM službu je volitelně šifrovaná pouze mezi mobilním zařízením a základní stanicí. Ta je šifrována slabou a prolomenou proudovou šifrou (A5/1 nebo A5/2). Ověření je jednostranné a také náchylné. Je tu více bezpečnostních slabin pro GSM službu, které jsou přeneseny na SMS zprávy. SMS zprávy mají ještě další bezpečnostní slabiny extra kvůli uložit-a-pošli mechanismu a problému falešných SMS, které mohou být provedeny přes internet. Když uživatel služby cestuje do zahraničí (roaming), obsah SMS cestuje přes různé sítě, možná i přes Internet, a tím je vystaven různým slabinám a útokům. Další znepokojení vyvstane, když se protivník dostane k telefonu a přečte si nechráněné zprávy.

### 1.3.4 Blesková (flash) a tichá (silent) SMS

Blesková SMS zpráva je typ, který se objeví přímo na hlavní obrazovce zařízení a bez uživatelského příkazu se automaticky neuloží do paměti. Vhodné pro stavy nouze jako je požár nebo doručení jednorázového hesla.

Tichá SMS neboli tajný ping (stealth ping) se využívá k získání informací o poloze osoby a tím získání pohybového profilu osoby. Při přijetí nepustí žádný zvukový signál ani se nezobrazí. Jejich hlavním cílem bylo doručit uživateli speciální služby z operátorovy sítě do jakéhokoli mobilního zařízení. Mobilní poskytovatelé, většinou na žádost policie, zachytí data o odběrateli jako je identifikační IMSI. [7]

## 1.4 General Packet radio service (GPRS)

Je paketově orientovaná mobilní datová služba fungující na 2G a 3G buňkových sítích GSM. GPRS je spravována 3rd Generation Partnership Project (3GPP).

GPRS je nezaručená (tzv. best-effort) služba (není garantováno doručení dat příjemci, odesílatel není informován o úspěšném doručení dat)[best-effort], to znamená proměnou propustnost a odezvu v závislosti na počtu uživatelů využívajících službu v danou chvíli.

### 1.4.1 Podporované protokoly

- Internet Protocol (IP) – mobilní prohlížeče využívají IPv4
- Point-to-Point Protocol (PPP) – Využit pokud je mobilní zařízení využito jako modem pro připojený počítač, PPP tuneluje IP do mobilního zařízení. To dovolí aby IP byla přiřazena dynamicky (IPCP místo DHCP) pro mobilní zařízení.
- X.25 připojení – využívá se typicky pro bezdrátové platící terminály, ale bylo odstraněno ze standardu.

### 1.4.2 Hardwarové třídy

Zařízení podporující GPRS jsou rozděleny do tří tříd:

- Třída A – Zařízení může být připojeno k GPRS službě a GSM službě současně.
- Třída B – Zařízení může být připojeno k GPRS službě a GSM službě, ale může aktivně využívat pouze jednu. Při využívání GSM služby (volání, SMS) je GPRS služba suspendována a zapnuta poté, co GSM služba ukončí svou činnost.
- Třída C – Zařízení je připojeno k GSM službě nebo GPRS službě. Musí být manuálně přepnuto z jedné služby na druhou.

Skutečná třída A vyžaduje vysílání/přijímání signálu na 2 různých frekvencích, takže dvě rádia. To je drahé a proto se využívá u takových zařízení Dual Transfer Mode (DTM). Zařízení podporující DTM může používat současně GSM službu a GPRS službu, se síťovou koordinací aby nebyly použity dvě různé frekvence k přenosu dat ve stejnou chvíli. Takové zařízení jsou nazývány pseudo-třída A. [8]

## 2 INTERNET VĚCÍ

Neboli Internet of Things (IoT), je síť fyzických objektů vestavěných s elektronikou, softwarem, senzory a připojením, aby mohlo být dosaženo větší hodnoty a služeb díky výměně dat s výrobcem, operátorem nebo další připojeným zařízením. Každá věc je jednoznačně identifikovatelná v jejím embedded systému, ale je zároveň schopna spolupracovat v rámci existující Internetové infrastruktury.

Termín Internet věcí byl prvně dokumentován britským vizionářem Kevinem Ashtonem v roce 1999. IoT má nabídnout pokročilé propojení zařízení, systémů a služeb, které jde za machine-to-machine (M2M) komunikaci a zahrnuje různé protokoly, domén a aplikací. Vzájemné propojení mezi těmito zařízeními (včetně chytrých „smart“ objektů) by mělo uvést automatizaci skoro ve všech odvětvích, přičemž dovolovat pokročilou aplikaci jako Chytrá síť (Smart Grid). [9]

### 2.1 Aplikace

Schopnost síťových embedded zařízení s limitovaným CPU, pamětí a omezeným zdrojem napájení znamená, že IoT nachází aplikaci skoro ve všech odvětvích. Takové systémy by mohly být využity pro sbírání informací o nastavení od přírodních ekosystémů až po budovy a továrny, takže aplikace v odvětví snímání životního prostředí a územního plánování. Na druhou stranu by IoT systémy mohly být zodpovědné nejen za sběr dat, ale také provádění akcí. Jako například chytré nákupovací systémy, které by sledovaly pomocí telefonu uživateli nákupovací zvyky v obchodě. Poté by tento uživatel mohl být osloven speciální nabídkou na jeho oblíbený produkt či dokonce umístění potřebných a chybějících věcí, které by jejich lednička dopravila automaticky do telefonu. Další příklady s měřením a ovládáním se odrážejí v aplikacích, pracujících s teplotou, elektřinou, managementem energií a systémy pro loď dopravu.

### 2.2 Adresování

Původní nápad Auto-ID centra je založena na RFID známkách a jejich unikátní identifikaci přes Electronic Product Code (EPC), ale to bylo vyvinuto v přiřazování objektům IP adresy či URI.

Další pohled na adresování se zaměřuje místo na adresování či pojmenovávání všech věcí (ne jen elektronických, inteligentních či RFID schopných) skrze existující pojmenovovací protokoly jako URI. Objekty samotné nekomunikují, ale mohou být odkazovány pomocí jiných agentů, jako jsou výkonné centralizované servery zastupující své lidské vlastníky.

Podle Garter Inc. (technologická poradenská a výzkumná společnost) odhaduje na 26 bilionů zařízení na IoT v roce 2020. Podle ABI Research by mělo toto číslo být dokonce větší, a to přes 30 bilionů zařízení.

Integrace zařízení s Internetem vede k použití IP adresa jako unikátního označení zařízení. To je limitováno kapacitou IPv4 (možnost 4.3 bilionu unikátních adres), proto budou muset objekty v IoT využívat IPv6.

## 2.3 Zabezpečení

Kolem IoT panují obavy o bezpečnost, kvůli jeho rapidnímu rozvoji bez patřičných regulí. Hlavně zařízení připojená k Internetu mohou jsou náchylná na kybernetické útoky, které by se mohly stát častější a také i nebezpečné fyzicky, nejen virtuálně. Joseph Steinberg popisuje ve vydání Forbes z ledna 2014, jak televize, senzory a termostaty a jiné mohou ledovat lidi ve vlastní domácnosti [10]. Ale také počítačem řízené části automobilů (brzdy, motor, zámky, topení a další) byly prokázány jako náchylné k útoku, pokud se útočník dostane do sítě automobilu.

V článku na serveru Wired, ve kterém byl dotazován ředitel CIA David Patreus, popisuje Patreus, jak jednoduché bude identifikovat a sledovat jejich cíle. Patreus popisuje, jak odpadá nutnost dávat štěnice či někoho sledovat, když při používání „chytrého domu“ budete posílat data o své lokaci, které může tajná služba lehce odchytil v reálném čase, když použijete aplikaci na zvýšení intenzity světla v obývacíku. [11]

### 3 MICROSOFT .NET MICRO-FRAMEWORK

.NET Micro Framework (také nazýván netmf) je open-source platforma k vývoji embedded aplikací pomocí jazyka C# ve vývojových prostředích Microsoft Visual Studio. K tomu je potřeba zakoupení základní desky, která podporuje .NET Micro-Framework. [12]

#### 3.1 Knihovny

Implementuje několik standardních tříd .NET Micro-Frameworku pro vlákna, kontejnery, TCP/IP, HTTP(S), SSL, IO, XML parsování, zdroje a text. Pak třídy pro hardware, nízko úrovněvé komunikační protokoly, kryptografii, dotekové panely a Webové služby. [netmf]

#### 3.2 Komunikace

UART/USART, I2C, SPI, USB, podpora pro přidání 802.11. Pro Webové a Síťové služby jsou možné TCP/IP, HTTP, SSL, DPWS (Device Profile for Web Services, např. SOAP na HTTP). Wi-Fi přes nepoužívanější 802.11 a časová synchronizace přes SNTP.

Základových desek je víc a různé desky nemusí být vybaveny všemi protokoly.

#### 3.3 Gadgeteer

Je open-source toolkit na vytváření zařízení využívajících platformy .NET Micro-Frameworku. Gadgeteer usnadňuje zapojení desky a modulů do sebe díky jeho grafickému znázornění zapojení (při zapojování modulu do desky ukazuje, do kterého soketu na základové desce je zapojit). Dále není možné se splést v zapojení, protože jsou využity konektory, které nelze zapojit jinak než jedním způsobem a tím se dá velice dobře zabránit třeba nechtěnému spojení napájecího a zemnicího kabelu.

Pro zobrazení samotného modulu je nutné nainstalovat knihovny pro daný modul od výrobce. Je nutné mít také odpovídající verzi .NET Micro-Frameworku, protože některé moduly nemusí fungovat na nejnovějším anebo zase nebudou fungovat na starším. O tom vás ale Gadgeteer informuje již při přidání modulu do projektu. Díky grafickému zapojení, je vše jasné a také odpadá nutnost definovat sokety, na kterých jsou různé moduly připojeny. Tohle je řešeno přímo Gadgeteerem tak, že po přidání modulu do prostředí aktualizuje generovanou část kódu, kde jsou právě definovány sokety daných zařízení a po

připojení zařízení do soketu, jen přiřadí nový soket. To samé nastane i při přesunutí modulu z jednoho soketu do druhého.

Gadgeteer také má možnost Connect All, kdy připojí všechny moduly vložené do grafického prostředí na základovou desku. Jediný napájecí modul se musí vždy připojit na soket číslo 1.

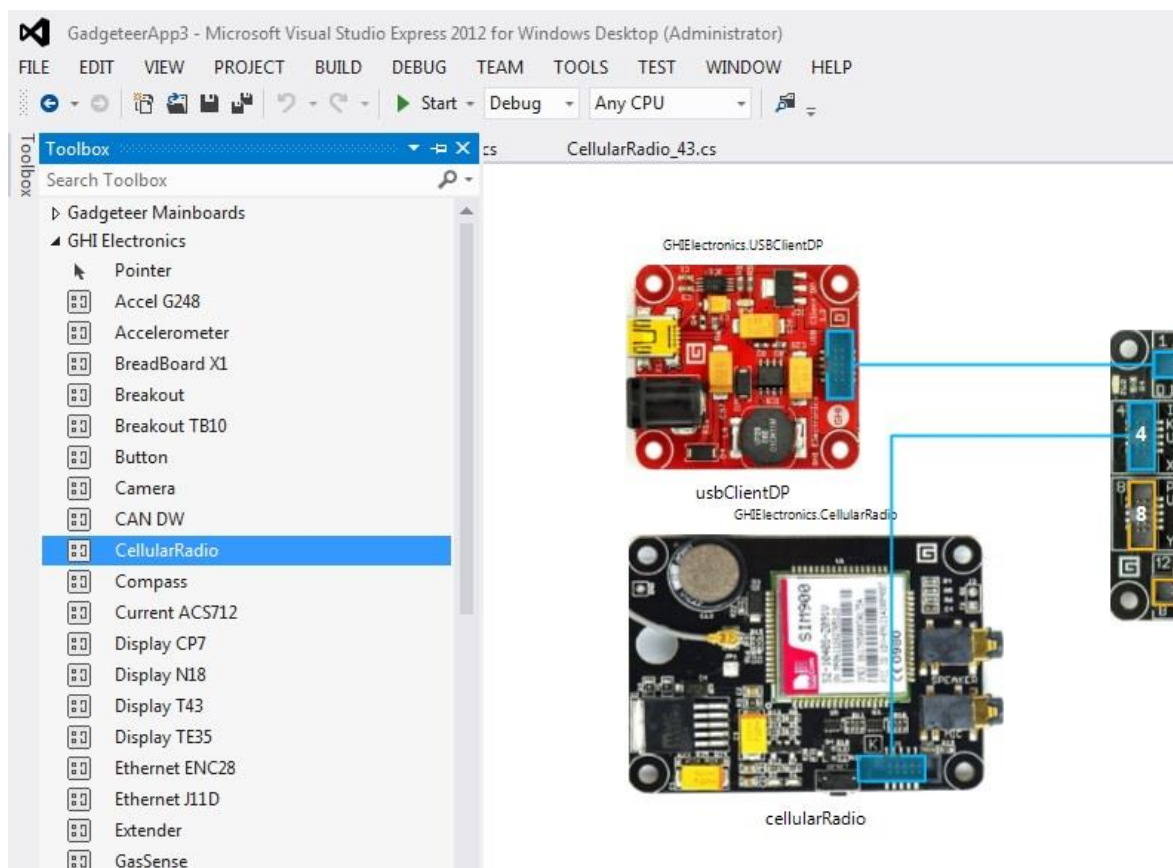
### 3.4 Hardware

Systém s .NET Gadgeteerem je složen ze základové desky, obsahující integrovaný procesor, a množství modulů, které jsou připojeny k základové desce přes jednoduchý plug-n-play interface.

V dnešní době existuje již mnoho modulů podporující Gadgeteer jako například kamery, displeje, síťové prvky, různé senzory a další.

Každý modul má určitý soket, do kterého může být připojen. Na základové desce jsou tyto sokety napsány a očíslovány.

Grafické znázornění zapojení desky a připojených modulů vypadá poté takto:



Obrázek 1 – Grafické znázornění zapojení

## 4 PLATFORMA ARDUINO

Je open-source platforma pro vývoj embedded aplikací jako .NET Micro-Framework, ale vývoj je v období jazyka C nebo C++. K tomu je potřeba zakoupení základové desky podporující Arduino platformu. Aplikace jsou vyvíjeny v Arduino Software (IDE), také je možnost využít prostředí Eclipse s pluginem pro Arduino. [13]

### 4.1 Hardware

Arduino disponuje větším výběrem základových desek. Některá deska se více hodí k vývoji Webových aplikací, protože má již integrovaný ethernetový konektor (například Arduino Ethernet ) a další deska (například LilyPad Arduino ) se zase hodí pro vývoj nositelných zařízení. Podle toho se také liší možnosti komunikace a podporované protokoly.

Arduino disponuje také velkým výběrem modulů ( Arduino Shields ), které mohou funkce a možnosti určité desky rozšířit, pokud je příslušná deska schopna s tímto modulem komunikovat.

### 4.2 Ladění aplikace

Možnost debugování, krokování, aplikace je jeden z nástrojů velice nápomocný při vývoji aplikace a hledání chyb ve zdrojovém kódu. U platformy Arduino je ale tato funkce hůře dosažitelná.

Pro hardwarové debugování je nutné si dokoupit rozšiřovací modul a poté upravit základovou desku aby byl dostupný.

Také je možnost softwarového debugování. Ta funguje na principu v místě zastavení aplikace (Break point) je vyvolána nekonečná smyčka a poté po sériové komunikaci jsou zjištěny hodnoty proměnných.

Obě varianty ladění jsou ovšem zpoplatněny. U softwarové verze je to kvůli samotné komunikaci, která není open source.



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 SROVNÁNÍ PLATFOREM

V této budou srovnány platformy Arduino Microsoft .NET Micro Framework. Srovnání bude cenové, které předvedu na ceně samotných modulů a dalších částí potřebných k složení zařízení k plnění funkce popsané v této práci. Poté budou platformy srovnány i z pohledu softwarového. Porovnam také vývojové prostředí obou platforem.

Poté bude popsáno kde a komu by mohla aplikace být užitečná. Budou popsány aj důvody proč by mohla být užitečná a jak by mohla zjednodušit komunikaci a organizaci.

Dále bude popsán vývoj a návrhnuté chování aplikace. Bude přesněji rozebrán postup při obsluze GPS a GPRS služeb a komunikace s tiskárnou. Poté bude popsáno jak je možné toto chování implementovat. Bude popsána komunikace s cellularRadio modulem a postup pro získání SMS zpráv a jakým způsob je řešena problematika nově příchozí SMS zprávy. Také bude popsáno připojení do služby GPRS a její nastavení a samotné vytvoření TCP serveru na cellularRadio modulu. Také bude popsáno a na schématech znázorněno spojení tiskárny se samotnou základovou deskou. Poté bude popsána samotný průběh navázání komunikace desky s tiskárnou.

### 5.1 Cena

Pro srovnání byla vybrána základová deska FEZ Cerberus, nejméně vybavená desku pro .NET Micro-Framework. Za Arduino byla vybrána Arduino MEGA 2560 [17] , protože je jedna z lépe vybavených a disponuje větší kapacitou paměti.

Tabulka 3 - Srovnání cen

	FEZ Cerberus	Arduino MEGA 2560
Procesor	<b>168 MHz, 32-bit ARM Cortex-M4</b>	<b>ATmega2560, 8-bit Atmel</b>
Flash paměť	384 KB	248 KB
RAM paměť	104 KB	8 KB
GPIO	44	54
UART	2	4
GSM a GPRS	Modul (1802,82 CZK) [20]	Modul (1479,00 CZK) [21]
Debug	Hardware	Není v základu
Pracovní napětí	3V3, 5V	3V3, 5V
Napájení	USB DP modul Client 7-30V	7-12V
Cena	750,30 CZK + 599,94 CZK napájecí modul	369,45 CZK
Tiskárna	1 399 CZK + extender modul 103,75 CZK	1 399 CZK
Součet	4655,81 CZK	3247,45 CZK

Původně byla vybrána k porovnání s FEZ Cerberem [18] deska Arduino DUE, která je vybavena procesorem 32-bit ARM Cortex-M3 a pracuje s operačním napětím 3V3, ale GSM modul vyžaduje k funkci 5V operační napětí a proto byla vybrána zmíněná Arduino MEGA 2560, která splňuje tento požadavek.

Pro tuto práci byl využit stejný modul GSM a GPRS služby, jako je uvedený pro desku FEZ Cerberus. Ale použita byla základová deska FEZ Spider [19], která je vybavena procesorem 32-bit ARM7 72MHz, 4,5 MB flash paměti a 16MB RAM paměti. Také její

cena je pro její vybavení vyšší, přibližně stejná jako zmíněného GSM a GPRS modulu pro .NET Micro-Framework.

## 5.2 Vývojové prostředí a programovací jazyk

Tyto platformy mají odlišné zaměření, protože každá platforma je dělaná pro jiné pole působnosti.

Arduino je zaměřeno spíše na aplikace, při kterých pracuje s menším objemem dat a není nutný velký výpočetní výkon (například řízení autíčka). Tomu odpovídá také vybavení základových desek. Jedná se spíše o 8-bit či 16-bit procesory a menší kapacity RAM a flash pamětí. Nepředpokládá se rozsáhlá aplikace, která sbírá, zpracovává a vyhodnocuje větší objem dat a výsledky přeposílá uživateli, ale spíše aplikace, která má za účel jednu věc dělat stále dokola. Proto se programování složitějších aplikací může stát nepřehledné a v pozdější fázi problematické. Hlavně z hlediska nedostatku kapacity pamětí při využívání webových technologií. Zapojení modulů a jiných rozšiřujících zařízení není tak jednoduché jako u Gadgeteera.

U Gadgeteera od firmy Microsoft se spíše očekávají komplexnější aplikace, a také uživatel si nechce hrát s hardwarem, ale vytvořit robustní a spolehlivý software. Proto jsou desky vybaveny větší kapacitou pamětí a novějšími procesory (samozřejmě s tím stoupá cena základové desky), které spolu s jazyk C# dovolují implementovat velice jednoduše komplexnější projekty. To je potřebné pro funkčnost webových aplikací a také aplikací sbírajících a zpracovávajících data.

Dále je zde možnost debugování, neboli krokování programu při běhu. Tu Arduino platforma kompletně postrádá a dá se částečně vynahradiť výpisem na konzoli.

## 6 MOŽNÉ VYUŽITÍ APLIKACE

Využití vyvinuté aplikace je možné v domácnostech nebo v hlučném prostředí. Jelikož je výstupem vytisknutá informace, je možno si informaci utrhnout a mít ji při sobě. Také se hodí jako záložní zařízení pro jednostrannou komunikaci.

V domácnostech je aplikace využitelná pro tisk nákupního seznamu, seznam domácích prací či upomínek, jídelníček na týden, jako jsou datумы splatnosti složenek.

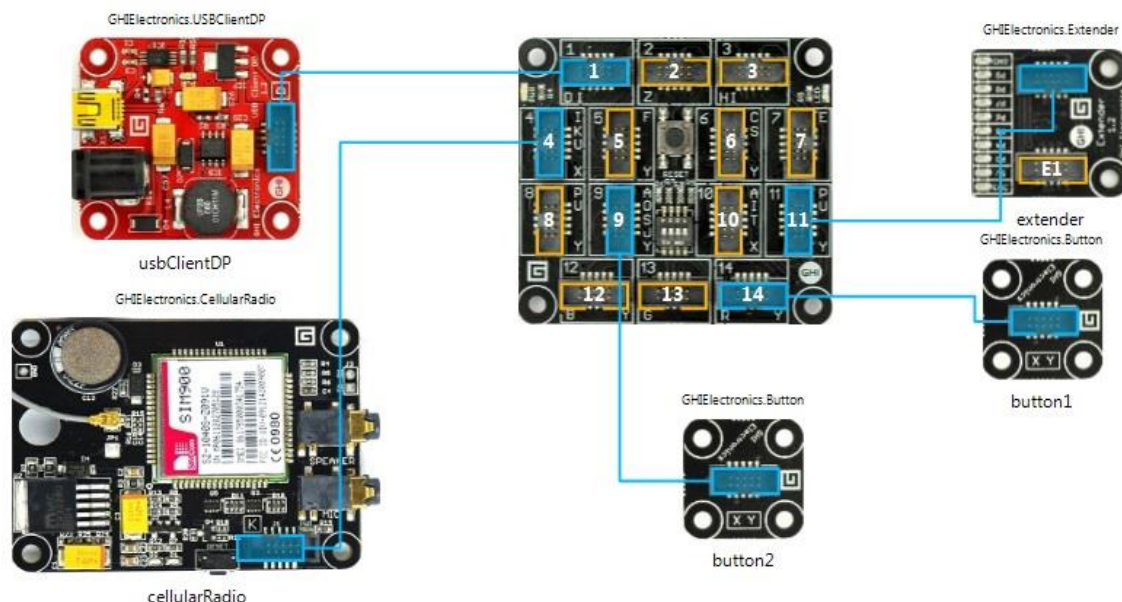
Další využitím je také možnost nahrazení SMS služby úplně pro určité číslo nebo alternativní číslo. Například pokud je dopisovatel nedosažitelný nebo má často vyplý telefon, často je mimo mobilní zařízení, pracuje v hlučném prostředí a neslyší vyzvánění nebo z jiných důvodů na SMS zprávy nereaguje.

Další využití je pro sluchově postižené, kteří neslyší zvukové znamení a blikající LED dioda na mobilním telefonu může být lehce přehlédnuta.

Využití aplikace je možné také pro seniory. Pokud je nějaký senior méně technicky zdatný a mobilní zařízení není schopne ovládnout. Aplikace nabízí jednoduché řešení a odpadá nutnost nějak zdlouhavě vysvětlovat funkci.

## 7 NÁVRH APLIKACE

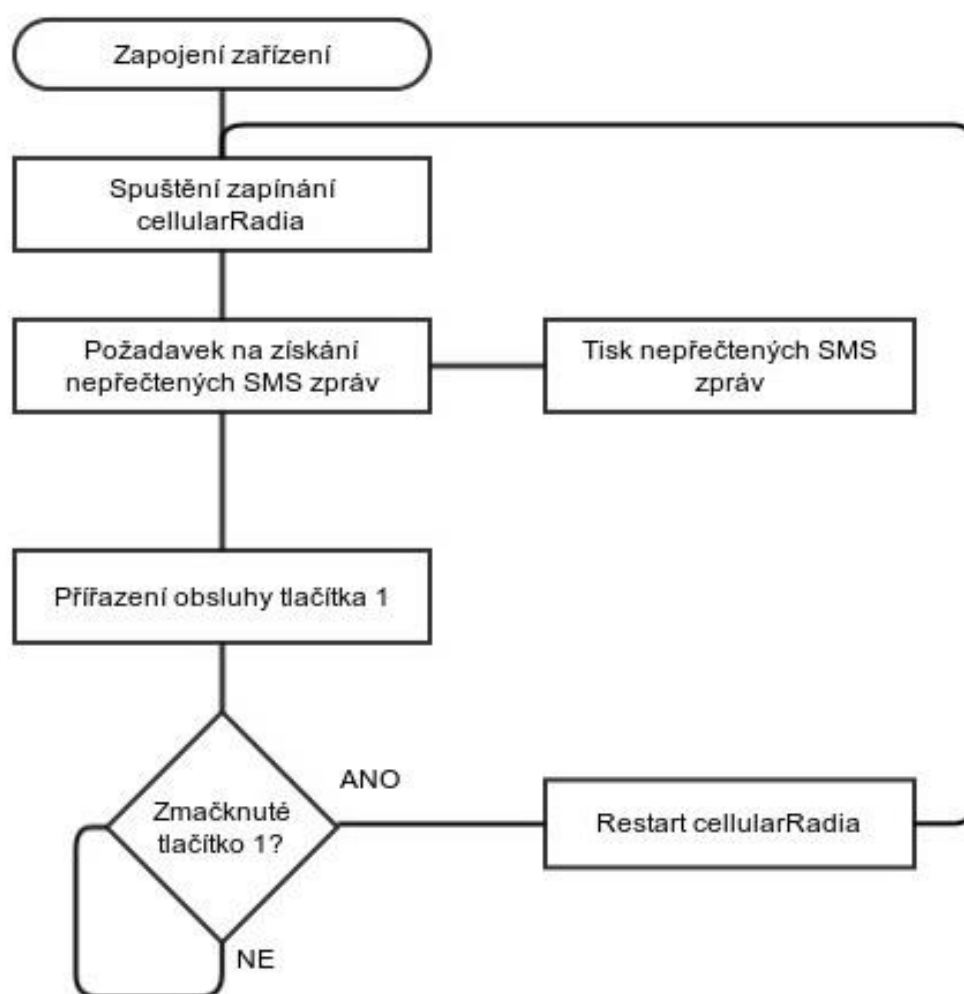
Grafické znázornění propojení základové desky FEZ Spider a rozšiřujících modulů v příslušných soketech:



Obrázek 2 – Znázornění zapojení základové desky a jejích modulů

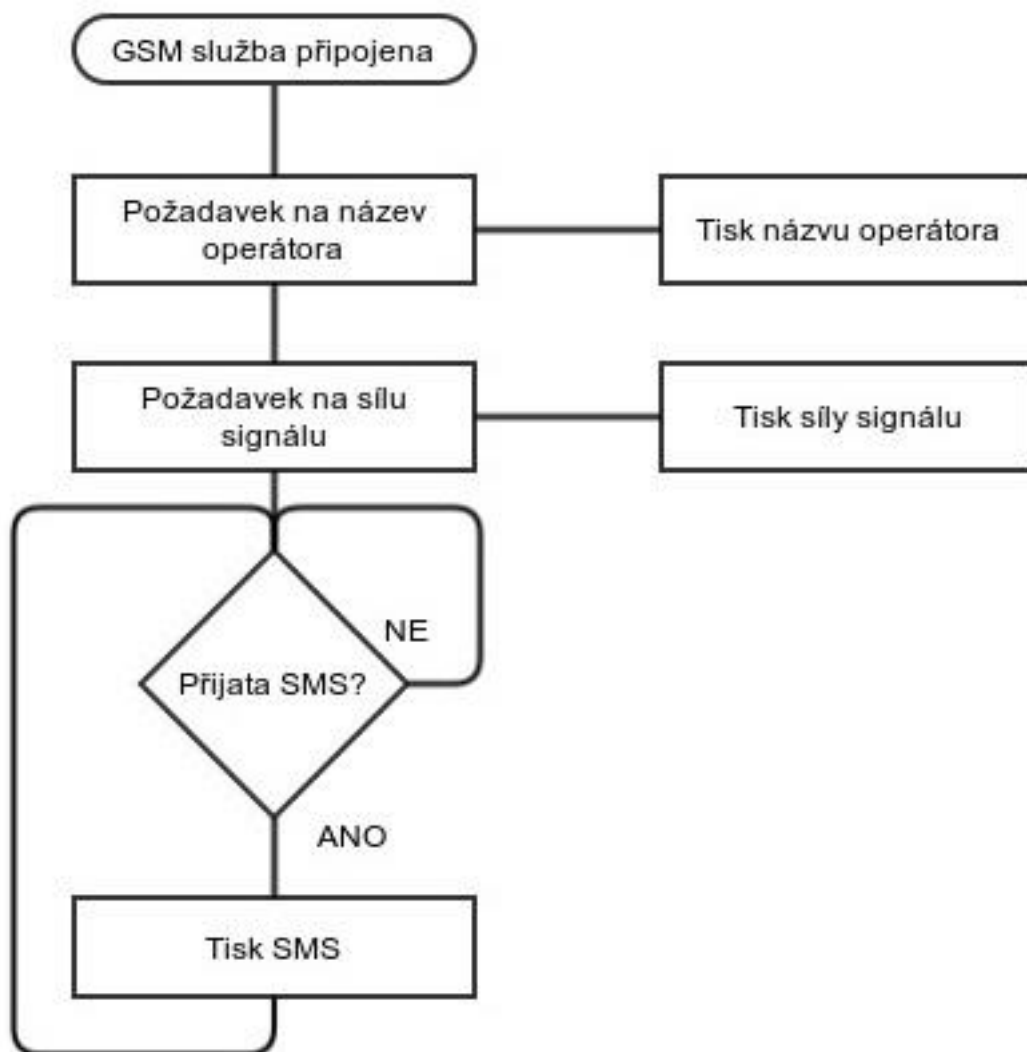
Dále jsem využil online nástroje Gliffy [22] na vytváření diagramů a postupně vytvořil vývojové diagramy pro sekvenci spuštěnou po zapnutí zařízení, obsluhu GSM služby a obsluhu GPRS služby.

V sekvenci po zapnutí zařízení je zapnuto cellularRadio, které po svém zapnutí zažádá SIM kartu o seznam nepřečtených SMS a ty jsou vytisknuty termo tiskárnou. Dále se přiřadí tlačítku obsluha při jeho zmáčknutí. V dalším kroku se čeká na zmáčknutí tlačítka, pokud se tak stane, je restartován modul cellularRadio a tato sekvence je celá spuštěna znova.



Obrázek 3 – Vývojový diagram sekvence po zapnutí

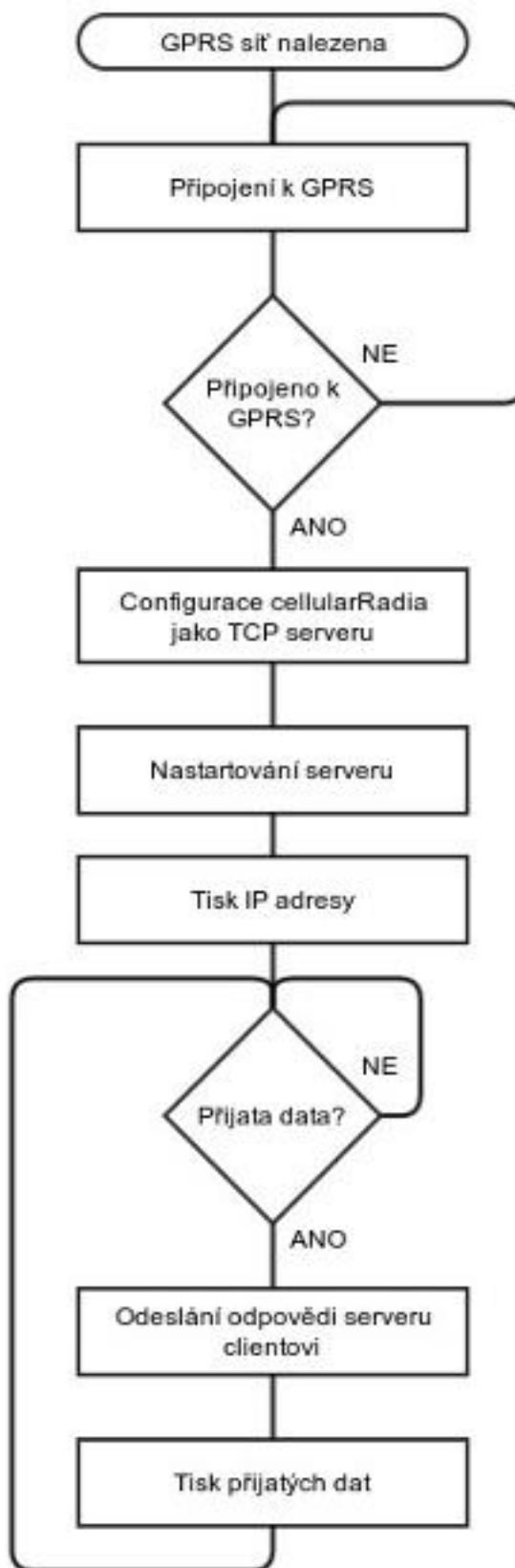
V dalším diagramu je znázorněna obsluha GMS služby. Po připojení se do GSM služby je dán požadavek na název operátora a po jeho získání je vytisknut. Poté je zjištěna síla signálu v mobilní síti a tato hodnota je vytištěna slovně (silný, slabý atd.). Dále je znázorněna obsluha přijetí nové SMS zprávy, která je vyvolána při jejím příjmu.



Obrázek 4 – Vývojový diagram obsluhy GSM služby

Další diagram znázorňuje obsluhu GPRS služby. Po nalezení GPRS služby, se pokusí cellularRadio připojit k GPRS s danými parametry (název APN, přihlašovací jméno, heslo). Pokud je pokus úspěšný, tak je cellularRadio nakonfigurováno jako TCP server a následně je i spuštěn. Modul poskytne IP adresu a ta je vytištěna, aby uživatel věděl jako má nastavit IP adresu v serverovém klientovi. Poté server čeká na příchozí data. Při jejich přijetí, je klientu odeslána odpověď o jejich přijetí a sou vytištěna a čeká se na další data.





Obrázek 5 – Vývojový diagram obsluhy  
GPRS služby

## 8 IMPLEMENTACE APLIKACE

Obsluha událostí (eventů) je provedena přes handlers. Handler je objekt vytvořen na základě typu delegate. Poté je vytvořen event, což je pole typu delegátových typů. Poté je eventu přiřazen objekt vytvořený nad typem delegate a je mu přiřazena funkce, která je poté volána při proběhnutí eventu. Eventům nemusí být přiřazen handler. Handlers a jejich názvy jsou definovány uživatelem, ale musí přebírat parametry podle delegátů definovaných v třídách příslušných modulů.

### 8.1 Sekvence po spuštění zařízení

V této části zdrojového kódu se provádí základní nastavení zařízení a jejich případná inicializace, přiřazení handlerů příznakům událostí a zapnutí LED diody na základové desce FEZ Spider, prokazující že nedošlo k restartu desky.

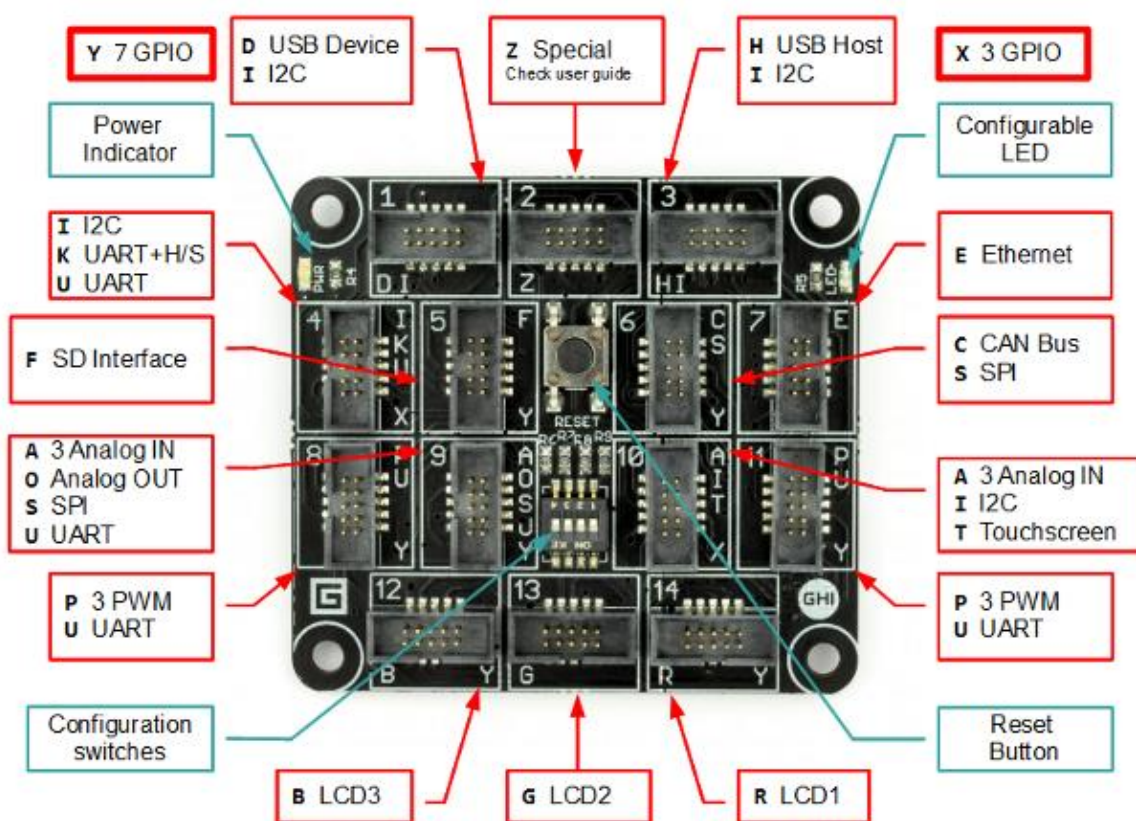
Nejdříve jsou definovány parametry GPRS služby, která bude přiřazena modulu. Poté jsou definovány hodnoty pro termo tiskárnu. Poslední je deklarována proměnná, které je přiřazena sériová komunikace s tiskárnou.

V těle hlavní funkce jsou příznakům událostí přiřazeny jejich handlers. Poté nastaveny LED diody různých zařízení. Dále je zavolána funkce PowerOn modulu cellularRadio. Ta pomocí AT příkazů nastaví výchozí hodnoty pro SMS formát, spustí hledání GSM sítě a GPRS sítě. Samotný modul se zapne po osmdesáti sekundách od začátku běhu programu.

Po zapnutí modulu cellularRadio je nastaven příznak modulu cellularRadio ModuleInitialized a je vyvolán jeho handler. Ten vypíše na konzoli zprávu o zapnutí modulu a přiřadí události zmačknutí tlačítka 1 jeho handler, který restartuje modul cellularRadio při jeho zavolání.

### 8.2 Komunikace s tiskárnou

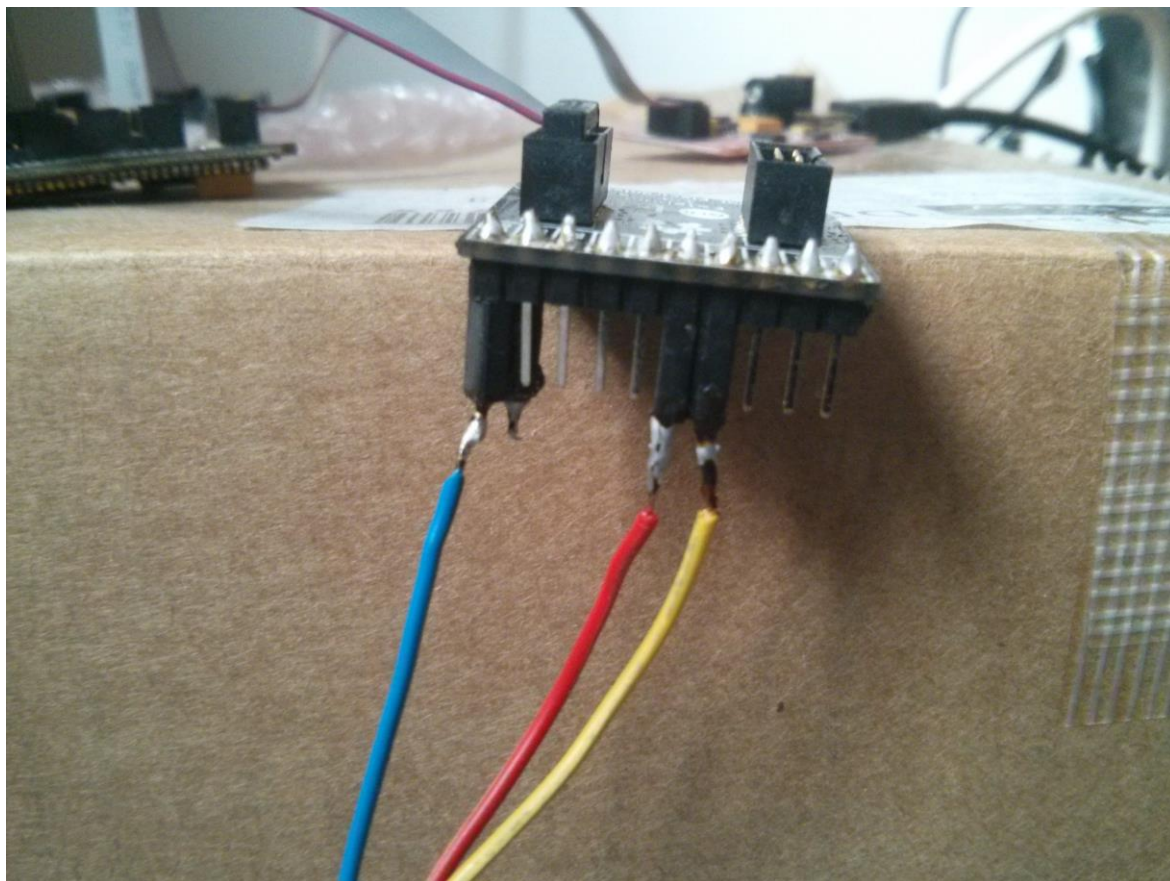
Poté je získání objektu GT.socket, nutného pro navázání sériové komunikace s termo tiskárnou. Pro tuto komunikaci je využito Extender modulu připojeného na jedenáctém soketu desky FEZ Spider. Pro sériovou komunikaci lze využít jakýkoliv soket označený písmenem U (UART), další sokety jsou číslo čtyři, osm a devět.



Obrázek 6 – Rozložení pinů desky FEZ Spider

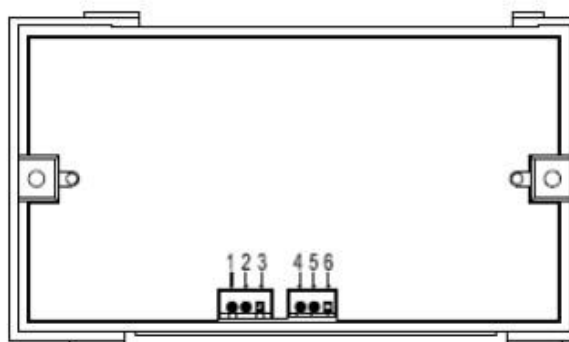
Dále je nastavení parametrů sériové komunikace. Soket na kterém bude tato komunikace probíhat, baudrate, počet paritních bitů, počet stop bitů, délka jednoho úseku dat, hardwarová kontrola toku dat a název modulu. Pokud soket není schopen sériové komunikace, nebo je zvolen špatný počet stop bitů, dostane uživatel chybu. Pokud je ale špatně nastaven baudrate nebo parita, není uživatel informován a tiskárna nebude reagovat nebo bude tisknout jiné znaky.

Po správném zadání parametrů může být sériová komunikace spuštěna funkcí Open. Pokud je komunikace spuštěna, je přiřazen handler příznaku příchozích dat z tiskárny a vytištěna zpráva, že je tiskárna připravena.



*Obrázek 7 – Připojení tiskárny na piny Extender modulu*

Rx pin termo tiskárny je připojen na čtvrtém pinu (první kabel zprava) Extender modulu a Tx pin tiskárny na pátém pinu (druhý kabel zprava) Extender modulu a také je připojen GND pin tiskárny na GND pin (první kabel zleva) Extender modulu. Baudrate tiskárny byl zjištěn z vytištěné testovací stránky tiskárny. Tiskárna má dále možnosti nastavení počtu nahříváných hrotů, délky nahřívání a další nastavení, kterými lze nastavit rychlost tisku, ale také se tím ovlivňuje kvalita (tisk může být rychlejší, ale světlejší, protože se hroty tiskárny nestihly dostatečně nahřát).



The define of the Pin of LPT interface as below :

- 1 GND, Ground
- 2 VH, input voltage , 5V-9V
- 3 +5V, input voltage (general condition, only use +5V, VH not input )
- 4 the define of the Pin of LPT interface as below :

- 1. STROBE
- 2-9. DATA0-DATA7
- 10. ACKNLG
- 11. BUSY
- 12. PE paper out
- 13. SLCT selection
- 14. AUTO FEED auto change line
- 15. ERROR
- 16. INIT
- 17. SLCT IN
- 18-26 . GND

*Obrázek 8 – Rozložení pinů tiskárny*

Podle napětí a proudu se mění rychlost a tmavost tisku (při nižších úrovních napětí a proudu je tisk pomalý a světlejší, doporučený je zdroj napětí dodávající 7 - 9V a 1,5A a více, při překročení napětí nad 10V tiskárna netiskne). Tiskárna upozorňuje na svou správnou funkci blikáním diody vedle přihrádky pro papír. Také je zde tlačítko pro posunutí papíru o řádek. Pro vytištění testovací stránky je nutno držet tlačítko před a při připojení zdroje proudu.

### 8.3 Obsluha GSM služby

Handler události změny registrace služby GSM (`GsmNetworkRegistrationChanged`) je volán při dosažení jednoho ze stavů GSM služby:

1. No network – Není k dispozici síť
2. Registered – Uživatel je připojen k síti GSM
3. Searching – Modul vyhledává síť GSM, do které by se připojil
4. Registration Denied – Registrace modulu byla zamítnuta (neznámená špatný PIN kód)
5. Unknown failure – Neznámá chyba
6. Error – Chyba

Pokud je dosaženo stavu 0, je zpráva vytištěna uživateli na tiskárně a je opakován pokus o najítí. Je-li dosaženo stavu 1, je opět uživatel informován vytištěním a je zaslán požadavek (request) o názvu operátora a úrovně síly signálu. To jsou opět události a mají přiřazeny své handlers, které pošlou získané hodnoty po sériové komunikaci tiskárně a ta je vytiskne.

Také je možno už přijímat SMS zprávy. Při této události je volán handler přijatých SMS (`SmsReceived`), který vytiskne zprávu v daném tvaru.

### 8.4 Obsluha GPRS služby

Handler události změny registrace služby GPRS(`GprsNetworkRegistrationChanged`) je volán při dosažení jednoho ze stavů GPRS služby:

1. No network – Není k dispozici síť
2. Registered – Uživatel je připojen k síti GSM
3. Searching – Modul vyhledává síť GSM, do které by se připojil
4. Registration Denied – Registrace modulu byla zamítnuta (neznámená špatný PIN kód)
5. Unknown failure – Neznámá chyba
6. Roaming – Modul se přesunuje na jinou síť
7. Error – Chyba



Jakmile se podaří modulu cellularRadio dosáhnout stavu 1, takže přihlásit do sítě GPRS, je zaslán požadavek o připojení se k GPRS. K tomu je potřeba zadat APN(Access Point Name), uživatelské jméno a heslo. Připojení se opakuje po pěti sekundách po předešlém neúspěšném pokusu o připojení k GPRS.

Jakmile se podaří připojit k síti GPRS, je poslán cellularRadiu AT příkaz, aby se nakonfiguroval jako TCP server na portu 8080 a záhy po provedení jej spustil. Poté je vytištěna IP adresa zařízení, aby uživatel věděl kam zasílat úkoly a poznámky.

Následně se čeká na událost přijetí dat. Jakmile jsou data přijata, server pošle klientovi odpověď, že data přijal. Poté je vytiskne a čeká na další.

Zapojení celého zařízení poté vypadá následovně:



*Obrázek 9 – Zapojení desky a příslušných modulů ve skutečnosti*

## ZÁVĚR

V práci je popsán Internet věcí, kde jsem se zaměřil na jeho bezpečnostní rizika. Ty se daly očekávat a jak se shoduje většina odborníků, je nutné zavést určitá ustanovení, která budou tyto rizika omezovat. Také jsem popsal nutnost zavedení nového IPv6 z důvodu nedostatečné kapacity IPv4 a velkého příbytku zařízení.

Dále jsou srovnány Microsoft .NET Framework a jeho možnosti s platformou Arduino. Popsány jsou jejich možnosti po stránce hardwarové i softwarové. Také jsou srovnány cenově obě platformy v tabulce 5.1, která prokazuje, že Microsoft .NET Framework je dražší možností, ale jeho programování je jednodušší. Možnosti hardwaru jsou dosti podobné Arduino, ale uživatel má k dispozici vybavenější základové desky. U Microsoft .NET Micro Framework je patrné, že je zaměřen na vývoj a pro větší počet zařízení a jejich prodej nevhodný, kdežto u Arduina by se dalo nad větší výrobou uvažovat. V případě zakoupení kopii z Číny, je cena desek menší, než by byla při sériové výrobě.

V části návrh aplikace je popsána logika sekvence po spuštění zařízení, obsluhy GSM a obsluhy GPRS. Tyto části se prolínají a běží současně, ale pro větší přehlednost byly rozděleny do tří vývojových diagramů (viz obrázky 3, 4 a 5). Ty znázorňují jak by mělo fungovat rozhodování aplikace v daných situacích.

Dále jsou popsány možnosti využití vyvinuté aplikace. Z těchto možností se mi jako nejpoužitelnější a pro mne samotného nejvíce využitelná jeví možnost tisk SMS zpráv pro seniory. Z osobní zkušenosti starší lidé nejsou schopni dostatečně ovládat mobilní zařízení, neumí SMS zprávy ani otevřít a přečíst si je, nebo mají zařízení neustále vypnuté. Takto by se vyřešil problém s nedostupností a zároveň i technickou neschopností ovládnout mobilní zařízení.

Poté je aplikace podle vývojových diagramů naprogramována v Microsoft Visual Studiu 2012 Express a Microsoft .NET Micro Frameworku i s Gadgeteerem. Samotné programování nebyl problém, jako spíše zprovoznění modulu cellularRadio a termo tiskárny. Jelikož firma SEEED Studios přestala podporovat své výrobky pro Microsoft .NET Micro Framework a poskytované oficiální ovladače jsou napsány pro Microsoft .NET Micro Framework verze 4.1.0, což bylo v roce 2011. Dnes je verze Microsoft .NET Micro Frameworku 4.3.1 a tyto knihovny jsou nepoužitelné.

Ovšem protože je to jeden z mála GSM a GPRS modulů kompatibilních s Microsoft .NET Micro Frameworkem, firma GHI Electronics, která vyrábí většinu modulů a základové



desky pro Microsoft .NET Micro Framework, tak je přepsala a vložila do svých balíčků pro Gadgeteer.

I tak je v knihovnách několik chyb a všechny funkce nefungují jak mají či vůbec. K modulu cellularRadio chybí i oficiální dokumentace a proto není přesná informace o tom, kolik dokáže samotný modul spotřebovat proudu. To byl problém, jelikož nebylo ze začátku jasné, jestli je modul špatný nebo je chyba jinde. Maximální odběr až 2A jsem zjistil až u modulu pro Arduino využívajícího stejný procesor pro práci se SIM kartou.

Komunikace tiskárny a její propojení je popsáno v práci. Její připojení a následná implementace byli jednoduché a bezproblémové.

Příjem SMS a jejich následné tisknutí jsem zprovoznil po delším úsilím a obtížemi převážně s cellularRadio modulem. Ovšem i tak cellularRadio je schopno shodit celý program a tím restartovat celé zařízení. Je to pravděpodobně způsobeno velkým odběrem antény při příjmu většího objemu dat nebo modul má nějakou výrobní chybu.

Pro snížení pravděpodobnosti restartu zařízení z důvodu nedostatku napájení v případě velkého příjmu dat jsem celou obsluhu GPRS, a tím i server na příjem úkolů a poznámek, zamezil. Dalším důvodem zamezení využití GPRS služby je kolize se samotnou službou GSM, která jen při zaregistrování modulu do GPRS sítě začne být nespolehlivá či úplně nefunkční.

Na tyto problémy jsem se ptal na fórech GHI, kde mě bylo sděleno, že tento modul je zastaralý a celkově služba GPRS je nestabilní. Několik uživatelů skrze diskuzní fóra potvrdilo skutečnost, že s tímto modulem je nemožné mít zapnuté obě služby najednou aniž by nenastala kolize služeb nebo nedošlo k restartu zařízení. Tento problém se většinou řešil přepínáním těchto služeb v určitých intervalech, což je pro tuto aplikaci nevhodné z důvodu nutnosti relativně rychlé odpovědi serveru na příjem dat. Navíc samotné vypnutí jedné služby, vyhledání a přihlášení do služby druhé trvá v řádu desítek sekund.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] IAN, Poole. GSM: Global System for Mobile Communications Tutorial. *Radio-electronics.com* [online]. 2014 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: [http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gsm\\_technical/gsm\\_introduction.php](http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gsm_technical/gsm_introduction.php)
- [2] IAN, Poole. GSM Network Architecture. *Radio-electronics.com* [online]. 2014 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: [http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gsm\\_technical/gsm\\_architecture.php](http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gsm_technical/gsm_architecture.php)
- [3] IAN, Poole. GSM Frequencies and Frequency Bands [7]. *Radio-electronics.com* [online]. 2014 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: [http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gsm\\_technical/gsm-frequency-frequencies-bands-allocations.php](http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gsm_technical/gsm-frequency-frequencies-bands-allocations.php)
- [4] IAN, Poole. GSM Audio Codec / Vocoder. *Radio-electronics.com* [online]. 2014 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: [http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gsm\\_technical/audio-codecs-vocoders-amr-celp.php](http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gsm_technical/audio-codecs-vocoders-amr-celp.php)
- [5] Definition; subscriber identification module (SIM). *Mvndynamics* [online]. 2014 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.mvndynamics.com/definition-subscriber-identification-module-sim/>
- [6] GSM 03.38. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2014 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/wiki/GSM\\_03.38#GSM\\_8\\_bit\\_data\\_encoding](http://en.wikipedia.org/wiki/GSM_03.38#GSM_8_bit_data_encoding)
- [7] GUPTA, Puneet. Short Message Service: What, How and Where? *Wireless Development Network* [online]. 2009 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.wirelessdevnet.com/channels/sms/features/sms.html>
- [8] IAN, Poole. GPRS General Packet Radio Service Tutorial. *Radio-electronics.com* [online]. 2014 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: [http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gprs/gprs\\_tutorial.php](http://www.radio-electronics.com/info/cellulartelecomms/gprs/gprs_tutorial.php)
- [9] ROUSE, Margaret a Ivy WIGMORE. Internet of Things (IoT). *WhatIs.com* [online]. 2014 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://whatis.techtarget.com/definition/Internet-of-Things>

- [10] STEINBERG, Joseph. These Devices May Be Spying On You (Even In Your Own Home). *Forbes* [online]. 2014 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.forbes.com/sites/josephsteinberg/2014/01/27/these-devices-may-be-spying-on-you-even-in-your-own-home/>
- [11] ACKERMAN, Spencer. CIA Chief: We'll Spy on You Through Your Dishwasher. *WIRED* [online]. 2012 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.wired.com/2012/03/petraeus-tv-remote/>
- [12] MICROSOFT. .NET Micro Framework [online]. [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: [www.netmf.com](http://www.netmf.com)
- [13] ARDUINO. Arduino [online]. [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.arduino.cc/>
- [14] DEITEL, Paul a Harvey DEITEL. Visual C# 2012: how to program. Fifth edition. Prentice Hall, 2013, xxxvii, 979 pages. ISBN 01-333-7933-7.
- [15] MALIN, John R. a Sean D. LIMING. Professional's Guide To .NET Micro Framework Application Development. Annabooks, 2012. ISBN 978-0984280193.
- [16] KÜHNER, Jens. Expert .NET Micro Framework. New York: Distributed to the book trade worldwide by Springer-Verlag New York, 2008, xxi, 424 p. ISBN 15-905-9973-0.
- [17] <http://www.dx.com/p/robotale-mega-2560-r3-development-board-w-official-arduino-mega-2560-r3-blue-384209#.VVEPdOT1GIM>
- [18] <http://shop.microframework.eu/ProductOut.aspx/9840>
- [19] <http://shop.microframework.eu/ProductOut.aspx/5711>
- [20] <http://shop.microframework.eu/ProductOut.aspx/8968>
- [21] <http://www.santy.cz/shieldy-pro-arduino-c23/gprs-gsm-shield-i204/>
- [22] <https://www.gliffy.com/>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

1G	First Generation
2G	Second Generation
3G	Third Generation
3GPP	3rd Generation Partnership Project
AMR	Adaptive Multi Rate
AOC	Advise of Charge
APN	Access Point Name
BSS	Base Station Subsystem
CIA	Criminal Investigation Agency
CPU	Control Processing Unit
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DPWS	Device Profile for Web Services
DTM	Dual Transfer Mode
E-GSM	Extended GSM
EPC	Electronic Product Code
FR	Full rate
GND	Ground
GSM	Global System for Mobile Communications, původně Groupe Spécial Mobile
GPRS	General Packet Radio Service
HR	Half rate
HTTP(S)	HyperText Transfer Protocol (Secure)
I2C	Inter-Integrated Circuit
ICCID	Integrated Circuit Card Identifier
ID	Identification

---

IIN	Issuer Identification Number
IMSI	International Mobile Subscriber Identity
IO	Input Output
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
IPCP	Internet Protocol Control Protocol
$K_i$	Authentication Key
LAI	Local Area Identity
LED	Light Emitting Diod
LTE	Long Term Evolution
M2M	Machine to Machine
MAP	Mobile Aplication Part
MCC	Mobile Country Code
MII	Major Industry Identifier
MMS	Multimedia Messaging Service
MNC	Mobile Network Code
MO	Mobile Originating
MSIN	Mobile Subscription Identification Number
MT	Mobile Terminated
NSS	Network Switching System
netmf	Microsoft .NET Micro-Framework
OSS	Operations Supporting System
PPP	Poin-to-Point Protocol
RFID	Radio-frequency identification
SDN	Service Dialing Numbers
SIM	Subscriber Identity Module

---

SMS(C)	Short Message Service (Centre)
SOAP	Simple Object Access Protocol
SPN	Service Provider Name
SRES	Signed Response
SSL	Secure Sockets Layer
SNTP	Simple Network Time Protocol
TCP	Transfer Control Protocol
UART	Universal Asynchronous Receive/Transmitter
UCS	Universal Character Set
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
URI	Uniform resource identifier
USB	Universal Serial Bus
VAS	Value Added Services
WAP	Wireless Access Point
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázek 1 – Grafické znázornění zapojení .....</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 2 – Znázornění zapojení základové desky a jejích modulů .....</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 3 – Vývojový diagram sekvence po zapnutí.....</i>	<i>31</i>
<i>Obrázek 4 – Vývojový diagram obsluhy GSM služby .....</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 5 – Vývojový diagram obsluhy GPRS služby .....</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 6 – Rozložení pinů desky FEZ Spider .....</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 7 – Připojení tiskárny na piny Extender modulu.....</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 8 – Rozložení pinů tiskárny .....</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 9 – Zapojení desky a příslušných modulů ve skutečnosti .....</i>	<i>39</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1- Přehled frekvenčních pásem GSM [3]</i> .....	12
<i>Tabulka 2 - Přehled módů AMR [4]</i> .....	13
<i>Tabulka 3 - Srovnání cen</i> .....	27



## SEZNAM PŘÍLOH

- P I        Zdrojové kódy aplikace
- P II       Použitý software

## PŘÍLOHA P II: POUŽITÝ SOFTWARE

Microsoft Visual Studio 2012 Express	Vývojové prostředí
NETMF and Gadgeteer Package 2014 R5	Balíček ovladačů pro USB a knihoven pro moduly
GadgeteerCore.2431000	Jádro doplňku Gadgeteer
GadgeteerBuilderTemplates2431000	Šablony pro Gadgeteer do Visual Studio
MicroFrameworkSDK	Jádro micro-frameworku
.NET Framework 4.5.1	Jádro frameworku