

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**  
**Katedra elektroenergetiky a ekologie**

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vzdálený odečet dat ze statických elektroměrů  
prostřednictvím služby GPRS**

Vedoucí práce:

Ing. Jana Jiříčková, Ph.D.

2018

Autor:

Bc. Petr Beran

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr BERAN**  
Osobní číslo: **E16N0002K**  
Studijní program: **N2644 Aplikovaná elektrotechnika**  
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**  
Název tématu: **Vzdálený odečet dat ze statických elektroměrů  
prostřednictvím technologie GPRS**  
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte rešerši legislativních požadavků na předávání naměřených dat.
2. Popište používané technologie pro vzdálený odečet dat (výhody nevýhody jejich využití z pohledu distributora).
3. Popište topologie GSM sítě, její omezení.
4. Popište odečítací řetězce "centrála /elm.".
5. Návrhněte řešení a realizace odečítání statických elektroměrů prostřednictvím GPRS a návrhněte opatření pro výrobce.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 40 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jana Jiříčková, Ph.D.


Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: 10. října 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 24. května 2018

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 10. října 2017

## **Abstrakt**

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na komunikaci mezi datovou centrálou a elektroměry, nastavení parametrů komunikačních jednotek a vytvoření scriptů pro dávkové přenastavení modemů instalovaných v distribuční síti na odběrných místech. Obsahuje popis GSM sítě a omezení pro GPRS komunikaci. Pro dané prostředí navrhuje optimální využití celého řetězce s ohledem na legislativní požadavky a technologické možnosti zařízení.

## **Klíčová slova**

Modem, komunikační jednotka, parametry komunikace, GSM síť, GPRS, komunikační protokol.

## **Abstract**

This diploma thesis focuses on communication between data center and electricity meters, set parameters of communication units and creation of scripts for batch change of modems installed in the distribution network at sampling points. Contains description of GSM network and limitations for GPRS communication. For the environment, it suggests optimal use of the entire chain with respect to the legislative requirements and technological possibilities of the facility.

## **Key words**

Modem, communication unit, communication parameters, GSM network, GPRS, communication protocol.

## **Prohlášení**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a parametrů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

Podpis

V Plzni dne: 22.5.2018

Bc. Petr Beran

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucí práce Ing. Janě Jiříčkové Ph.D za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

## 1 Obsah

2	Úvod .....	11
3	Normy a právní předpisy .....	13
4	Legislativní požadavky na předávání dat.....	13
4.1	Energetický zákon.....	13
4.2	Vyhláška č. 82/2011 Sb.....	15
5	Používané technologie pro odečet dat .....	16
5.1	Optické rozhraní.....	17
5.2	RS 485, RS 232, M-Bus .....	17
5.3	Odečty pomocí PSTN.....	17
5.4	Odečty pomocí CSD (Circuit Switched Data) v GSM síti.....	17
5.5	Odečty pomocí GPRS v GSM síti.....	18
5.6	Odečty pomocí ethernetových sítí.....	19
6	Mobilní síť GSM .....	20
6.1	1. Generace (GSM) .....	20
6.2	2. Generace (2G).....	20
6.3	3. Generace (3G).....	20
6.4	4. Generace (LTE).....	21
7	Topologie sítě GSM – datová část.....	22
7.1	BTS (Base Transciever Station).....	23
7.2	Node B.....	23
7.3	e Node B .....	23
7.4	BSC (Base Station Controler).....	23
7.5	MSS.....	24
7.6	RNC (Radio Network Controller).....	24
7.7	SGSN.....	24
7.8	GGSN .....	24
7.9	BG .....	25
7.10	USN .....	25
7.11	UGW .....	25
7.12	SGW (Serving Gateway) .....	25



7.13	PGW (PDN Gateway).....	25
7.14	MME.....	25
8	Odečítací řetězec Datová centrála-elektroměr .....	25
8.1	Modemová základna .....	27
8.2	Centrálou iniciované spojení .....	28
8.3	Synchronizace a seřízení času.....	28
9	Realizace odečítání statických elektroměrů prostřednictvím GPRS .....	29
9.1	Modemy.....	30
9.2	Modemy Landis+Gyr .....	30
9.3	Modemy Sparklet.....	31
9.4	Nastavení modemů pro GPRS .....	32
9.5	Test komunikace .....	35
9.6	Odečtení dat z elektroměrů.....	37
9.7	Servisní komunikace .....	38
9.8	Odečet do centrály Gridstream Converge Landis + Gyr.....	39
9.9	Příprava scriptů .....	43
10	Návrh opatření pro vývoj komunikačních jednotek a datové centrály .....	47
10.1	Seřízení času.....	48
10.2	Komunikační protokoly .....	48
10.3	Rozvržení zatížení .....	48
10.4	Komunikační jednotky.....	48
11	Závěr .....	50
12	Použitá literatura.....	52

## Seznam symbolů a zkratek

APN	přístupový bod k síti
CDMA	kódový multiplex
CNV	datová centrála Converge
CSD	komunikace pomocí spojování okruhů
FW	firmware
GPRS	paketový přenos dat v mobilní síti GSM
GSM	mobilní telekomunikační síť
HDLC	komunikační protokol spojové vrstvy
IEC 61107 (VDEW)	komunikační protokol elektroměru
IEC 62056-21 (DLMS/COSEM)	komunikační protokol elektroměru
LTE	vysokorychlostní mobilní síť
M-Bus	datová sběrnice
OBIS	kód popisující příslušnou veličinu přístroje
OFDM	ortogonální multiplex s frekvenčním dělením
OTE	operátor trhu s elektřinou
PSTN	veřejná telefonní síť
RADIUS	služba pro vzdálenou autentizaci
RS 232	komunikační rozhraní
RS 485	datová sběrnice
TDD	typový diagram dodávek
UMTS	3. generace mobilních datových sítí

## 2 Úvod

S rozvojem současné civilizace se zvyšují nároky na energetické potřeby, ať už se jedná o jakoukoli formu energie. Vzhledem k vyčerpitelným přírodním zdrojům a možností získávání energie v použitelné formě je nutno hledat na jedné straně efektivnější způsoby její přeměny a na druhé straně její maximální využití pro daný účel.

Jedním z vhodných příkladů je využití energie přeměnou na energii elektrickou, jejíž potenciál a možnosti aplikace se od dob jejího objevení výrazně rozšířily. S rozvojem infrastruktury přenosu a propojení jednotlivých sítí do globálních rozměrů, však vyvstaly nové, do té doby neřešené a do jisté míry nepopsané problémy, které je třeba řešit.

Aby bylo možno předcházet nekoncepčním řešením bezpečnosti a plynulosti provozu elektrických energetických sítí, je nutno zajistit jednoznačné legislativní prostředí, popisující chování jednotlivých subjektů připojených nebo provozujících distribuční a přenosové soustavy elektrické energie.

Proto, abychom byli schopni vyhodnocovat děje v těchto sítích a mohli na ně adekvátně reagovat, musíme získat informace o chování elektrické sítě a to v podobě naměřených fyzikálních veličin. Z toho vyplývá, že čím dříve a přesněji informace získáme, tím dříve dokážeme na konkrétní podmínky v soustavách reagovat. Samozřejmě budeme-li mít prostředky k tomu, aby byla samotná reakce včasná a tím i účinná.

Běžnou měřenou veličinou pro vyhodnocení odebírané a dodávané elektrické energie je elektrická práce, tedy výkon v čase. Tyto údaje jsou nutné pro dimenzování všech fyzických prvků sítě, nejsou však jediným kritériem určujícím její stabilitu a odolnost vůči okolním vlivům. Dalšími veličinami, které je nutno pravidelně sledovat a vyhodnocovat jsou elektrické napětí, proud, účinník, zkreslení harmonickými složkami a další.

Všechny tyto parametry bychom potřebovali získávat a vyhodnocovat v co nejkratším časovém úseku, což však ve skutečném prostředí není vzhledem k technickým a ekonomickým možnostem reálné. Proto hledáme optimální řešení s dostupnými prostředky.

Pro měření dodané a odebrané elektrické energie používáme elektroměry. Rozvoj elektroniky a výpočetních systémů dnes umožňuje v těchto zařízeních, integrovat nejen funkci měření odebrané nebo dodané práce, ale měřit i výše uvedené veličiny. Dnešní distribuční a

přenosové společnosti, jak z důvodů legislativních, tak z důvodu obchodních, mají těmito elektroměry vybavena všechna odběrná místa, kde je realizováno nepřímé měření elektrické energie.

Příslušné právní předpisy stanovují, jak často mají být data vyhodnocována a předávána do systémů pro obchodování s elektrickou energií. Vzhledem k počtu odběrných míst (v České republice řádově desítky tisíc), která je nutno pravidelně s maximálně měsíční periodou (dle typu měření) odečítat, není fyzicky ani ekonomicky možné realizovat odečty manuálně. Proto jsou k těmto účelům využívány telekomunikační přenosy.

Díky dynamickému rozvoji ICT technologií je dnes možné využít celou řadu komunikačních kanálů. Dříve hojně využívané přenosy pomocí pevných analogových telefonních linek je dnes převážná část provozována na GSM technologii, kde dominantní roli zatím zastávají přenosy pomocí vytáčeného spojení. Pro kontinuální přenos dat by však bylo výhodnější navazovat spojení přes GPRS a novější mobilní datové přenosy. Přestože jsou v současnosti mobilními operátory paketové datové přenosy upřednostňovány, je tato politika uplatňována spíše vůči konkrétním drobným koncovým uživatelům, u nichž se předpokládá, že jejich komunikace bude rozložena v čase a vedena z koncových terminálů směrem k serverům.

Je nutné si uvědomit, že zařízení v distribučních sítích jsou koncipována na provoz alespoň po dobu jejich úředního ověření, což je v převážné většině 12 let. Změna technologie je tak velmi nákladná a logisticky obtížná.

Z pohledu koncepce použité technologie a topologie sítě, kdy jsou koncová zařízení hromadně oslovována, není toto řešení ideální, a proto musejí být přijata určitá opatření k zamezení přetěžování GSM sítí a dalších komponent v odečtovém řetězci. Do budoucna je potřeba koncipovat rozložení a chování koncových zařízení s ohledem na mobilní síť, a to například autonomním odesíláním dat z terminálu směrem k datové centrále.

V této práci bude popsán postup, jakým lze přejít ze současně používaného odečítání dat pomocí vytáčeného připojení na GPRS paketový přenos dat. Vzhledem k malým objemům přenášených dat je pro distribuční společnosti efekt spíše ekonomický. Částečně se tímto krokem přiblíží k současnému trendu mobilních operátorů, kdy jsou vytáčená spojení pro přenos dat považována za neefektivní.

### 3 Normy a právní předpisy

Legislativa zabývající se požadavky na měřicí zařízení je zejména Energetický zákon č.458/2000 Sb. upravující podmínky a výkon státní správy v energetických odvětvích, vyhláška MPO č.82/2011Sb. ve znění pozdějších předpisů určující způsob měření, zákon O metrologii č. 505/1990 Sb., normy ČSN EN 50470-1 Vybavení pro měření elektrické energie AC Část 1: Všeobecné požadavky, zkoušky a zkušební podmínky - Měřicí zařízení (třídy A, B, C), ČSN EN 50470-2 Vybavení pro měření elektrické energie AC Část 2: Zvláštní požadavky – Činné elektromechanické elektroměry (třídy A, B), ČSN EN 50470-3 Vybavení pro měření elektrické energie AC Část 3: Zvláštní požadavky – Statické činné elektroměry (třídy A, B, C), Nařízení vlády č.464/2005 Sb. Stanovující technické požadavky na měřidla, PPDS Pravidla provozování distribuční soustavy schválená Energetickým úřadem (pro PPS a PDS), Vyhláška ERÚ č. 541/2005 Sb. o pravidlech trhu s elektřinou, zásadách tvorby cen za činnost operátora trhu s elektřinou a provedení některých dalších ustanovení energetického zákona, ve znění vyhlášky č. 438/2012, Vyhláška ERÚ č. 540/2005 Sb. o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice.

### 4 Legislativní požadavky na předávání dat

#### 4.1 Energetický zákon

Tento zákon stanovuje podmínky a pro podnikání v oblasti energetiky. Určuje práva a povinnosti jednotlivých subjektů oprávněných v této oblasti podnikat. „Energetický zákon č.458/2000 Sb. § 49 Měření

(1) Měření v přenosové soustavě zajišťuje provozovatel přenosové soustavy a v distribuční soustavě příslušný provozovatel distribuční soustavy. Měření se zjišťuje množství dodané nebo odebrané činné nebo jalové elektřiny a jeho časový průběh. U zákazníků odbírajících elektřinu ze sítí nízkého napětí může být časový průběh nahrazen typovým diagramem dodávek.

(2) Výrobci elektřiny, provozovatele jiných distribučních soustav a zákazníci jsou povinni na svůj náklad upravit předávací místo nebo odběrné místo pro instalaci měřicího zařízení v

souladu se smlouvou o připojení a s podmínkami obsaženými v Pravidlech provozování přenosové soustavy nebo Pravidlech provozování příslušné distribuční soustavy.

(3) Výrobci elektřiny, provozovatele jiných distribučních soustav, zákazníci a obchodníci s elektřinou mohou se souhlasem provozovatele přenosové soustavy nebo příslušného provozovatele distribuční soustavy pro vlastní potřebu a na svůj náklad osadit vlastní kontrolní měřicí zařízení. Toto měřicí zařízení musí být zřetelně označeno.

(4) Výrobci elektřiny, provozovatele jiných distribučních soustav a zákazníci jsou povinni závady na měřicích zařízeních, včetně porušení zajištění proti neoprávněné manipulaci, které zjistí, neprodleně oznámit provozovateli přenosové soustavy nebo příslušnému provozovateli distribuční soustavy. Jakýkoliv zásah do měřicího zařízení bez souhlasu provozovatele přenosové soustavy nebo příslušného provozovatele distribuční soustavy se zakazuje.

(5) Provozovatel přenosové soustavy nebo provozovatel příslušné distribuční soustavy zajistí jednotlivé části měřicího zařízení proti neoprávněné manipulaci.

(6) Výrobci elektřiny, provozovatele jiných distribučních soustav či zákazníci jsou povinni umožnit provozovateli přenosové soustavy a provozovateli distribuční soustavy přístup k měřicímu zařízení a neměřeným částem odběrného elektrického zařízení za účelem provedení kontroly, odečtu, údržby, výměny či odebrání měřicího zařízení.

(7) Provozovatel přenosové soustavy nebo provozovatel distribuční soustavy na svůj náklad zajišťuje instalaci vlastního měřicího zařízení typu stanoveného prováděcím právním předpisem, jeho udržování a pravidelné ověřování správnosti měření a pro účely provedení odečtu, pokud je měřicí zařízení bez napětí, má právo uvést měřicí zařízení pod napětí na nezbytně nutnou dobu. Zákazník má právo na instalaci měřicího zařízení pro měření dodávky elektřiny do svého odběrného místa. Pokud zákazník požádá provozovatele distribuční soustavy o instalaci měřicího zařízení vyššího typu než měřicí zařízení stanoveného typu, provozovatel distribuční soustavy požadované měřicí zařízení instaluje. Zákazník je v takovém případě povinen uhradit provozovateli distribuční soustavy rozdíl nákladů na měřicí zařízení, jeho instalaci, provoz a odečty požadovaného měřicího zařízení oproti měřicímu zařízení stanoveného typu.

(8) Vznikla-li pochybnost o správnosti údajů měření nebo byla-li zjištěna závada na měřicím zařízení, je provozovatel přenosové soustavy nebo provozovatel distribuční soustavy povinen

na základě písemné žádosti dotčeného účastníka trhu s elektřinou do 15 dnů od jejího doručení vyměnit měřicí zařízení a do 60 dnů zajistit ověření správnosti měření.

(9) Je-li na měřicím zařízení, které je ve vlastnictví provozovatele přenosové soustavy nebo provozovatele distribuční soustavy, zjištěna závada, hradí náklady spojené s jeho přezkoušením a ověřením správnosti měření provozovatel přenosové soustavy nebo provozovatel distribuční soustavy. Není-li závada zjištěna, hradí tyto náklady ten, kdo písemně požádal o přezkoušení měřicího zařízení a o ověření správnosti měření.“[10]

#### **4.2 Vyhláška č. 82/2011 Sb.**

Hlavní legislativou určující způsob měření a předávání dat operátorovi trhu s elektřinou jsou především vyhláška č. 82/2011 Sb.: Vyhláška o měření elektřiny a o způsobu stanovení náhrady škody při neoprávněném odběru, neoprávněné dodávce, neoprávněném přenosu nebo neoprávněné distribuci elektřiny.

Tato určuje, jakým způsobem a za jakých podmínek bude měření elektrické energie realizováno.

Vyhláška rozděluje měření do čtyř typů měření, a to A, B, M a C. První tři jmenovaná jsou průběhová měření s dálkovým odečtem údajů. Jednotlivé typy se od sebe liší požadavky na odečítané veličiny a četnost předávání naměřených údajů na operátora trhu. C jsou ostatní měření bez průběhového měření a bez dálkového přenosu. Výjimku ze skupiny C tvoří vzorky TDD, které jsou měřeny průběhově a odečítány dálkově.

Měřená místa jsou do typů měření přiřazována na základě jejich charakteru a připojení do distribuční sítě. Vyhláška určuje, jakým způsobem bude měření realizováno, zdali se bude jednat o měření na hladině s vyšším napětím nebo na straně sekundární. Potom rozlišujeme měření přímé a převodové.

Převodové měření je realizováno pomocí měřicích transformátorů napětí a měřicích transformátorů proudu, jejichž třída přesnosti je opět určena touto vyhláškou.

V tomto dokumentu jsou také stanoveny měřicí intervaly a vyhodnocování a předávání dat na operátora trhu s elektřinou a to takto:

„Měření elektřiny

(1) U měření typu A je

a) základní měřicí interval 1 čtvrt hodina; u první čtvrt hodiny je začátek stanoven na čas 00:00:00 a konec na čas 00:15:00,

b) základní vyhodnocovací interval 1 hodina; u první hodiny je začátek stanoven na čas 00:00:00 a konec na čas 01:00:00 kalendářního dne,

c) základní interval pro zpracování a přenos naměřených údajů v rámci měřicího zařízení 1 kalendářní den.

(2) U měření typu B a M je

a) základní měřicí interval 1 čtvrt hodina; u první čtvrt hodiny je začátek stanoven na čas 00:00:00 a konec na čas 00:15:00,

b) základní vyhodnocovací interval 1 hodina; u první hodiny je začátek stanoven na čas 00:00:00 a konec na čas 01:00:00 kalendářního dne,

c) základní interval pro zpracování a přenos naměřených údajů v rámci měřicího zařízení 1 měsíc.

(3) U měření typu C je zpracování a přenos údajů prováděn nejméně jedenkrát za rok.“ [8]

## 5 Používané technologie pro odečet dat

Data z elektroměrů je možné získávat mnoha způsoby, avšak omezujícími faktory jsou především počty použitých komunikačních modulů již instalovaných a připojených k elektroměrům. Tyto komunikační moduly umožňují omezené možnosti využití technologií pro přenos dat. Některé elektroměry jsou tak odkázány na přenos dat pomocí CSD v sítích GSM. Většina osazených modulů umožňuje využití maximálně GPRS služby. S těmito skutečnostmi je třeba počítat. Životnost modemu je předpokládána na dobu minimálně úředního ověření elektroměru, což je nejčastěji 12 let.



Výměna za modernější moduly umožňující využití nejnovějších technologií pro přenos dat v mobilních sítích je finančně i logisticky náročná, nemluvě o tom, že hlavní výrobci elektroměrů moduly pro tyto technologie teprve vyvíjejí.

### **5.1 Optické rozhraní**

Jeden z nejstarších a dodnes používaných způsobů získávání dat je odečet pomocí optického rozhraní. Využívá se v případě měření typu C či při servisních zásazích.

Toto rozhraní zabezpečuje místní komunikaci s elektroměrem pomocí infračerveného přenosu, pro parametrizaci a odečet dat protokolem IEC 61107 případně IEC 62056-21 COSEM/DLMS. Rychlost přenosu dat je 300 až 9600 baudů komunikačním protokolem HDLC. Typ komunikačního rozhraní je sériové, asynchronní, poloduplexní [2][5].

### **5.2 RS 485, RS 232, M-Bus**

Data lze také z elektroměrů získávat přes standardizované sběrnice. Toto řešení se používá pro lokální odečet elektroměrů a následné zpracování dat v datových centrálách. Pro potřeby distribučních společností je možno využít těchto sběrnic k hromadnému odečítání několika elektroměrů vzájemně propojených a následnému odesílání dat přes jeden modem.

### **5.3 Odečty pomocí PSTN**

Data z elektroměrů lze samozřejmě odesílat i pomocí analogového vytáčeného připojení za použití modemu. Tato technologie je zatím ještě používána, a to u odběrných míst s typem měření A, kde byla potřeba přenášet naměřené údaje v předchozích letech. S nástupem digitálních ústředěn se tento způsob již nadále nerozšiřuje a jsou upřednostňovány jiné možnosti komunikace s elektroměrem. Přesto legislativa stále ukládá povinnost odběratele s měřením typu A, zřídit pevnou telekomunikační linku pro přenos naměřených dat.

### **5.4 Odečty pomocí CSD (Circuit Switched Data) v GSM síti**

Dostupnost této služby je rovna pokrytí signálem 2G mobilního operátora. Jedná se o první technologii přenosu dat v mobilní síti založené na spojování okruhu podobně jako v klasických sítích PSTN.

Její nevýhodou je však nutné navázání spojení a vymezení celého kanálu i po dobu, kdy nejsou data přenášena. Je zde využíván hlasový kanál, jímž jsou přenášena data. Trvale jsou vyhrazeny dva kanály pro odesílání a příjem dat. V podstatě by se dalo říci, že místo

přenášeného hlasu (což jsou vlastně také data), přenášíme data jiná. Protože už tak značně komprimovaná data přenášející hlas, jsou náchylná na kvalitu přenosu, je třeba použít opravné mechanismy, které zajistí doručení dat v dostatečné kvalitě. Pro data nehlasového charakteru si můžeme dovolit snížit režii na korekci chyb a dosáhnout vyšší přenosové rychlosti.

I tak docílíme přenosové rychlosti 9,6 kbps pro užitečná data. Pro naše účely a přenosy dat o objemu 30kB/den/elektroměr je tato technologie dostačující. Bohužel z pohledu provozovatele sítě je tento způsob přenášení dat nevýhodný. Jednotlivé kanály jsou blokovány i v době, kdy neputují data ani jedním směrem. Jako bychom si vyhradili silnici jen pro sebe a nikdo jiný na ni nesměl, dokud mu ji neuvolníme a to samé by udělal další účastník. To je neefektivní, proto operátoři hledají způsoby, jak využít kapacitu přenosových kanálů, když jsou k dispozici. Možností je nabídnout přenos dat v době, kdy je kanál volný a tím se dostáváme k myšlence a podstatě přechodu z odečítání dat z našich elektroměrů z CSD režimu do GPRS režimu. Pro objem přenášených telemetrických dat je CSD připojení dostačující, ale nemusí tomu tak být v budoucnu. Pak však bude potřeba uvažovat o změně technologie, protože ani GPRS nedisponuje dostačující rychlostí pro přenos většího objemu dat. Zde je však značné omezení i v modemech, které bude nutno fyzicky vyměnit.

Z pohledu distributora jsou hlavním přínosem přechodu na GPRS finanční náklady, které mohou být až o řád nižší.

### **5.5 Odečty pomocí GPRS v GSM síti**

Technologie přenosu dat z elektroměrů pomocí GPRS umožňuje využití většiny stávajících modemů v síti. Data jsou přenášena v paketech, kanál není trvale vyhrazen pro komunikaci, jak je tomu u CSD. Výhodou je nevytěžování mobilní sítě v době, kdy to není potřeba, čímž se šetří prostředky. Komunikace není symetrická a upload dat probíhá z pravidla na nižších rychlostech než download, což je pro potřeby koncových uživatelů užívajících mobilní terminál pro stahování dat ze sítě výhodné. Bohužel pro směr, kdy potřebujeme telemetrická data odeslat směrem od zařízení do datové centrály, má toto omezení opačný efekt. Je omezujícím faktorem rychlosti přenosu. Toto omezení určuje třída GPRS, která stanovuje počet využitých time slotů pro odesílání a příjem dat. Pro třídu 8 je pro upload (tedy směr, kterým budeme potřebovat přenést data z přístroje do centrály) vymezen pouze jeden komunikační kanál, kdežto směr z centrály k terminálu může využít větší počet volných

kanálů. To však není v našem případě nutné. Centrálou jen iniciujeme modem k tomu, aby začal přenášet předem definovaná data, nebo definujeme krátké příkazy, které parametry chceme číst. Rychlost je tak téměř nepodstatná.

GPRS nemá rezervovány kanály a pokud je tedy konkrétní BTS vyčerpána voláním jiného uživatele, GPRS je odsunuta do pozadí. Tím je snížena propustnost a může dojít až k nedostupnosti služby po určitou dobu. Což je nevýhoda přechodu na tento způsob komunikace. Naštěstí výrobci elektroměrů dodávají modemy s funkcionalitou přepnutí do režimu CSD, pak je možno v případě nouze získat data jiným způsobem.

Další nevýhodou jsou značné latence mobilní sítě (v případě sítí 2G), které mohou dosahovat řádu jednotek sekund. To omezuje možnosti použití protokolu IEC EN 61107, VDEW pro komunikaci s elektroměrem. Tyto protokoly předepisují maximální dobu na požadavek, která však při komunikaci GPRS není dodržena. Proto je pro komunikaci nutné použít novější protokoly, a to především podporované COSEM/DLMS (IEC-62056).

Výhoda použití služby GPRS (hlavně pro provozovatele mobilní sítě) tkví převážně ve využití sítě pouze po dobu přenosu dat. Tarifikační operátoři provádějí na základě přeneseného objemu dat, nikoli dle doby použití vyhrazeného kanálu. Tím je pro koncového uživatele finančně výhodnější komunikovat přes GPRS, ne však spolehlivější!

## **5.6 Odečty pomocí ethernetových sítí**

Tento způsob je možný a do budoucna perspektivní. Z pohledu distribučních společností jsou zde značná omezení, a to nedostupnost ethernetových sítí v rozvaděčích, kde je prováděno měření elektrické energie. Zatím se tato možnost používá pro odečet dat z podružných elektroměrů pro potřeby majitele odběrného místa. Tento způsob je rychlý a spolehlivý, ale je zde riziko neautorizovaného přístupu k datům, ovlivnění samotné parametrizace přístroje, nebo závislost na funkčnosti LAN sítě, která není v majetku distribuční společnosti. Jak již bylo uvedeno v části věnované legislativě, je nutné data předávat s určitou periodicitou a zajistit jejich dostupnost, což by mohlo být problematické za předpokladu využití cizí sítě.

Nicméně s rozvojem a potřebou monitorovat další parametry odběrného místa a tím pádem nárůstem objemu přenášených dat bude jistě tento způsob využíván. Otázkou také je, zda současné zabezpečení elektroměrů dovolí jejich přímé připojení do IT sítí, myšleno z důvodu rizika jejich napadení.

## **6 Mobilní sítě GSM**

Přestože bude pro náš účel využita technologie GPRS, bude dobré si stručně představit rozdíly mezi různými generacemi mobilních sítí.

### **6.1 1. Generace (GSM)**

První generace GSM sítí byla koncipována jako síť s propojováním okruhu CSD. Prioritou těchto sítí bylo přenášet hlas, avšak potřeba přenést informace jiného charakteru vedla k využití této sítě pro přenos užitečných dat. Hlas jsou přece také data a proč tedy nevyměnit informaci za informaci. Problém nastával s rychlostí přenosu a vytížením sítě (rezervace radiového kanálu pro komunikaci mezi terminálem a dalším libovolným bodem v jiné síti), i v okamžiku, kdy neprobíhá přenos dat. Takový způsob je nevhodný k přiděleným frekvenčním pásmům.

### **6.2 2. Generace (2G)**

Aby bylo možné využít radiové zdroje efektivně, bylo by výhodné přenášet data po celou dobu spojení. To však není možné, pokud je vyhrazen komunikační kanál pro konkrétního uživatele. Proto byla rozvinuta myšlenka nevyhražovat komunikační cestu jedinému uživateli (pokud se tedy jedná o přenos užitečných dat nikoli dat hlasových). V tomto případě jsou data rozložena do paketů a odesílána v době volných prostředků. Ty mohou být dynamicky přidělovány různým uživatelům podle momentální kapacity přiděleného kanálu. Tato technologie je známa pod zkratkou GPRS, tedy paketový přenos dat. Hlavní výhodou je efektivnější využití přiděleného frekvenčního pásma. Nevýhodou pak vzájemné omezování uživatelů při datové komunikaci a přednost hlasových hovorů před datovým přenosem.

### **6.3 3. Generace (3G)**

Protože se požadavky na rychlost přenosu dat v mobilních sítích neustále zvyšují a předchozí generace sítí narazily na své limity, bylo nutné revidovat stávající stav a pokusit se najít způsob, jak rychlost dále navýšit. Tento krok se již neobešel bez významného zásahu do celé architektury sítě. Dle standardu UMTS -jak se také síť 3. generace nazývají- byla koncepce sítě navržena jinak, než je tomu u první a druhé generace. Hlavní rozdíl je ve využití frekvencí. Zatímco u sítí předchozích generací má každý terminál v rámci příslušné BTS přidělenou svoji frekvenci, u UMTS komunikují všechny terminály na stejné frekvenci k příslušné Node B.

Jednotlivé terminály se pak rozlišují přidělením určitého kódu, který nesou přenášená data v sobě. Data jednotlivých uživatelů jsou přenášena současně a až po dekódování opět rozdělena (CDMA).

Tato technologie umožňuje výrazně rychlejší přenos dat proti starším mobilním sítím. Nevýhodou je nutnost dynamického řízení výkonu jednotlivých terminálů, protože kvůli rozdílným vzdálenostem od Node B a použití stejné frekvence dochází k rušení jednotlivých koncových zařízení mezi sebou. Proto Node B nebo nadřazené RNC kontroluje úroveň signálu jednotlivých zařízení a vysílá požadavky na změnu vysílaného výkonu tak, aby nebyl rozdíl mezi jednotlivými zařízeními. To má pozitivní dopad i na energetické nároky radiové cesty.

#### **6.4 4. Generace (LTE)**

LTE je často označováno jako síť 4. generace, přestože nejsou splněna kritéria pro tento standard. Přináší výrazně zvýšenou přenosovou rychlost proti UMTS. Tohoto efektu je docíleno především větší hloubkou modulace (16QAM nebo 64QAM), ale také využitím frekvenčního dělení pásma OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).

Asi nejjednodušeji si lze tuto metodu představit jako rozdělení přiděleného frekvenčního pásma do několika subpásem. Data jsou pak přenášena na různých nosných frekvencích, které jsou si velmi blízké. Aby nedocházelo k interferencím mezi blízkými frekvencemi, jsou tyto mezi sebou fázově posunuty.

Díky tomu, že jsou data přenášena paralelně na více subnosných frekvencích, je možné prodloužit délku jednotlivých symbolových znaků a docílit tak větší robustnosti přenášeného signálu.

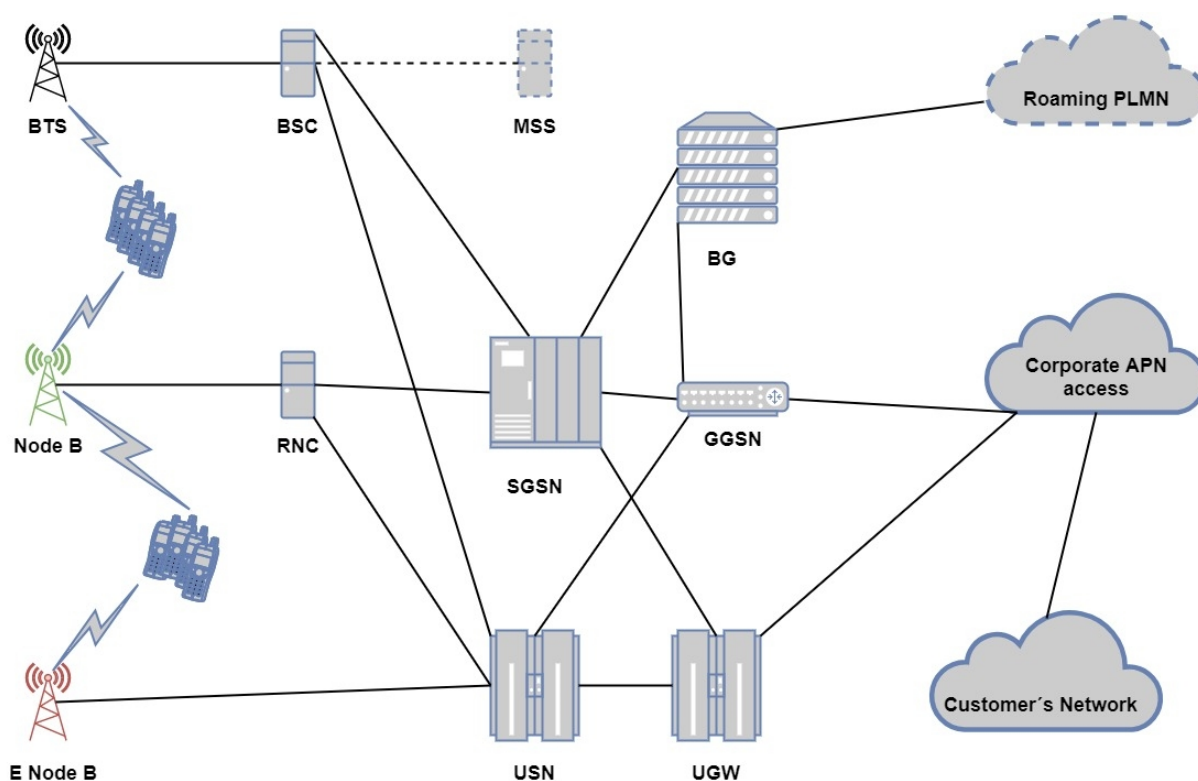
V časové oblasti jsou ještě symboly odděleny dostatečně dlouhou časovou mezerou. Tím se zamezí mezisymbolové interferenci. K té dochází díky odrazům signálu od překážek v prostředí nebo ji způsobuje Dopplerův jev při pohybu terminálu. Signál tak doputuje od vysílače k přijímači z více zdrojů, jejichž signály jsou vzájemně zpožděny.[11]

## 7 Topologie sítě GSM – datová část

GSM síť umožňuje mobilní komunikaci mezi koncovými terminály a také jinými připojenými sítěmi. Zabezpečuje přenos dat a vytváří dojem, že koncový terminál je v podstatě jedním z počítačů komunikujících přes protokol TCP/IP. Proto, aby tento výsledný obraz byl dodržen, je zapotřebí mnoha síťových prvků v GSM síti. Jednotlivé části plní svoji úlohu, aby zajistily kontinuální přenos. Radiová část této sítě je náchylná k okolním vlivům a je omezena přiděleným rozsahem kmitočtů, ve kterém může pracovat.

Ve skutečnosti je v GSM síti použito mnoho různých postupů, jak data putují od terminálu k serverům a zpět.

Níže jsou popsány jednotlivé části a jejich úloha v síti GSM.



Obr. 1 Topologie GSM sítě – část pro přenos dat.

### **7.1 BTS (Base Transciever Station)**

Základnová stanice BTS (Base Transciever Station) je první prvek, se kterým se terminál při komunikaci setká. Zajišťuje radiové spojení mezi koncovým zařízením a GSM sítí. Jednotlivé BTS jsou rozmístěny v prostoru tak, aby se vzájemně překrývaly a pokryly území ve svém okolí. S mobilními terminály si vyměňují informace o stavu radiové komunikace. Základnové stanice dále komunikují s jednotkou BSC. Komunikace mezi těmito body probíhá zpravidla také přes radiové spoje.

Tato generace základnových stanic označovaných jako BTS umožňuje komunikaci v sítích 2G (GPRS/EDGE). Pro síť 3G a LTE jsou základnové stanice označovány jako Node B nebo eNode B. Jejich účel je obdobný jako BTS.

### **7.2 Node B**

V podstatě se jedná o BTS avšak pro podporující standard UMTS. Node B umožňují šíření signálu 3G sítí (UMTS/HSPA...). Důležitým úkolem tohoto prvku je řízení výkonu koncových zařízení tak, aby nedocházelo k interferencím. Všechny terminály totiž komunikují na stejné frekvenci a rozdíly mezi bližšími a vzdálenými uživateli by způsobovaly značný rozdíl v přijímaném výkonu. Proto je třeba u vzdálených zařízení vysílací výkon zvýšit a u bližších naopak potlačit. Dalším rozdílem oproti BTS je soft handover. Tato funkcionality zajišťuje plynulý přechod na další Node B bez přerušování komunikace v případě pohybujícího se terminálu, nebo při změně okolních podmínek vedoucích k handoveru.

### **7.3 e Node B**

Základnová stanice pro šíření signálu 4G sítí podporujících LTE. E Node B již nejsou spravovány RNC, ale připojeny k USN prvku.

### **7.4 BSC (Base Station Controller)**

Tato komponenta (Base Station Controller) sítě obstarává přidělování volných radiových kanálů na BTS, řídí tyto základnové stanice a obstarává handover. Handover je převzetí probíhající komunikace další BTS při např. pohybujícím se terminálu, nebo změně podmínek v prostředí. BSC řídí zpravidla několik BTS v dosahu. Zpracovává signál, zesiluje jej a předává do SGSN.

## 7.5 MSS

Ústředna zajišťující komunikaci v CS síti. Další prvky za MSS již nejsou popsány, protože pro účely paketových přenosů nejsou podstatné.

## 7.6 RNC (Radio Network Controller)

Tato jednotka má stejný význam jako BSC v sítích GSM. Jejím hlavním úkolem je řízení radiového provozu a přijímání žádostí terminálů o přístup. Obstarává několik Node B a řídí je. Funkci řízení výkonu by mohl zajistit i Node B, ten však potřebuje informaci o dostupných kanálech na jiných Node B, pokud dochází k handoveru. Proto tuto funkcionalitu zajišťuje právě RNC.

## 7.7 SGSN

SGSN (Serving GPRS Support Node)

Tento prvek sítě je ústřednou pro mobilní síť, avšak pro paketovou část dat.

Jeho hlavními funkcemi jsou:

- Obousměrné směrování datových paketů
- Obsluha přihlášených uživatelů do GPRS sítě
- Autentizace a šifrování
- Kontrola IMEI

[12]

## 7.8 GGSN

(Gateway GPRS Support Node – brána mezi GPRS sítí a internetem)

Tato část sítě zprostředkovává komunikaci mezi GPRS sítí a vnějšími sítěmi.

Zajišťuje tyto služby:

- Komunikace mezi SGSN a externími sítěmi
- Konverze protokolů GPRS na standard IP
- Firewall mezi mobilní sítí a externími sítěmi

[12]



## **7.9 BG**

Rozhraní mezi GPRS sítěmi ostatních operátorů. Zajištění roamingu a firewall mezi sítěmi. [12]

## **7.10 USN**

Prvek, který zastává funkcionalitu MME a SGSN pro generace sítí 2. až 4. [12]

## **7.11 UGW**

Prvek, který zastává funkcionalitu PGW, SGW a GGSN pro generace sítí 2. až 4. [12]

## **7.12 SGW (Serving Gateway)**

Zprostředkovává datovou komunikaci mezi radiovou sítí (eNodeB) a PGW. [12]

## **7.13 PGW (PDN Gateway)**

Jedná se o prvek, který zprostředkovává datové připojení pro koncové zařízení. Komunikuje s dalšími systémy jako je OCS, PCRF, CG apod., které se starají o zajištění požadované služby a účtování s ohledem na pravidla platná pro konkrétního zákazníka. PGW je také odpovědná za přidělení IP adresy koncovému terminálu a na druhou stranu zajišťuje komunikaci do internetu nebo k serveru, který potřebuje na zajištění služby požadované zákazníkem. [12]

## **7.14 MME**

Pro účely 4G sítě obdobně jako SGSN pro 2G/3G - Mobility Management Entity – zajišťuje komunikace s eNodeB, HLR/HSS a SGW – v podstatě zpracovává požadavky terminálů na připojení na úrovni signální, tedy ověřuje, jestli má terminál oprávnění využívat služby, o které žádá a případně postupuje požadavky dále na zpracování směrem na SGW. [12]

## **8 Odečítací řetězec Datová centrála-elektroměr**

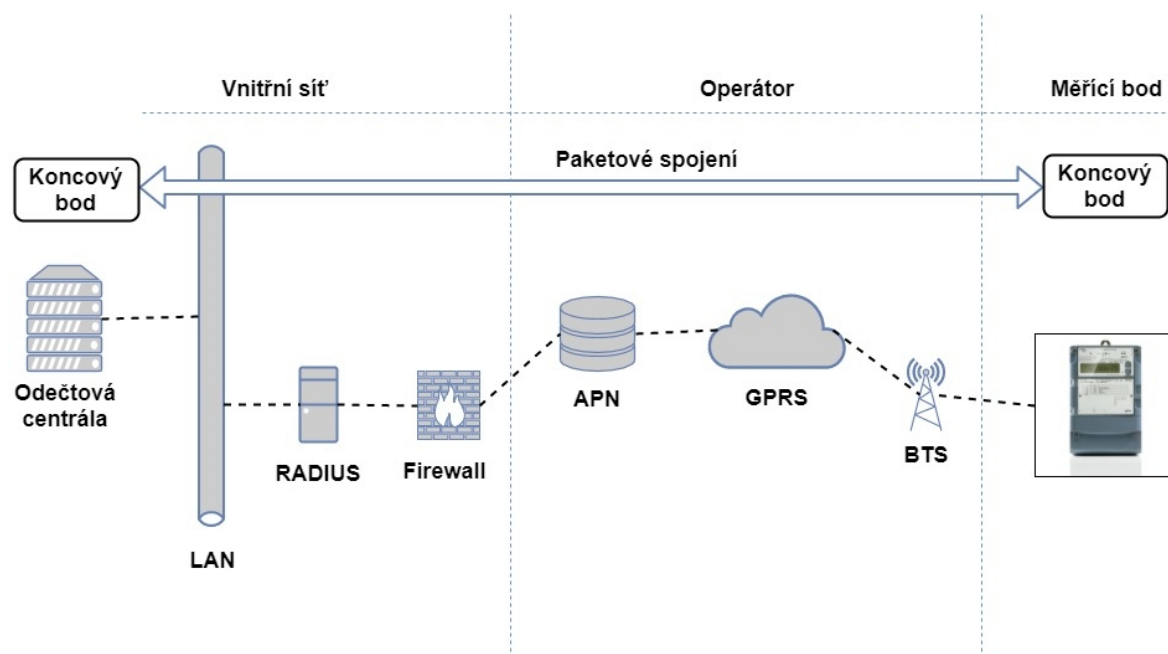
Úkolem datové centrály je sbírat fakturační a telemetrická data z jednotlivých odběrných míst. Dále udržuje jednotný čas měřících zařízení dle stanovených odchylek viz níže. Vyhláška č. 82/2011 Sb. § 3 Měření elektřiny stanovuje intervaly měření podle jeho typu a také předávání naměřených dat na operátora trhu s elektřinou (dále OTE) viz kapitola 4.2.

Z těchto podmínek se odvíjí četnost odečítání dat. V praxi jsou odečty realizovány denně po ukončení poslední měřicí periody dne.

Zařízení spolu komunikují pomocí protokolu TCP/IP, proto se v principu z pohledu odečtové centrály jedná o standardní komunikaci využívající Ethernet/LAN a topologie GPRS je považována za segment vnitřní sítě.

Avšak díky značným latencím v GSM síti v režimu GPRS dochází k překročení timeoutů předepsaných pro protokoly IEC EN 61107, VDEW. Proto pro odečítání elektroměrů je nutné využít protokoly COSEM/DLMS (IEC 62056).

Naším cílem je odečítat data z elektroměrů a dále je zpracovávat v datové centrále. Abychom mohli navázat spojení, je zapotřebí, aby se nejprve modem zaregistroval v síti operátora a byly připraveny podmínky pro komunikaci. Centrála předpokládá komunikaci s konkrétní IP adresou ve známém rozmezí. Očekává tedy, že elektroměr bude reprezentován fixní IP a bude dostupný. Přes APN spojující síť mobilního operátora a vnitřní síť, servery RADIUS autentifikují určitou SIM a na základě korektního uživatelského jména a hesla zařízení přidělí fixní IP. Od teď je elektroměr jedním z počítačů vnitřní sítě.



Obr. 2 Schéma paketového spojení centrály s elektroměrem přes GPRS. [7]

## 8.1 Modemová základna

U distribuční společnosti se jedná o počet 56 000 odběrných míst, která jsou osazena průběhovým měřením a je u nich potřeba data pravidelně odečítat a odesílat na OTE.

Tabulka 1.: Počet odběrných míst podle typu měření.

Typ měření	Počet ks	Procent
A	8799	15,7%
B	45676	81,4%
C	1616	2,9%
<b>Celkem</b>	<b>56091</b>	<b>100%</b>

Z výše uvedené tabulky je patrné, kolik elektroměrů je nutno nějakým způsobem odečítat. Na základě typu měření je pak dle legislativy stanoveno, v jakých intervalech musí být data odečtena a předána.

Tabulka 2. Počet odběrných míst dle způsobu komunikace.

Způsob komunikace	Počet ks	Procent
CSD GSM	3900	7,0%
GPRS	51769	92,3%
CSD PSTN	312	0,6%
Terminálové odečty	110	0,2%
<b>Celkem</b>	<b>56091</b>	<b>100%</b>

Tabulka 2. zobrazuje rozdělení odběrných míst podle způsobu komunikace, který může být použit. CSD GSM jsou elektroměry, k nimž jsou připojeny modemy s možností komunikace pouze CSD a neumožňují překlopení do režimu GPRS. CSD PSTN jsou modemy pro pevnou telefonní linku. 110 modemů je v lokalitách, kde není dostupná ani pevná linka a pokrytí signálem mobilního operátora je nedostatečné, a proto je nutné elektroměry odečítat pomocí ručního terminálu optickým rozhraním. Největší množinu tvoří modemy umožňující překlopení do režimu GPRS. Potenciál přechodu na GPRS je značný, a tím i ekonomické

dopady na proces odečítání jsou efektivní. Avšak je potřeba vzít v potaz množství koncových zařízení, která přejdou na komunikaci GPRS. Toto bude mít nepochybně dopad i na síť mobilního operátora. Modemy mají omezené možnosti nastavení jejich chování k mobilní síti. Například autonomní restarty a opětovné přihlášení modemů k GSM síti může být problematické vzhledem k počtu současně komunikujících modemů.

## 8.2 Centrálou iniciované spojení

Odečtová centrála se chová jako TCP/IP client, tedy otevírá spojení s TCP/IP Serverem, který reprezentuje modem připojený k elektroměru s přidělenou pevnou IP adresou. Po úspěšném navázání spojení probíhá výměna dat již podle normy.

Proto, aby došlo k úspěšnému přenosu dat mezi modemy a centrálou, musí být IP jednotlivých bodů v centrále evidovány.

Tato koncepce přináší výhody v podobě možnosti plánování odečítání a je plně v režii centrály. Zůstává zachována struktura a plánování odečtů tak jako při komunikaci přes CSD.

Nevýhodou je pak iniciace mnoha odečítaných bodů najednou a zatížení GSM sítě množstvím současně probíhajících relací. Proto je nutné zátěž rozkládat.

## 8.3 Synchronizace a seřízení času

Vyhláška č.82/2011 Sb. o měření elektřiny stanovuje povolenou odchylku mezi odečtovou centrálou, časem měřícího zařízení a reálným časem takto:

- „Povolená odchylka mezi odečtovou centrálou a reálným časem je maximálně +/- 5 sekund.
- Pro měření typu A je mezi měřícím zařízením a odečtovou centrálou povolena odchylka maximálně +/- 5 sekund.
- Pro měření typu B je mezi měřícím zařízením a odečtovou centrálou povolena odchylka maximálně +/- 1 minuta.
- Pro měření typu M je mezi měřícím zařízením a odečtovou centrálou povolena odchylka maximálně +/- 3 minuty.“[8]

Těchto maximálních odchylek je třeba dostát, a proto je nutné čas pravidelně kontrolovat a nastavovat. Seřizování času je jedním ze základních úkolů odečtové centrály.

V režimu CSD centrála při spojení kontroluje čas v měřících bodech a při zjištění odchylky nad stanovený limit provede seřízení.

Při čtení a seřizování času v elektroměrech se bere na vědomí latence sítě a předpokládá se, že doba odezvy je obousměrně symetrická a konstantní. Nejprve probíhá opakovaně čtení aktuálního času a výpočet odchylky s předpokládanou latencí sítě. Pak je centrálou provedeno seřízení.

Bohužel v případě GPRS jsou latence proměnné a značně nesymetrické. Kvůli tomu se zvyšuje pravděpodobnost, že centrála nebude správně čas v měřících bodech synchronizovat. Snahou o seřízení může naopak dojít ke zvýšení odchylky. [7]

Pro zajištění synchronizace času používá centrála CSD volání. Prostřednictvím GPRS komunikace je při odečtu dat porovnán čas a pokud je odchylka nad stanovené meze, je měřící bod zařazen do množiny elektroměrů, která bude seřizena přes CSD volání na pokyn obsluhy.

## **9 Realizace odečítání statických elektroměrů prostřednictvím GPRS**

Pro zdárný přechod na odečítání dat prostřednictvím GPRS je zapotřebí několika kroků. V první řadě musí být výše popsaný komunikační řetězec k dispozici. Což je u popisovaného modelu splněno.

Dále je třeba, na základě databází zařízení, identifikovat typy a firmware verze modemů umožňujících komunikaci GPRS. V našem případě se jedná o dva výrobce elektroměrů, kteří ke svým měřidlům poskytují i odpovídající komunikační rozhraní různých typů.

Pro jednotlivé typy pak budeme definovat konfiguraci modemu, kterou bude nutno do modemu vzdáleně přenést.

Dalším krokem bude potřeba dávkově nastavovat komunikační jednotky. Pro tento úkol slouží nástroje umožňující automatickou komunikaci s jednotkami na základě předdefinovaných kritérií.

Po úspěšném přepnutí jednotek do GPRS módu přijde na řadu nastavení komunikační cesty v centrále.

## 9.1 Modemy

V konkrétním případě se jedná o modemy společnosti Landis+Gyr a Itron. Pro realizaci jsou použitelné pouze modemy umožňující GPRS komunikaci, což jsou modemy Landis+Gyr s typovým označením CU-P32 (FW D60) a CU-P42 (FW D71, D72) a Itron Sparklet V2.0, V2.1i. Parametrizaci je možné provádět přes dodávaný software, který umožňuje konfiguraci modemu.

Základní parametry pro nastavení modemů, které je třeba nastavit v modemu pro režim GPRS jsou:

- Mód režimu (CSD/GPRS)
- APN
- Uživatelské jméno do APN
- Uživatelské heslo do APN
- TCP Port

## 9.2 Modemy Landis+Gyr

S těmito modemy lze komunikovat prostřednictvím protokolu DLMS se softwarem dodávaným výrobcem. Modem je integrován do těla elektroměru a propojen s rozhraním elektroměru pomocí pinů přímo na desce plošných spojů. Komunikace probíhá buď lokálně optickým rozhraním na elektroměru nebo vzdáleně přes síť GSM v módu CSD či GPRS. V software lze konfigurovat parametry komunikace a další funkcionality komunikační jednotky.

Tabulka 3. Parametry modemů Landis+Gyr CU-P32, CU-P42.

Parametr	Typ (verze firmware)		
	CU-P32 (D60)	CU-P42 (D71)	CU-P42 (D72)
Randomisation (s)	-	-	3600
Network Login Repetition	5	5	5
Network Login Repetition Delay (s)	1700 - 1790	1000	600
Modem Reset every (h)	24	24	24
TCP/IP Communication Window	14:46 - 14:30	always activated	always activated
Modem Reset Start Time	-	23:20	22:00

Kromě základních parametrů je nutné nastavit i parametry autonomního restartu, komunikačního okna GPRS/CSD a případně náhodné prodlevy přihlášení k síti. Tyto parametry nabývají na významu s množstvím komunikujících jednotek. Platí, že čím mladší firmware verze (dále FW) v jednotkách je, tím širší jsou možnosti nastavení.

U FW (D60/116, D60/11A, D60/11B) jednotek CU-P32 je již implementovaná funkce automatického přepnutí jednotky do CSD režimu při identifikaci volání tohoto typu, ale není možné nastavit čas resetu modemu. Reset je proto prováděn na základě času z elektroměru pouze podle nastavené doby mezi resety. Tato vlastnost způsobuje již výše popsané problémy s hromadným přihlašováním mnoha modemů ve stejnou dobu a tím nároky jak na GSM síť, tak na servery Radius, které autentifikují koncová zařízení při vstupu do vnitřní sítě.

Starší komunikační jednotky mají fixně nastavené komunikační okno pro režim CSD/GPRS a v nastavených časech jsou striktně v určeném režimu. To omezuje možnosti centrály na určení doby komunikace přes GPRS a také dobu, kdy je možné synchronizovat čas pomocí CSD.

U jednotek CU-P42 (D71) je již implementován parametr libovolného nastavení restartu modemu a to umožňuje posunout restart vůči ostatním jednotkám. Pro ještě vyšší diverzifikaci se u FW (D72) vyskytuje parametr náhodného přihlášení nastavitelný od 1s do 3600s. Modem s tímto nastavením vyčkává náhodnou dobu v nastavených mezích a teprve poté se přihlásí do sítě GSM.

Tabulka 3. Rozvrhuje, jakým způsobem budou jednotky nastaveny. Většímu časovému rozložení po celém území ještě pomůže rozvrstvení dle regionů. Pro tento účel budou určena pásma opakovaného přihlášení u modemů CU-P32(D60).

Samozřejmě by bylo možné zvolit i jiné schéma, ale vzhledem k organizační struktuře podniku je toto řešení optimální.

### **9.3 Modemy Sparklet**

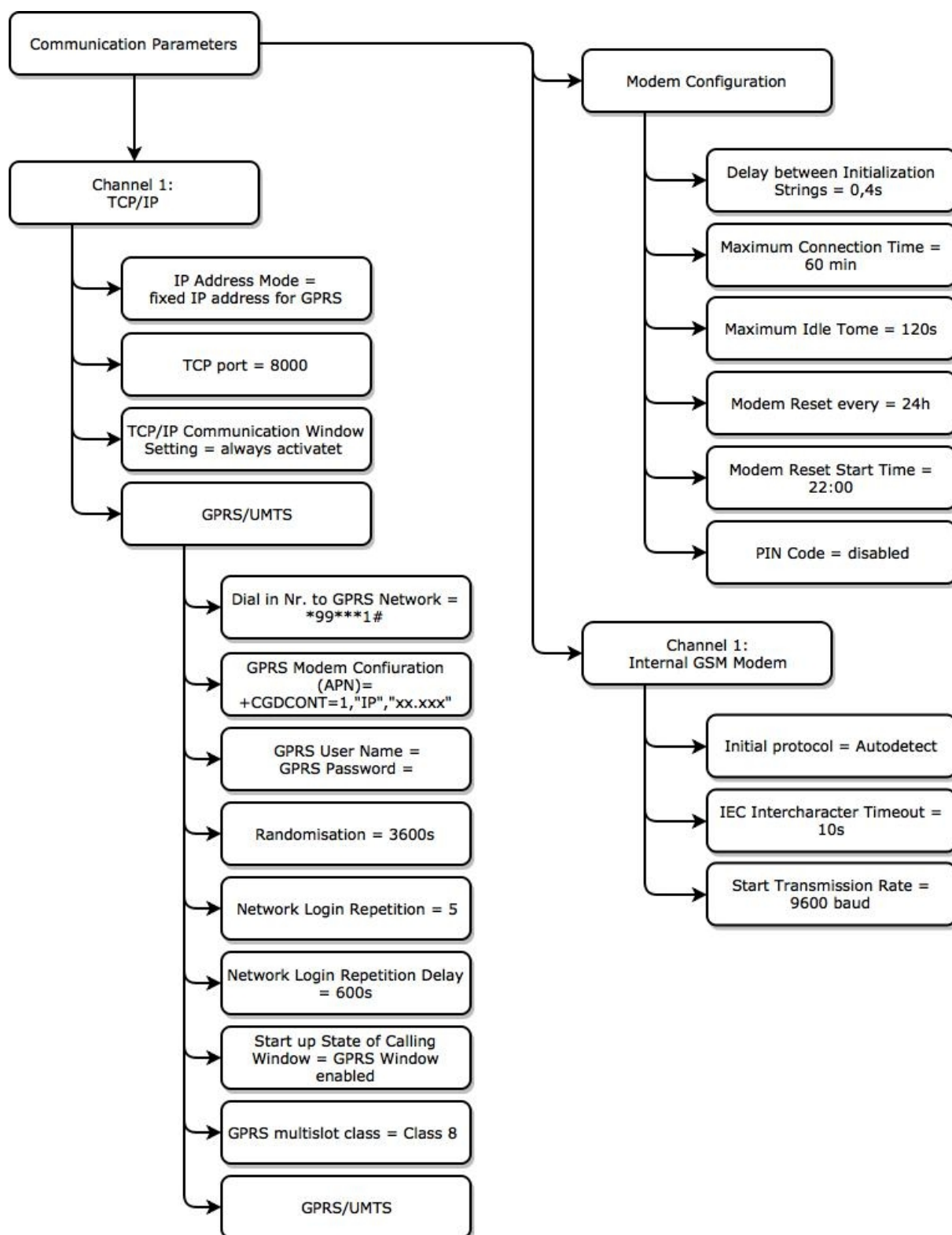
Jsou modemy dodávané společností Itron k elektroměrům řady SL 7000. Jejich parametrizace se provádí opět specializovaným software, který umožňuje nastavit základní parametry jednotky. Modem je propojen s elektroměrem přes rozhraní RS485, přes které je možno s modemem komunikovat. Samozřejmě i zde máme možnost vzdáleného spojení s jednotkou přes GSM.

V GPRS režimu modem dokáže přijímat CSD volání a přerušit v takovém případě přenos dat paketového charakteru. Pro svůj restart nepoužívá čas z elektroměru, a proto odpadá problém s hromadným přihlašováním více modemů do sítě.

#### **9.4 Nastavení modemů pro GPRS**

Pro zdárné zprovoznění a nastavení modemů do režimu GPRS bude nejprve provedeno odzkoušení na dvou modemech obou výrobců. Tím se prověří bezchybné nastavení všech komponent řetězce elektroměr-centrála.





Obr. 3 Schéma parametrizačního stromu modemu L+G.

Uvedené schéma parametrizačního stromu modemu Landis+Gyr CU-P42(D72) popisuje důležité parametry modemu a jejich nastavení pro režim GPRS. Ve vnitřní IT síti budou

vystupovat jednotlivé elektroměry jako jednoznačná zařízení s konkrétní adresou, proto nastavíme modem do módu fixní IP. Port pro TCP/IP komunikaci byl přidělen xxxx. Nastavíme uživatelské heslo a jméno, které je registrováno pro APN a Radius server ověří, jestli přidělená IP adresa patří do vnitřní IT sítě.

Přihlašování modemu k GSM síti se provádí automaticky. Čas a případné opakování neúspěšné registrace je opět zvolen na základě předchozích tabulek s ohledem na FW verze komunikačních jednotek.

Parametrizační strom modemu Itron Sparklet V2.1i je obdobný, pouze neobsahuje logiku komunikačních oken jak je tomu u modemů L+G.

## 9.5 Test komunikace

Samotnou parametrizaci dvou testovacích modemů provedeme vzdáleně přes CSD volání. Ověření funkčnosti bude sledováno příkazem ping na IP a následně kontrolním odečtem dat z elektroměrů, nejprve do SW pro servis a poté do datové centrály Converge. Tím bude dokončen celý komunikační řetězec a nasimulováno reálné prostředí.

```
Příkaz PING na 10.216.84.140 - 32 bajtů dat:  
Vypršel časový limit žádosti.  
Vypršel časový limit žádosti.  
Vypršel časový limit žádosti.  
Vypršel časový limit žádosti.  
Vypršel časový limit žádosti.  
Vypršel časový limit žádosti.  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=1538ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=513ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=472ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=450ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=507ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=370ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=362ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=528ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=483ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=499ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=483ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=499ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=477ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=499ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=295ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=270ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=272ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=266ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=269ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.84.140: bajty=32 čas=267ms TTL=245
```

Obr. 4 Ping po nastavení modemu CU P42(D72) do režimu GPRS.

```
Statistika ping pro 10.216.84.140:  
Pakety: Odeslané = 1251, Přijaté = 1251, Ztracené = 0 (ztráta 0%),  
Přibližná doba do přijetí odezvy v milisekundách:  
Minimum = 258ms, Maximum = 3137ms, Průměr = 337ms
```

Obr. 5 Statistika ping po nastavení modemu CU P42(D72) do režimu GPRS.

```
Příkaz PING na 10.216.208.215 - 32 bajtů dat:  
Vypršel časový limit žádosti.  
Vypršel časový limit žádosti.  
Vypršel časový limit žádosti.  
Vypršel časový limit žádosti.  
Vypršel časový limit žádosti.  
Vypršel časový limit žádosti.  
Vypršel časový limit žádosti.  
Odpověď od 10.216.208.215: bajty=32 čas=724ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.208.215: bajty=32 čas=200ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.208.215: bajty=32 čas=181ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.208.215: bajty=32 čas=196ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.208.215: bajty=32 čas=218ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.208.215: bajty=32 čas=217ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.208.215: bajty=32 čas=194ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.208.215: bajty=32 čas=209ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.208.215: bajty=32 čas=195ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.208.215: bajty=32 čas=175ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.208.215: bajty=32 čas=188ms TTL=245  
Odpověď od 10.216.208.215: bajty=32 čas=207ms TTL=245
```

Obr. 6 Ping po nastavení modemu Sparklet V2.1i do režimu GPRS.

```
Statistika ping pro 10.216.208.215:  
Pakety: Odeslané = 455, Přijaté = 454, Ztracené = 1 (ztráta 0%),  
Přibližná doba do přijetí odezvy v milisekundách:  
Minimum = 159ms, Maximum = 1650ms, Průměr = 198ms
```

Obr. 7 Statistika ping po nastavení modemu Sparklet V2.1i do režimu GPRS.

Oba modemy se podařilo přepnout do režimu GPRS a komunikují ve vnitřní síti. Ve statistice pingu můžeme vidět změny v odezvách. Ty se většinou projevují při prvním přihlášení do sítě GSM, avšak některé výrazně větší odezvy se objevují náhodně během navázaného spojení a dosahují jednotek vteřin.

Pro správu zařízení je nutné komunikovat s elektroměrem. Pokud je správně nastaven bezpečnostní systém elektroměru, měli bychom být schopni elektroměru zasílat příkazy a vyčítat z něj data. Proto prověříme, zdali jsme toho schopni za použití SW dodávaného výrobcem. Úkolem bude odečíst z obou elektroměrů data profilu zátěže v délce jednoho měsíce a registry fakturačních a telemetrických hodnot. Tento interval je zvolen z důvodu nutnosti odečítání dat typu měření B viz kapitola 4.2.

## 9.6 Odečtení dat z elektroměrů

Data průměrného čtvrt hodinového výkonu ze šesti kanálů zaznamenávaných hodnot jsou uložena v paměti elektroměru. Jedná se o odběr a dodávku činné energie a čtyři kvadranty jalové energie. Dále pak odečteme registry energií včetně hodnot předchozích měsíců. Elektroměry Actaris SL7000 odečteme pouze protokolem DLMS/COSEM a to proto, že tento protokol je podporován pro vzdálenou komunikaci.

Elektroměry Landis+Gyr E650 se pokusíme odečíst jak protokolem DLMS/COSEM tak i starším protokolem VDEW. Z důvodu charakteristické implementace protokolu DLMS/COSEM v elektroměrech Landis+Gyr a koncepci odečtové centrály Converge je důležité ověřit možnost odečítat data oběma protokoly.

Oba způsoby odečtu dat se podařilo úspěšně provést. Komunikace protokolem IEC EN 61107, VDEW byla úspěšná pro odečet dat jednoho elektroměru. V případě odečtu dat z elektroměrů zapojených do kaskády přes RS485 je nutné použít protokol DLMS/COSEM, protože latence GPRS sítě zapříčiňují neúspěšné načtení většího objemu dat. Úspěšné načítání dat z kaskády elektroměrů v rozsahu předešlých testů je možné pouze protokolem DLMS/COSEM.

Dalším krokem je test komunikace v režimu vytáčeného spojení. Tím bude ověřena schopnost přepnutí komunikačních jednotek do režimu alternativního režimu v případě nedostupnosti GPRS služby, anebo nutnosti seřízení času na elektroměrech.

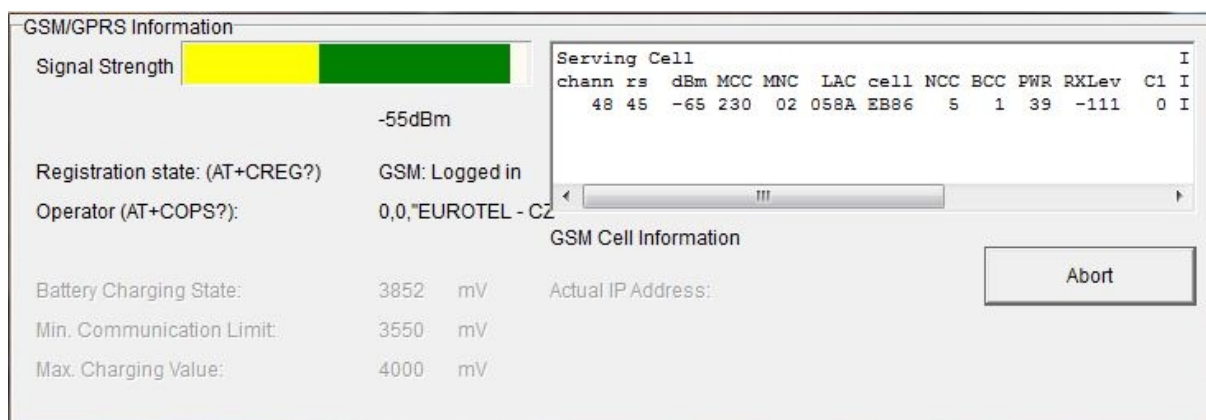
## 9.7 Servisní komunikace

Servisní komunikací se rozumí vzdálená správa elektroměrů. Bezpečnostním systémem elektroměrů jsou povoleny úkony jako načítání dat, seřízení času, sledování událostí a editace povolených položek. Nastavení slouží také k diagnostice komunikační jednotky, síly signálu k připojené BTS a dalších podpurných informací pro kontrolu celého řetězce.

Podle síly signálu lze určit, jestli při instalaci bude nutné použít anténu s větším ziskem a podobně.



Obr. 8 Intenzita GSM signálu v daném bodě – L+G CU P42.



Obr. 9 Intenzita GSM signálu v daném bodě – Itron Sparklet V2.1i.

## 9.8 Odečet do centrály Gridstream Converge Landis + Gyr

Datová centrála Converge (dále jen CNV) podporuje odečítání dat z elektroměrů komunikujících protokoly IEC EN 61107, VDEW a IEC 62056-21, DLMS/COSEM. Pro komunikaci je potřeba definovat parametry komunikace a její způsob.

The screenshot shows a web-based configuration interface for a communication path. The title bar reads "Communication Path: ITRON SL7000 GPRS - Detail View". Below the title bar is an "ACTIONS" dropdown menu. The main configuration area includes a "Communication Path" field with the value "ITRON SL7000 GPRS" and a close button. Below this is a "Type" field set to "DLMS". The interface is divided into two sections: "Main Line Attributes" and "Backup Line Attributes".

Main Line Attributes	
Phone Number:	[REDACTED]
IP-Address:	[REDACTED]
TCP Port Number:	8 000
Number of Retries:	3
Repeat Idle Time:	4 000
Max. Distance:	5 000
Idle Time First Tg.:	100
Wait After Connect:	5 000

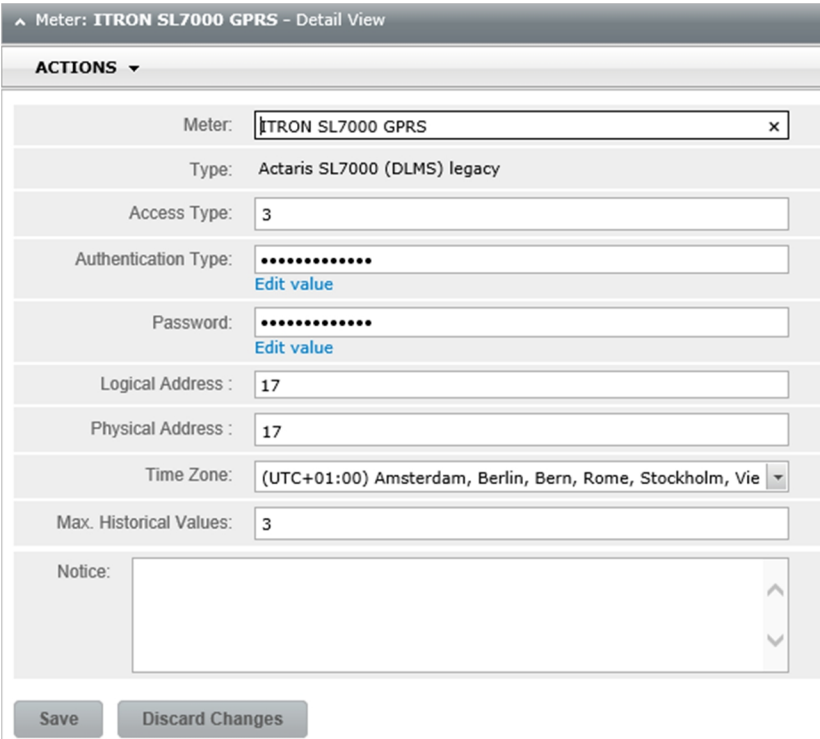
  

Backup Line Attributes	
Definition active:	Yes
Phone Number:	[REDACTED]
Number of Retries:	3
Repeat Idle Time:	4 000
Max. Distance:	5 000
Idle Time First Tg.:	100
Wait After Connect:	5 000
Notice:	[Empty text area]

Obr. 10 Nastavení komunikační cesty pro elektroměr Itron SL7000.

Jako první důležitá věc je definice komunikační cesty a timeoutů v CNV. Zadáme telefonní číslo a IP adresu přidělenou serverem Radius. CNV má v sobě aktuální seznam SIM a IP pro potřeby ověření správnosti zadávaných údajů.

Port je defaultně nastaven na xxxx a bude přes něj komunikováno. Při úspěšném spojení čeká CNV vymezený čas v poli „Wait After Connection“ než začne odesílat požadavky na elektroměr. Parametr „Idle Time First Tg.“ je prodleva mezi jednotlivými datovými toky. Pokud není odečet dat úspěšný, použijí se parametry pro opakování. Těmito jsou „Number of Retries“ = počet opakování, „Max.Distance“ = povolená prodleva mezi daty, ve které data musejí přijít a pokud nepřijdou, čeká se „Repeat Idle Time“, než je požadavek odeslán znovu. Nastavené timeouty by měly být dostatečné k protokolu COSEM/DLMS v režimu GPRS.



Obr. 11 Nastavení hesel pro elektroměr Itron SL7000.

Pro komunikaci s elektroměrem je potřeba nastavit typ a heslo určené k odečtu dat. Pokud by bylo více elektroměrů připojených na sběrnici např. RS485, pak je možné přes jedno komunikační rozhraní odečítat všechna měřidla. Jejich rozlišení se provede definicí fyzické adresy v poli „Physical Address“. Typ přístupu „Access Type“ úzce souvisí s principem zabezpečení elektroměru. Všechny parametry jsou nastaveny a lze spustit odečet dat, který bude následně spouštěn automatem v požadovaném čase.



Variables		Meter Groups		
^ Load Profile Variables				
Expand all   Collapse all				
Name	PVM	OBIS Code	Last Value	Period
> +A	1x	1.5.0	16. 4. 2018 8:45:00	15
> +Ri	1x	5.5.0	16. 4. 2018 8:45:00	15
> -Rc	1x	8.5.0	16. 4. 2018 8:45:00	15
^ Billing Variables				
Expand all   Collapse all				
Name		OBIS Code	Last Value	
> +E*		1.8.0	16. 4. 2018 8:53:32	
> +P_VT*		1.6.1	16. 4. 2018 8:53:32	
> +Qi*		5.8.0	16. 4. 2018 8:53:32	
> F.F.1			16. 4. 2018 9:02:36	
> F.F.2			16. 4. 2018 9:02:36	
> I1			16. 4. 2018 9:02:36	
> I3			16. 4. 2018 9:02:36	
> ID_NUMBER		C.1.0	16. 4. 2018 9:02:36	
> LAST PARAM		C.83.1	16. 4. 2018 9:02:36	
> -Qc*		8.8.0	16. 4. 2018 8:53:32	
> U1		32.24	16. 4. 2018 9:02:36	
> U3			16. 4. 2018 9:02:36	

Obr. 12 Úspěšný odečet elektroměru Itron SL7000.

Data jsou odečtena v centrále v kompletním složení: tedy jak zátěžový profil, tak data registrů, což je patrné z pole „Last Value“.

Nastavení pro elektroměry Landis+Gyr v CNV je pro komunikaci DLMS/COSEM obdobné. Elektroměry Landis+Gyr řady E650 byly vyráběny v mnoha firmware verzích a do určité doby byl popis registrů pro COSEM/DLMS pomocí OBIS kódu značen velmi liberálně. To je pro jednoznačnou definici v CNV potíží. Tento problém je možno obejít dvěma způsoby. Buď budou v CNV známy knihovny firmwareových verzí elektroměrů a jim přiřazeny odpovídající vzory (to klade nároky na obsluhu, která musí získat informaci o firmwarové verzi elektroměru) nebo se pokusíme odečítat elektroměr pomocí protokolu VDEW. Ten však byl vystaven pro účely optického rozhraní. Splňuje i požadavky pro odečítání prostřednictvím CSD, ale pro odečítání přes GPRS je problematický, viz latence při GPRS přenosu.

Problémy působí hlavně odečítání delších úseků zátěžového profilu. Proto byl vytvořen parametr, kterým je možno omezit blok odesílaných dat zátěžového profilu na 8 hodnot. Každý blok je centrálou ověřován a kontinuálně ukládán. Pak narůstá objem přenášených dat, ale zvýší se pravděpodobnost úspěšnosti přenosu.

ACTIONS ▾	
Communication Path:	<input type="text" value="LG ZMD310 GPRS"/>
Type:	VDEW
^ Main Line Attributes	
Phone Number:	<input type="text" value="REDACTED"/>
IP-Address:	<input type="text" value="REDACTED"/>
TCP Port Number:	<input type="text" value="8 000"/>
Software Parity:	<input type="text" value="Even (7E)"/>
Negotiated Baud Rate:	<input type="text" value="Meter Baud Rate"/>
Number of Retries:	<input type="text" value="3"/>
Max Rcv. Length:	<input type="text" value="50 000"/>
Max Send Length:	<input type="text" value="2 000"/>
Repeat Idle Time:	<input type="text" value="4 000"/>
Send Idle Time:	<input type="text" value="100"/>
Max. Distance:	<input type="text" value="150"/>
Wait After Connect:	<input type="text" value="5 000"/>
Wake-up Idle Time:	<input type="text" value="0"/>
Wake-up Length:	<input type="text" value="0"/>
^ Backup Line Attributes	
Definition active:	<input type="text" value="No"/>
Phone Number:	<input type="text"/>
<input type="button" value="Save"/> <input type="button" value="Discard Changes"/>	

Obr. 13 Nastavení komunikační cesty pro elektroměr L+G E650 ZMD310.

Jak je patrné z obr. 13, nastavení některých timeoutů je odlišné, než je tomu u komunikace DLMS/COSEM, a to u položek maximální doby pro příjem a odesílání dat „Max.Rcv./Send Length“.

Variables		Meter Groups			
^ Load Profile Variables <span style="float:right">Expand all   Collapse all</span>					
Name ^	PVM	OBIS Code	Last Value	Period	
> +A	1x	1.5.0	16. 4. 2018 9:00:00	15	
> +Ri	1x	5.5.0	16. 4. 2018 9:00:00	15	
> -Rc	1x	8.5.0	16. 4. 2018 9:00:00	15	
^ Billing Variables <span style="float:right">Expand all   Collapse all</span>					
Name ^		OBIS Code	Last Value		
> +E*		1.8.0	16. 4. 2018 8:53:00		
> +P*		1.6.0	16. 4. 2018 8:53:00		
> +Qi*		5.8.0	16. 4. 2018 8:53:00		
> ANGLE I1_U1			N/A		
> ANGLE I2_U2			N/A		
> ANGLE I3_U3			N/A		
> ANGLE U1			16. 4. 2018 9:14:32		
> ANGLE U2			N/A		
> ANGLE U3			N/A		
> CT_RATIO		0.4.2	N/A		
> DI_RATE		0.2.2	N/A		
> E_MULTP		0.4.1	N/A		
> F		F.F	16. 4. 2018 9:14:32		
> I1			16. 4. 2018 9:14:32		
> I2			16. 4. 2018 9:14:32		
> I3			16. 4. 2018 9:14:32		
> ID_NUMBER		C.1.0	16. 4. 2018 9:14:32		
> KUMUL		0.1.0	16. 4. 2018 9:14:32		
> LAST PARAM		C.83.1	16. 4. 2018 9:14:32		
> P_MULTP		0.4.0	N/A		

Obr. 14 Úspěšný odečet elektroměru L+G E650 ZMD310.

Z elektroměru L+G E650 ZMD310 se podařilo načíst data i protokolem IEC EN 61107 VDEW v režimu GPRS. Neodečtené položky v poli „Last Value“ s hodnotou „N/A“ jsou registry, které buď nejsou dostupné, anebo jejich hodnoty nejsou k dispozici vzhledem ke způsobu zapojení měřidla.

## 9.9 Příprava scriptů

Nyní, když jsou zprovozněny komunikační cesty od elektroměru až do datové centrály CNV, lze přistoupit k dávkovému překlopení modemů do režimu GPRS. Pro tyto účely jsou vytvořeny postupy, jakými způsoby lze takový úkon provést.

U elektroměrů Landis+Gyr E650 využijeme software MAP100, který na základě scriptů s předdefinovanými parametry provede automaticky přenastavení modemů. Je zapotřebí

konfigurovat několik souborů pro MAP100. Dva kroky budou sloužit pro nastavení modemu do režimu GPRS a nastavení APN.

New file name: MAP100		create rep file									
rep file source: rep file1											
No.	device ID	user_name	password	port	APN	GPRS		GSM		dlms string - GPRS settings (case 3)	dlms string - time window settings (case 4)
						time_start	time_end	time_start	time_end		
1	LGZ96678964-2	xxxxxx	yyyyyy	8000	xx.xxxXX	0:00:00	23:59:59	18:00:00	18:01:00		
2	LGZ99673312-2	xxxxxx	yyyyyy	8000	xx.xxxXX	0:00:00	23:59:59	18:00:00	18:01:00		
3	LGZ99673313-2	xxxxxx	yyyyyy	8000	xx.xxxXX	0:00:00	23:59:59	18:00:00	18:01:00		
4	LGZ99673314-2	xxxxxx	yyyyyy	8000	xx.xxxXX	0:00:00	23:59:59	18:00:00	18:01:00		
5	LGZ99673315-2	xxxxxx	yyyyyy	8000	xx.xxxXX	0:00:00	23:59:59	18:00:00	18:01:00		
6	LGZ99673316-2	xxxxxx	yyyyyy	8000	xx.xxxXX	0:00:00	23:59:59	18:00:00	18:01:00		
7	LGZ99673317-2	xxxxxx	yyyyyy	8000	xx.xxxXX	0:00:00	23:59:59	18:00:00	18:01:00		

Obr. 15 Soubor „rep file1.rep“ pro nastavení komunikační jednotky do režimu GPRS.

Na základě vstupních údajů o jednotce, výše uvedená utilita vygeneruje nastavení APN a komunikačních oken do souboru „rep file1.rep“. Ve formátu DLMS protokolu bude odesláno nastavení přes vytáčené spojení do modemů. Pro vybrané komunikační jednotky pak ještě provedeme přenastavení doby autonomního restartu obr. 16 a prodlevy pro přihlášení dle tabulky 3. – soubor „MAP100\_script\_situ12.rep“.

New file name: MAP100_script_situ12		create rep file									
No.	device ID	Modem reset every (h)	Network Login Repetition Delay (s)	Network Login Repetition	GSM		GPRS		dlms string		
					time_start	time_end	time_start	time_end			
1	LGZ97750400-2	24	1500	2	5:05:00	4:55:00	18:00:00	18:00:30			
2	LGZ96619243-2	13	3000	3	5:06:00	4:56:00	18:00:00	18:00:30			
3	LGZ96619832-2	12	1600	5	5:05:00	4:55:00	18:00:00	18:00:30			
4	LGZ95366661-2	0	2500	4	5:06:00	4:56:00	18:00:00	18:00:30			
5	LGZ97750393-2	1	1700	10	5:05:00	4:55:00	18:00:00	18:00:30			

Obr. 16 Soubor „MAP100\_script\_situ12.rep“ pro nastavení parametrů restartu modemů.

Dále potřebujeme soubor (\*.dli) se seznamem telefonních čísel, na která budeme chtít parametry přenášet. Ten určuje prodlevy mezi voláním na další modem a telefonní čísla, na která bude postupně provedeno vytáčené spojení.

```
MAP100_DEVICELIST_2_0
"MAP100"
"MAP100"

Begin_Additional_Declaration
  File_Generation_Date    "10.04.2018"
  File_Generation_Time    "11:59:10"
  Title                   "1_script_dv1_10042018_GSM"
  ExecutionMode           Auto
  CommunicationMedium     Modem
End_Additional_Declaration

// single devices with a modem, one requiring an initial delay of 2.5 s

Dial=724564706 DELAY=5000
Dial=725230281 DELAY=5000
Dial=724961575 DELAY=5000
Dial=725031839 DELAY=5000
Dial=725797949 DELAY=5000
Dial=724968578 DELAY=5000
Dial=725798718 DELAY=5000
Dial=724248763 DELAY=5000
Dial=724754708 DELAY=5000
Dial=724798440 DELAY=5000
Dial=725899427 DELAY=5000
Dial=724969604 DELAY=5000
Dial=724499781 DELAY=5000
```

Obr. 10 Soubor „\*.dli“ seznamu telefonních čísel pro MAP100.

V případě úspěšného spojení program vyčte z modemu jeho identifikační číslo v podobě výrobního čísla a prefixů a vyhledá jej v souboru „rep file1.rep“. Pokud nalezne shodu, provede odeslání parametrů do modemu, ukončí relaci a pokračuje v seznamu na další telefonní číslo. Události automatického běhu jsou logovány do souboru „\*.log“ ve kterém je záznam úspěšnosti probíhajícího běhu.

```
PhoneNo:724508991,DeviceAdr:,LGZ96676998-2,18.04.18 07:25:01,F:\SCRIPTS\rep file1.rep(0),OK
PhoneNo:724049486,DeviceAdr:,LGZ99670789-2,18.04.18 07:26:06,F:\SCRIPTS\rep file1.rep(0),OK
PhoneNo:724676510,DeviceAdr:,LGZ96646165-2,18.04.18 07:27:12,F:\SCRIPTS\rep file1.rep(0),OK
PhoneNo:602431617,DeviceAdr:,LGZ96811293-2,18.04.18 07:28:16,F:\SCRIPTS\rep file1.rep(0),OK
PhoneNo:724161183,DeviceAdr:,LGZ96677044-2,18.04.18 07:29:23,F:\SCRIPTS\rep file1.rep(0),OK
PhoneNo:724207650,DeviceAdr:,LGZ99670779-2,18.04.18 07:30:25,F:\SCRIPTS\rep file1.rep(0),OK
PhoneNo:602483681,DeviceAdr:,LGZ99670784-2,18.04.18 07:31:28,F:\SCRIPTS\rep file1.rep(0),OK
PhoneNo:725078268,DeviceAdr:,LGZ96423700-2,18.04.18 07:32:31,F:\SCRIPTS\rep file1.rep(0),OK
PhoneNo:724616204,DeviceAdr:,LGZ96812580-2,18.04.18 07:33:33,F:\SCRIPTS\rep file1.rep(0),OK
PhoneNo:725068202,DeviceAdr:,LGZ96619187-2,18.04.18 07:34:43,F:\SCRIPTS\rep file1.rep(0),OK
PhoneNo:724558148,DeviceAdr:,LGZ99671147-2,18.04.18 07:35:40,F:\SCRIPTS\rep file1.rep(0),OK
```

Obr. 11 Soubor „\*.log“ záznam automatického běhu programu.

S ohledem na manuální překlopení režimu odečítání v centrále CNV a době běhu procesu, budou skripty vytvářeny v objemu 300 komunikačních jednotek.

Pro hromadné přenastavení modemů Sparklet V2.1i do režimu GPRS byl vytvořen společností Itron skriptovací nástroj SparkletIIConfigurator.

Aktualizace konfigurace probíhá odesláním AT příkazů na konkrétní modem. Lokální modem se pokusí navázat spojení s protější stranou a v případě úspěchu přepne modem do režimu konfigurace odesláním příslušného hesla. Nástroj ověří, jestli je možné aktualizovat firmware modemu. Pokud ano, dojde k nastavení požadovaných parametrů v modemu. O výsledku je vyhotoven logovací záznam.[9]

SparkletIIConfigurator se spouští v příkazovém řádku a vyžaduje 2 argumenty. První označí sériový komunikační port, ke kterému je připojen modem a druhý cestu ke konfiguračnímu souboru.[9]

Příklad syntaxe: SparkletIIConfigurator.exe COM3 config.ini

Vstupní soubor se vytváří ve formátu „\*.csv“ a je v následujícím formátu.

Tabulka 4. Formát vstupní tabulky pro konfigurační nástroj SparkletIIConfigurator.[9]

Telefonní číslo	Uživatelské jméno	Uživatelské heslo
601280103	xxxxxx	xxxxxx
...	...	...

Výstupem jsou opět soubory „\*.csv“, které logují úspěšnost provedeného běhu.

Tabulka 5. Formát výstupní tabulky konfiguračního nástroje SparkletIIConfigurator.[9]

Telefonní číslo	Uživatelské jméno	Uživatelské heslo	Firmware verze	Úspěšnost spojení	Úspěšnost rekonfigurace
601280103	Xxxxxx	xxxxxx	2-5	OK	NOK
...	...	...	3-20i	OK	OK
...	...	...	Unkn.	NOK	NOK

Nyní je třeba nakonfigurovat inicializační soubor. Ten obsahuje informaci o rychlosti komunikace, nastavení místního modemu, přepnutí vzdáleného modemu do konfiguračního módu a samozřejmě nastavení APN.

```
[LocalModem]
baudrate=9600
# Init string that should be sent to the local modem.
#   Verbose
#   Disconnect active connection on DTR drop
#   select speed=9600 v.32 / data circuit asynchronous / non-transparent
#   (7=9600 bps (v.32) 12=9600 bps (v.34) 14=14400 bps (v.34) 71=9600 bps (v.110) 75=14400 bps (v.110))
Init0=atv1&d2x3
[RemoteModem]
# Remote configuration password
CPW=Cur.Sup&
# List of firmware version that should be upgraded.
# Each firmware version string must separated by space.
# ie: FW=version1 version2 version3
FW=3-20 3-20i
[FileNames]
# Input csv filename (relative or absolute) which contains the list of remote modem number.
# The 1st column holds the phone number (ie: 0475123456 or +475123456)
# the 2nd column holds the username for GPRS attach
# the 3th column holds the password for GPRS attach
ModemListFilename=in.csv
# Output csv filename (relative or absolute) which contains the upgrade result.
# This file is not cleared at startup. Results are appended to the current file (or created missing)
# The 1st column holds the phone number
# the 2nd column holds the username for GPRS attach
# the 3th column holds the password for GPRS attach
# the 4th column holds the Firmware version that was read from the remote modem
# the 5th column holds the value "ok" if the modem answered.
# the 6th column holds the value "OK" if the modem was properly upgraded.
# the value "NOK" is used if anything unexpected happened after the remote modem connection.
ReportFilename=out.csv
# Output filename (relative or absolute) which contains the log.
# the log is appended to the existing file (or created if file is missing)
LogFilename=log.txt
[AtCommands]
# list of AT commands (must start from at0)
# the keyword <user> will be replaced by the username extracted from the csv file "ModemListFilename"
# the keyword <pwd> will be replaced by the password extracted from the csv file "ModemListFilename"
at0=AT*APN=
at1=AT*PPPUN=<user>
at2=AT*PPPPW=<pwd>
at3=AT*IPLISTEN=1,0,8000
at4=AT*SAVE
at5=AT*MODE=1
```

Obr. 12 Inicializační soubor programu SparkletIIConfigurator.

## 10 Návrh opatření pro vývoj komunikačních jednotek a datové centrály

V souvislosti s překlopením komunikačních jednotek do režimu GPRS je z pohledu datové centrály nutno vyřešit několik obtíží.

### 10.1 Seřízení času

Seřízení času na elektroměrech, o kterém již byla několikrát zmínka v této práci, je velmi problematické a díky vlastnostem GPRS výsledek nelze příliš ovlivnit. Latence při paketové komunikaci ve 2G síti jsou proměnné a nahodilé.

Jediný způsob pro stávající portfolio komunikačních jednotek se jeví hlídání času v určitém rozmezí. Pokud dojde k odchylce, je konkrétní jednotka přesunuta do skupiny pro seřízení vytáčeným spojením CSD, kde jsou latence sítě předvídatelné a empiricky ověřené.

### 10.2 Komunikační protokoly

Další obtíží pro centrálu jsou OBIS kódem nejednoznačně definované popisy registrů v některých elektroměrech. Z toho důvodu se musejí jednotlivé elektroměry asociovat se správnými vzory nastavení uloženými v CNV, což zvyšuje nároky na obsluhu a působí obtíže při výměně elektroměru. Pro jednoznačnost by bylo vhodnější využívat protokolu IEC EN 61107 VDEW, ten však není podporován všemi elektroměry a způsobuje popsané potíže při odečtu delšího časového úseku uložených dat zátěžového profilu. Jako přijatelná koncepce se jeví použití protokolu IEC EN 61107 VDEW při odečtu jednotlivých elektroměrů a při odečtech za kratší časový úsek v řádu jednotek dnů. Nelze doporučit odečet delšího časového období nebo odečet elektroměrů zapojených do kaskád pomocí sběrnic.

### 10.3 Rozvržení zatížení

Spojení s modemem je centrálou iniciované, a proto by mělo být optimalizováno tak, aby nedocházelo k zatěžování GSM sítě, a to převážně v nižších radiových vrstvách tím, že nebude vyžadováno spojení na mnoho modemů v jedné lokalitě v jeden čas. Proto by centrála měla mít informaci o poloze měřícího zařízení nebo by měla náhodně vybírat modemy z různých skupin, které jsou v CNV vytvořeny.

### 10.4 Komunikační jednotky

Každá nová verze firmware komunikační jednotky přinášela snahu o eliminaci potíží spojených s komunikací GPRS. Některé potíže se podařilo eliminovat, jiné přijatelně minimalizovat. Nicméně pro optimální fungování je potřeba aplikovat některé změny.

Do budoucna se jeví jako vhodné použití modemů na platformě LTE, u kterých je předpokládána řádově nižší latence GSM sítě, která by řešila potíže se seřizováním času. Jako



řešení se také nabízí jednotkou synchronizovaný čas ze sítě GSM. To však předpokládá vyšší inteligenci komunikační jednotky.

Jako stěžejní se jeví implementace „push módu“, tedy režimu, kdy jsou data odesílána samotným zařízením bez žádosti centrály ve zvolené struktuře a logice.

Tento systém by byl použitelný jak v komunikační jednotce, tak v samotném modemu. Z důvodu kompatibility by bylo vhodné, aby funkci „push mód“ zajišťoval modem, ale zde narážíme na zajištění z pohledu bezpečnosti dat.

## 11 Závěr

Předmětem této práce bylo zdůvodnit potřebu dálkového odečítání elektroměrů - na základě legislativních požadavků - popsat v současnosti používané komunikační kanály a vytvořit parametrizační skripty pro dávkové přenastavení elektroměrů do režimu GPRS.

Požadavky na přenos dat jsou stanoveny Energetickým zákonem a vyhláškou 82/2011Sb., které společně určují charakter a periodicitu předávání dat na OTE. Díky tomuto legislativnímu prostředí je nutno zabezpečit přenos dat v uložených termínech.

Naproti tomu stojí technická základna používaných elektroměrů a komunikačních řetězců, které jsou koncipovány minimálně na dobu životnosti úředního ověření elektroměrů, což je u sekundárního měření 12let. Tato perioda značně omezuje možnosti nastavení a využití stávajících komunikačních jednotek. Komunikační technologie v posledních letech učinily výrazný technologický skok a modemy použité pro vzdálený přenos dat tak značně morálně zastarávají.

I přes to není jejich potenciál ještě plně využit a je možné jejich nastavení modifikovat tak, aby bylo docíleno pro provozovatele distribuční soustavy výrazných ekonomických přínosů a pro telekomunikačního operátora úspor ve využití sítě.

Přestože je přenos dat z elektroměrů uskutečňován různými komunikačními technologiemi, proti GSM jsou tyto prostředky zcela marginální. Mobilní telekomunikační sítě jsou dnes hlavním kanálem pro přenos dat a s rozšířením dálkově odečítaných elektroměrů jejich význam dále poroste. Nyní dostačující přenosová rychlost pro odečet zátěžového profilu a dat registrů elektroměru bude velmi brzy vyžadovat využití modernějších mobilních technologií. Předpokladem do budoucna je přenos dalších parametrů a veličin, které je elektroměr schopen měřit.

Pokud se vrátíme ke schopnostem modemů již osazených v distribuční síti, musíme vystačit s technologií GPRS. Ta je v modemech již většinou implementována. Možnosti nastavení modemů částečně eliminují nežádoucí dopady na mobilní síť, co se týče rozložení zátěže při autonomních restartech jednotek a probíhající komunikaci. Nemalý díl odpovědnosti za

vytížení celého komunikačního řetězce je i nastavení datové centrály. I zde lze naplánovat optimální rozložení komunikace v čase a částečně i v prostoru.

Pro zdárné nastavení všech parametrů modemů a v podstatě i datové centrály je zapotřebí znát topologii a princip fungování GSM sítě. Tento popis je součástí kapitoly „Topologie sítě GSM“. Jsou zde popsány základní prvky a jejich účel.

Pro představu celého procesu je v dalších kapitolách popsán odečítací řetězec od elektroměru k centrále a s ním spojená omezení.

Na základě znalosti těchto procesů jsem navrhl nastavení konkrétních modemů tak, aby mělo co nejmenší dopad na zatížení mobilní sítě operátora a zároveň aby plnilo požadavky provozovatele, tedy distributora.

Vzhledem k rozprostření odběrných míst na velkém území by bylo ekonomicky velmi nákladné a časově zdlouhavé toto nastavení aplikovat na modemy jednotlivě.

Proto jsem využil software od výrobců elektroměrů, který umožňuje hromadnou rekonfiguraci modemů. Vstupem pro tyto nástroje jsou konfigurační skripty, které jsem pro tento účel konfiguroval.

Dalším krokem byl test celého řetězce od modemů k CVG. Tento test prokázal, že realizace překlopení modemů do GPRS módu je možná a v případě vhodných ekonomických podmínek i značně výhodná.

Domnívám se, že vzhledem k rychlosti vývoje telekomunikačních technologií a možnému navýšení objemu dat z elektroměrů by měla být tématu komunikačních modulů věnována odpovídající pozornost. Zejména pak politice morální životnosti GSM modemů. Ze stávajících zkušeností vyplývá, že logika datové centrály by mohla pracovat spíše na principu pasivního příjmu dat zasílaných z terminálů, než hromadné oslovování zařízení na vlastní žádost.

Některé problémy, se kterými se setkáváme dnes, např. seřizování času, by mohly být vyřešeny použitím novějších technologií mobilní komunikace jako je LTE či plánované sítě 5G. Nicméně omezení na straně elektroměrů vždy budou, a to minimálně s ohledem na jejich rozmístění na velkém území omezených možností jejich správy.

## 12 Použitá literatura

- [1] ČSN EN 50470-1 až 3, 2006. *Vybavení pro měření elektrické energie (AC)*.
- [2] SIEMENS METERING AG, 2000.: *Uživatelská příručka Landis &Gyr Dialog ZxDxxx AT/CT*.
- [3] LANDIS+GYR AG, 2015. *USER MANUAL MAP120*.
- [4] LANDIS+GYR AG, 2010. *E650 ZxD Series 3 Functional Description*.
- [5] ACTARIS SAS, 2008. *ELEKTROMĚR ACE SL7000: Návod k obsluze*.
- [6] ACTARIS s.r.o. 2002. *SL7000: Technický popis*.
- [7] Landis+Gyr s.r.o. 2012. *CONVERGE Data Acquisition, Využití GPRS sítě pro sběr telemetrických dat*
- [8] Vyhláška č. 82/2011 Sb. *Vyhláška o měření elektřiny a o způsobu stanovení náhrady škody při neoprávněném odběru, neoprávněné dodávce, neoprávněném přenosu nebo neoprávněné distribuci elektřiny*
- [9] ITRON, 2013. *Script v1.0 Sparklet II Configurator User Guide*.
- [10] Energetický zákon č.458/2000 Sb. § 49 Měření
- [11] Opletal Prokop, 2009. *Bakalářská práce VUT v Brně: Radiové rozhraní systému LTE (E-UTRAN)*
- [12] Richtr Tomáš, 2002. ČVUT. <http://tomas.richtr.cz/mobil/index.htm>