

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta

Měření datové dostupnosti elektroměrů

Bakalářská práce

Milan Blahovec

Školitel: Ing. Václav Novák, CSc.

České Budějovice

2019

Bibliografické údaje

Blahovec Milan, 2019: Měření datové dostupnosti elektroměrů, [Measurement of Electricity Meter Data Availability, Bc. Thesis, in Czech] – 87 p., Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

ANNOTATION

This bachelor thesis is focused on analysis and description of Smart measurement in power engineering. Deals with general demands of Smart Measurement and its use in practice. It also discusses the deployment of the Smart Measurement Pilot Project and describes the components and equipment needed to do so. It also describes measurement and individual phases of deployment and adaptation. It assesses shortcomings and proposes solutions to the shortcomings that have occurred during the project.

PROHLÁŠENÍ DLE AUTORSKÉHO ZÁKONA

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47 b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Litvínovicích

dne

Podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Václavovi Novákovi, CSc. a odbornému vedoucímu Ing. Viktorovi Honsovi za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci. Také bych rád poděkoval manželce za trpělivost, a nejen psychickou podporu a porozumění. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat všem lidem kolem sebe za jejich podporu a za to, že ve mě věřili.

Obsah

Úvod	7
1. Historie a vývoj měření aneb jak to všechno začalo	9
2. Smart metering (inteligentní měření) aneb žhavá současnost	10
2.1. EU legislativa aneb bez EU ani krok	10
2.1.1. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/72/ES	10
2.1.2. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/32/ES	11
2.1.3. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/22/ES	11
2.2. Česká legislativa	12
2.2.1. Vyhláška 82/2011 Sb.	12
2.2.2. Aktuální systém zúčtování elektrické energie HDO a TDD	13
2.3. Situace v Evropě	13
3. Inteligentní řešení aneb v čem jsou sítě, měření a domácnosti chytré	15
3.1. Smart Grids	15
3.2. Smart Metering	16
4. Nároky na Inteligentní řešení	18
4.1. Komunikace a standardizace	18
4.2. Systém IEC 61850	19
4.3. Sběr dat	19
4.4. Transformátory	22
4.5. Skladování energie	22
5. Měřicí technologie SG aneb jak na to	23
6. Smart Metering (SM) aneb vlastní princip	24
6.1. Přenosy dat	24
7. PLC (Power Line Communication) technologie aneb přenos po silové síti	28
7.1. Rozdělení PLC	29
7.2. Úzkopásmová PLC	29
7.3. ISO/OSI MODEL	31
8. RF komunikace aneb vzduchem to jde také	34
8.1. Volné frekvenční pásmo	34
8.2. Placená frekvenční pásma	34
9. Adaptivní Komunikační Technologie aneb moderní nezbytnost	36
9.1. Přínos adaptivní komunikační technologie	40
10. Bezpečnost	41
11. Lokalizace	42
12. Příprava a proměření lokality	44
12.1. Nástroje pro měření	44
12.2. Měření PLC	44

12.2.1. Měření šumu pozadí a rušení	45
12.2.2. Měření hladiny vstříkovaného (superponovaného) signálu	45
12.2.3. Měření impedance	46
12.3. Elvis.....	46
12.3.1. Detekce fází (Elvis).....	47
12.3.2. Testovací proces prováděný se zařízeními Elvis.....	47
12.3.3. CAB 2. BYTOVKY	48
12.4. Výsledky měření	50
13. Výběr technologie.....	51
13.1. Součásti inteligentní měřicí sítě	51
13.1.1. Koncentrátor dat APS CERCO1	52
13.1.2. měřiče CERM1 a CERT1.....	53
13.1.3. Inteligentní řízení zátěže	55
13.1.4. SLC-PLC komunikace	56
14. IT řešení, telekomunikace a protokoly.....	58
15. Komunikace GSM / GPRS	59
16. Montážní práce.....	60
16.1. První fáze instalace do TDS	60
16.2. Druhá fáze instalace měřičů a SLS zařízení.....	60
17. Celkové testy.....	64
17.1. Nesprávná synchronizace času	64
17.2. Přepínání vysokého a nízkého tarifu	65
17.3. Komunikační problémy.....	67
17.4. Komunikační řetězec elektrické sítě	68
17.5. Hlavní jistič před elektroměrem.....	71
17.6. Změny TOU (Time of Use) tabulek.....	71
18. Shrnutí projektu	72
19. Závěr	74
Seznam literatury	75
Knižní zdroje	75
Seznam obrázků:.....	77
Seznam tabulek:.....	78
Seznam grafů:.....	78
Seznam zkratk	79
Přílohy.....	82

Úvod

Ve své práci bych Vám chtěl nabídnout originální náhled do jedné oblasti energetiky, která často stojí stranou od hlavních energetických činností jako je např. výroba a distribuce.

Bez ní však nelze energii úspěšně měřit, tedy ani prodávat a získávat tak nezbytné prostředky pro další činnost.

Ano, jedná se o metering (měření). A právě tento nenápadný obor s vysokým podílem elektroniky prodělává v posledních letech velký pokrok. V různých souvislostech slyšíme také slůvko Smart (chytrý), budujeme např. chytrá města, proto se nelze divit, že se ani energetika neobejde bez chytrých sítí, chytrého měření nebo chytrých domácností.

„Smart Grids“, neboli „inteligentní síť“, je komunikační technologie umožňující regulaci výroby a spotřeby elektrické energie v reálném čase. Základem je obousměrná komunikace mezi výrobou (zdroje elektrické energie) a spotřebiči nebo spotřebiteli. K dosažení cílů je potřebné sladit tři následující podmínky inteligentního měření:

- 1. Plná automatizace**, pod tímto cílem rozumíme propojení digitálního kontrolního a řídicího systému s čidly (senzory), umožňující monitorování chování sítě a automatické obnovování provozu v případě nestandardního chování (poruch). Při plné automatizaci máme v reálném čase informace o zatížení, kvalitě a přerušení dodávky.
- 2. Plná integrace** znamená vybavení zákazníků digitálními měřidly, které musí mít možnost oboustranného přenosu informací v reálném čase podle aktuálních stavů v síti. S touto souvislostí se hovoří o inteligentních elektroměrech (Smart Metering). Na základě této podmínky, může zákazník efektivně řídit a kontrolovat spotřebu.
- 3. Adaptace** na různorodé způsoby výroby elektřiny (obnovitelné zdroje), umožní zákazníkům podílet se na vlastní výrobě a spotřebě, možnost dodávky přebytku energie do sítě.

Komunikace probíhá po samostatných datových sítích a z tohoto důvodu je nutná standardizace pro nástroje a formáty přenášených informací, dále pak zajištění bezpečnosti dat jak ze strany provozních poruch, tak ze strany neoprávněného zneužití.

Na základě této podmínky dosáhneme rychlého sladění nabídky a poptávky po elektrické energii což je hlavní předpoklad nasazení obnovitelných zdrojů v masovém měřítku (nepravidelnost výroby, klima a pod). Výroba z těchto zdrojů (slunce, vítr) se dá jen stěží predikovat.

Dojde k zefektivnění a harmonizaci výroby, využívání a spotřeby energie z co možná nejmenšími provozními náklady.

Na druhou stranu tato myšlenka klade obrovské náklady a nároky na technologie z pohledu složitosti a spolehlivosti pro harmonizovanou součinnost jednotlivých prvků vstupů a výstupů.

V klasické energetické síti zahrnuje sladění bezchybného fungování řádově tisíc prvků (systémová integrace), u Smart Grids se jedná o milióny prvků.

V dnešní době se Smart Grids omezuje na vybrané projekty, ve vymezených regionech, kde se testují technické, provozní a ekonomické vlastnosti fungování různých systému.

1. Cílem mé diplomové práce je v první části shrnout teoretické principy chytrého měření SM, aktuální situaci v České republice, zkušenosti zemí EU, kde se již rozhodlo o plošné instalaci těchto zařízení.
2. V druhé části provést analýzu, nasazení a zhodnocení výsledky měření při implementaci a testování technologie chytrého měření v pilotním projektu, kterého jsem se zúčastnil.
3. Shromáždit a vyhodnotit výsledky testů s ohledem na další možné využití technologii chytrého měření v dalších lokalitách energetické společnosti.

1. Historie a vývoj měření aneb jak to všechno začalo

Měření u nás započalo v roce 1904, nařízením ministerstva obchodu o zkoušení a ověřování měřičů spotřeby elektrické energie cejchovním úřadem. Začalo se indukčním elektroměrem pracujícím na principu asynchronního motoru s kotvou na krátko. Vlivem průchodu proudu proudovou cívkou vznikají v napěťové cívce vířivé proudy. Vzájemným působením cívek vzniká točivé magnetické pole, které otáčí hliněným kotoučem. Měřidlo se vyznačovalo nízkými pořizovací náklady, velkou spolehlivostí a odolností proti přetížení. Ještě dnes se používají indukční mechanické elektroměry. Díky masivnímu rozvoji elektroniky se začínají používat elektronické statické elektroměry (nemají žádné pohyblivé součástky).

Liberalizací trhu s elektřinou, vzniká tlak na tvorbu cen, výroba a nákup se musí přizpůsobit spotřebě a v průběhu času se dynamicky mění. Obrovskou nevýhodou elektrické energie je její neskladovatelnost. Pro provozování soustavy je základní podmínkou rovnost mezi spotřebou a výrobou, v případě nedostatečné výroby se může cena výrazně lišit.

Zhoršování životního prostředí a růst cen vedou ke změně chování zákazníku, změnám zákonů a předpisů pro maximální využití energetické účinnosti. Na základě těchto příčin se začíná objevovat směr spojený s inteligentními sítěmi, inteligentním měřením, inteligentní domácností. Jedná se o vzájemný přenos mezi distributorem (výrobcem) a zákazníkem (uživatelé). Jde o revoluční krok, myšlenku, která je bohužel omezená vysokými investičními náklady k realizaci a taktéž i legislativou která neumožňuje plné využití inteligentních měřicích přístrojů.

2. Smart metering (inteligentní měření) aneb žhavá současnost

2.1. EU legislativa aneb bez EU ani krok

Pro dosažení cílů je nutné stanovit jednotné směrnice a standardy k zajištění a určení právního rámce inteligentního měření pro členské státy EU.

Členskými státy se ponechává volba formy a prostředků pro dosažení stanovených cílů.

2.1.1. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/72/ES

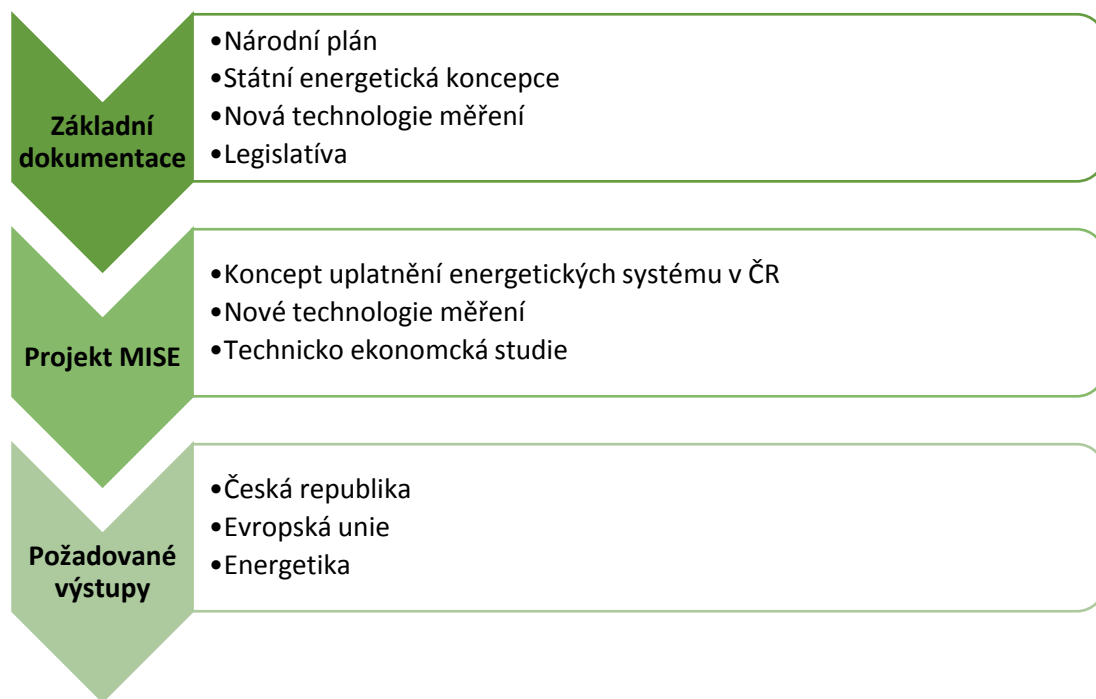
Tato směrnice pojednává o společných pravidlech pro výrobu, přenos, distribuci a dodávku elektrické energie v souladu s ochranou spotřebitele s cílem zkvalitnit a integrovat trhy s elektřinou v EU. V první fázi je nutno dosažení cílů 20/20/20.

Cíl č. 1. dlouhodobá kalkulace nákladů a přínosů pro trh nasazením Smart Meteringu v elektro energetice;

Cíl č. 2. zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů na 20 % z celkové spotřeby elektrické energie;

Cíl č. 3. snížení podílu CO₂ o 20 %, cíle stanoveny do roku 2020. [1]

K dosažení cílů této směrnice byl u nás počátkem roku 2011 spuštěn projekt MISE (Měření a Inteligentní Systémy v Energetice). Hlavním úkolem projektu je vytvoření společné koncepce pro inteligentní měřicí systémy, jejich následnou implementaci a technologické řešení měření v ČR. Součástí projektu je ekonomické posouzení a plošná implementace do roku 2020 (obr.1).



Obrázek 1: projekt Mise, vlastní tvorba

2.1.2. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/32/ES

Hlavní dokument pro podporu a zvyšování energetické účinnosti u koncového uživatele. Energetickou účinností mám na mysli optimalizaci řízení příkonu a výkonu dodávané elektrické energie. ^[2]

V oblasti měření se v článku 13, Měření spotřeby energie a informativní vyúčtování, uvádí: „Povinnost členských států EU vybavit zákazníky individuálními měřiči, které přesně zobrazují skutečnou spotřebu energie a skutečnou dobu její spotřeby, pokud je to technicky možné, finančně únosné a úměrné potenciálním úsporám energie.“

2.1.3. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/22/ES

Označována jako MID (Measuring Instrument Directive), stanovuje pravidla pro měření vody, plynu a přepočítávací množství plynu, elektroměry pro měření činné energie, tepla, kontinuální a dynamické měření kapalin jiných než voda, váhy s automatickou činností, taxametry, ztělesněné míry, měřidla pro měření rozměrů a analyzátory výfukových plynů.

Jedná se o dokument, který definuje požadavky pro měřicí systémy, maximální dovolenou chybu, odolnost, opakovatelnost, spolehlivost atd. ^[3]

2.2. Česká legislativa

V ČR není implementace chytrých měřidel prozatím legislativně podložena, je nanejvýš nutné urychleně implementovat směrnici 2009/72/ES o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektřinou a zrušit směrnici 2003/54/ES.

2.2.1. Vyhláška 82/2011 Sb.

Je norma pro nasazení pravidel pro zajištění měření v přenosových a distribučních soustavách, a to i s vyhodnocením a předáním výsledků včetně nutných informací k vyúčtování elektřiny, taktéž stanovuje podrobnosti způsobu předávání technických údajů ze smluv o dodávkách, měřeních a vyhodnoceních dat o reálných dodávkách elektrické energie.

Měření probíhá pomocí statických nebo indukčních elektroměrů.

Měření je rozděleno na čtyři typy:

- **Měření typu A**, kterým je průběhové měření s dálkovým denním přenosem údajů a průběžný záznam střední hodnoty výkonu za měřicí interval provádí přímo měřicí zařízení.
- **Měření typu B**, kterým je průběhové měření s dálkovým jiným než denním přenosem údajů, a průběžný záznam střední hodnoty výkonu za měřicí interval provádí přímo měřicí zařízení; pokud není možné uskutečnit dálkový přenos údajů z technických důvodů, je možné přenos údajů provést jiným způsobem.
- **Měření typu S**, kterým je měření s dálkovým přenosem údajů, které není měřením typu A ani měřením typu B; pokud není možné uskutečnit dálkový přenos údajů z technických důvodů, je možné přenos údajů provést jiným způsobem.
- **Měření typu C**, kterým je ostatní měření.

Z pohledu malooběratele je nepoužívanější měření typu C, mezi které patří malé podniky a hlavně domácnosti. Zde se odečet měření provádí po jednom roce, odečet elektroměru provádí pracovník společnosti. Pro systém Smart Meteringu je nejpodstatnější spotřeba domácností, neboť zde je potenciál k jejímu ovlivnění největší. ^[4]

2.2.2. Aktuální systém zúčtování elektrické energie HDO a TDD

Typové diagramy dodávky (TDD)

TDD je předpokládaný model průběhu spotřeby zákazníka rozložený v čase. Během roku se mění s ohledem na roční období. Dodavatel má snahu vhodným nastavením „nízkého“ a „vysokého“ tarifu maximálně využít přenosové kapacity vedení a zdrojů.

Hromadné dálkové ovládaní HDO

HDO v dnešní době provádí přepínání pouze mezi dvěma cenovými tarify, nízkým a vysokým. Dále zabezpečuje blokování a spínání velko-odběrových tepelných spotřebičů. Časové úseky blokování určuje distributor elektrické energie.

Myšlenka SM je obdobná jako u HDO, tedy rozprostření spotřeby elektrické energie do časových úseků, kde obecně platí velká výroba a malá spotřeba. Jedná se o snížení špiček spotřeby a efektivnější využívání přenosových kapacit a zdrojů.

Nesporná myšlenka SM oproti HDO je flexibilita a operativita okamžitého použití systému. Při porovnání průběhů před a po pokrytí určité části spotřeby obnovitelnými zdroji je zřejmé, že v průběhu dne při zapojení obnovitelných zdrojů je nutná větší regulace výroby elektrické energie.

2.3. Situace v Evropě

Aktuální stav implementace Smart Meteringu v EU na základě Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/72/ES je v níže uvedené tabulce.1.

Problém spočívá v různorodosti a zvyklosti při poskytování energetických služeb v některých zemích, jako třeba v ČR, kde se provozuje dvou tarifní systém odběru a řízení pomocí HDO. Naproti tomu ve většině zemí se provozuje jednotarifní systém a je zde méně problému s nasazením. ČR má vyjednanou dlouhodobou výjimku.

Stát	Začátek implementace	Plánované dokončení implementace	Aktuální stav implementace
 Švédsko	2003	2009	Dokončeno
 Itálie	2001	2011	Dokončeno
 Finsko	2009	2014	Probíhá
 Malta	2009	2014	Probíhá
 Španělsko	2011	2018	Probíhá
 Rakousko	2012	2019	Probíhá
 Polsko	2012	2020	Probíhá
 Velká Británie	2012	2020	Probíhá
 Estonsko	2013	2017	Probíhá
 Rumunsko	2013	2020	Probíhá
 Řecko	2014	2020	Probíhá
 Francie	2014	2020	Probíhá
 Holandsko	2014	2020	Probíhá
 Dánsko	2014	2020	Probíhá
 Lucembursko	2015	2018	Probíhá
 Irsko	2016	2019	Probíhá

Tabulka 1: Smart metering v EU, vlastní tvorba

3. Inteligentní řešení aneb v čem jsou sítě, měření a domácnosti chytré

Inteligentním řešením spočívá v rozdělení problému na tři základní části a to:

- Chytré sítě (Smart Grids)
- Chytré měření (Smart Metering)
- Chytré domácnosti (Smart Home)

Já se chci v této práci primárně věnovat technologiím Smart Meteringu se zaměřením na odečty elektroměrů pomocí adaptivní technologie.

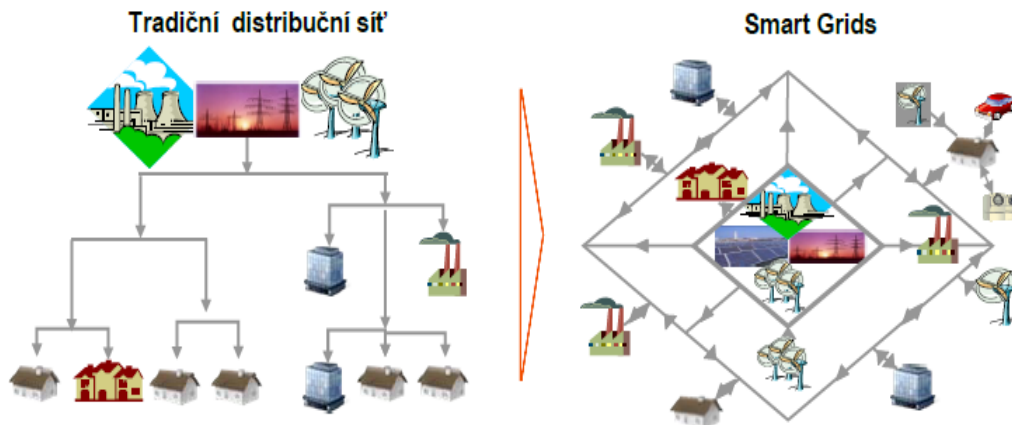
Ve zkratce popíši hlavní jednotlivé části inteligentního řešení a primárně se budu věnovat Smart Meteringu.

3.1. Smart Grids

Pro pochopení základní myšlenky je nutné vycházet z porovnání klasické distribuční sítě a Inteligentní sítě (Smart Grids).

Klasická distribuční síť je charakterizovaná centrální výrobou elektrické energie, a jednosměrnou distribucí od výroby k zákazníkovi, komunikace je jednosměrná. Systém je charakterizován minimálním množstvím senzorů a čidel a taktéž minimální náchylností na poruchy a výpadky. Pokud dojde k nějakým poruchám a výpadkům, obnovování se provádí manuálně.

Smart Grids představují silové a komunikační sítě, které jsou schopné efektivně regulovat výrobu a spotřebu elektrické energie v reálném čase, jak v místním, tak v globálním měřítku, umí zapojit do systému i alternativní zdroje elektrické energie a výhodně je kombinovat se zdroji klasickými. Sítě jsou schopny se samy monitorovat a řešit přetížení, předcházet výpadkům, řešit poruchy a dávat podněty k obnovení činnosti a provozu schopnosti sítí. Komunikují se zákazníkem v reálném čase a optimalizují jeho spotřebu elektrické energie z hlediska řízení příkonu a výkonu (obr. 2).



Obrázek 2: Topologie přenosové sítě od klasické k SG, převzato [16]

Při porovnání obrázku je na první pohled patrná změna topologie sítě pro dodávky elektrické energie od tradiční jednosměrné (paprskové) k nové oboustranné (kruhové).

Výhody Smart Grids:

Z hlediska výroby umí Smart Grids kombinovat a optimalizovat alternativní výrobní zdroje s tradičními.

Z hlediska distribuce Smart Grids umí rozpoznat přetížení a dokážou přesměrovat tok energie, čím předcházejí výpadku. Monitorují a optimalizují dění a technický stav distribuční sítě, v reálném čase řeší poruchy a výpadky a dodávají podněty k obnově.

Z hlediska zákazníka komunikace probíhá v reálném čase, systém optimalizuje spotřebu se zaměřením na cenu a životní prostředí.

3.2. Smart Metering

Nasazením nových měřicích přístrojů dojde k průlomové automatizaci zpracování manuálních odečtu. Měřidla budou schopné samostatně předávat údaje o spotřebě elektrické energie, ale může se jednat i o odečtech jiných médií k centrálnímu zpracování, kde se budou zpracovávat naměřená data za účelem konečného zpracování a vyúčtování. Pro přenos se bude využívat možnosti přenosu po komunikačních sítích, energetických rozvodech ale i bezdrátově. Dosavadní distribuční místo bude možné začlenit do systému jako odběratele tak i jako dodavatele energie z obnovitelných zdrojů.

Základní funkce:

- Měření odebrané i dodané energie
- Online spínání dodávky energie podle smluvních ujednání
- Blokování vysoce výkonových spotřebičů v čase odběrových špiček
- Vzdálené odpojení a připojení odběrného místa, omezení výše dodávky na stanovenou úroveň
- Evidence a hlášení fyzické manipulace z přístroje
- Evidence nežádoucích události a činností jako je přepětí, podpětí

Přínos pro zákazníka:

- Přehled a informovanost o využití dodávané energie
- Možnost optimalizace nákladů a návyku podle naměřených skutečností
- Základní pilíř pro Smart Home integraci inteligentních domácích spotřebičů

3.3. Smart Home

Smart Home koncept přirozeně navazuje na Smart Grids, jedná se o optimalizaci dodávek energie, využití a řízení sítě nízkého napětí (230/400 V).

Výhody z pohledu výrobce:

- Řízení sítě nízkého napětí
- Řízení optimalizace dodávky a poptávky z hlediska příkonu a výkonu odběrného místa
- Lepší informace o spotřebě a využívání energie na odběrném místě

Výhody z pohledu zákazníka:

- Dálková správa a ovládání spotřebičů a přístrojů umístěných na odběrném místě
- Informace o reálné spotřebě, pokud bude odběrné místo i výrobcem energie tak i o výrobě
- Integrace libovolného počtu obnovitelných zdrojů energie, elektro mobility a dalších aspektů z pohled Smart City

4. Nároky na Inteligentní řešení

4.1. Komunikace a standardizace

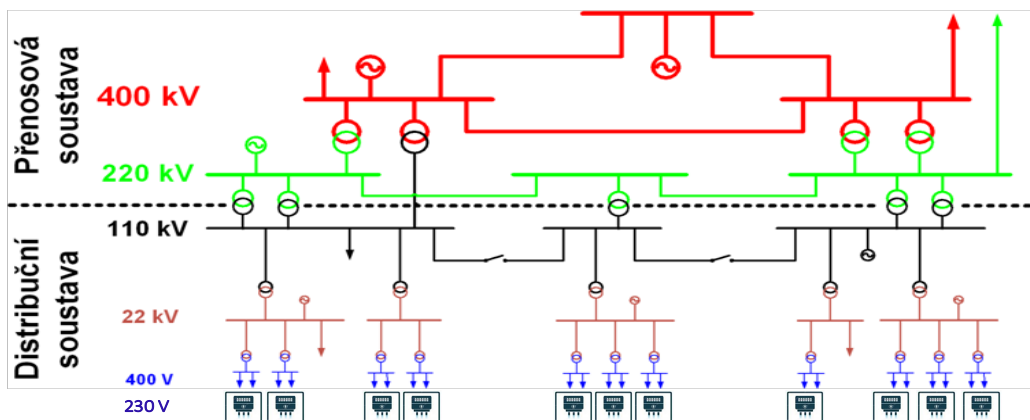
V první řadě musí být zabezpečena spolehlivá a rychlá komunikace, schopná na základě získaných dat efektivně oboustranně řídit dění na celé síti včetně začlenění obnovitelných zdrojů energie (OZE).

Přenosová soustava se skládá se tří úrovní, které je možné využít k přenosům na bázi komunikace PLC (Power Line Command) (obr.3).

Vysoké napětí (110-380 kV) sítě propojující výrobní s velkými dodávkami do regionu, nebo pro velké odběratele, Zpravidla se jedná o nadzemní kabelové vedení, která spravuje správa přenosové soustavy.

Střední napětí (10-30 kV) sítě pokrývající větší území, zpravidla se jedná o distribuční společnosti se svými výrobními a rozvodnami vysokého napětí. Jedná se o kombinaci nadzemního a podzemního vedení.

Nízké napětí (230/400 V) je to přímá dodávka koncovým uživatelům. Taktéž se jedná o kombinaci nadzemního a podzemního vedení, uživatele jsou k těmto sítím připojeni pomocí měřicích přístrojů (elektroměru), které měří spotřebu na úrovni jednotlivých odběrných míst toto je klíčový bod pro Smart Metering, je to rozhraní mezi Smart Home a Smart Meteringem. Dalším klíčovým bodem z pohledu Smart Meteringu je koncentrátor, jedná se o zařízení pro sběr dat od jednotlivých elektroměrů a přenos nasbíraných dat na další rozhraní WAN, které zprostředkovává přenos k centrálnímu zpracování dat. [5]



Obrázek 3: Schéma přenosové a distribuční soustavy, převzato [15]

4.2. Systém IEC 61850

Je to soubor norem pro nové formy komunikace a komunikačních protokolů pro oblast energetiky a energetických soustav. Určuje způsob komunikace mezi rozvodnami a dalšími prvky energetické soustavy. Každý uzel může být připojen jako klient a řídit provoz na síti ve svém úseku, provádět sběr dat od zařízení a zpracovávat je. Jedná se o jeden z nejvýznamnějších automatizačních a standardizačních kroků transformoven a systémů jejich ochrany. Komunikace se odehrává v reálném čase. [6]

4.3. Sběr dat

V současné době se nejčastěji využívají technologie AMR (Automatic Meter Reading), AMM (Automatic Meter Management), AMI (Advanced Metering Infrastructure), za pomoci těchto technologií je možné provádět odečty identifikačních, fakturačních a stavových registrů. [7]

Nejpoužívanější komunikační technologie:

Komunikační technologie	Modulace	Rf pásmo	Rychlost [kbit/s]
PLC 1.G	FSK	3-65 kHz	0,3-1,2
PLC 2.G	BPSK, S-FSK	3-65 kHz	2,4-3,6
PLC 3.G	OFDM	3-65 kHz	22-128
BPL	OFDM	1,8-18 MHz	1000-50000
RF 868 MHz	FSK	868-870 MHz	1,2-152
RF 2,4 GHz	OFDM	2,41-2,48 GHz	1000-150000
RF GPRS 2.G	GMSK	880-925 MHz	9,6
RF GPRS 3.G	OFDM	1,7-1,88 GHz	30-3686

Tabulka 2: Nejpoužívanější komunikační a modulační technologie, vlastní tvorba

Malé objemy dat

Dennodenní přenos jeden krát za den 1-2 kB na jeden měřicí přístroj za pomoci dostupných přenosových technologií.

- Úzkopásmový PLC 2 dosahuje stabilních výsledků na koncentrátorech s připojením kolem 1000 přístrojů
- Úzkopásmový PLC 3 umožňuje rychlejší, stabilní a nákladově efektivnější přenos
- Broadband PLC je technologie která momentálně dostačuje a je připravená i do budoucna, zvýšený tlak v oblasti měření na kvalitní podporu správy a síťového managementu
- GPRS 2/3 taktéž poskytují poměrně dobré výsledky, jak v oblasti koncentrátorů, tak v oblasti měřidel
- RF v pásmu 868 MHz je omezená výkonem i dosahem, nevhodná pro lokality s nízkou hustotou přístrojů
- RF 2,4 GHz používá se pro internetovou konektivitu a v sítích HAN, MAN, WAN, z pohledu Smart meteringu je nepoužitelná

Střední objemy dat

Dennodenní přenos jeden krát za den patnácti minutové profily spotřeby na jeden měřicí přístroj 3–6 kB.

- PLC 2 už nejsou tak stabilní výsledky, při větším objemu a déle trvající komunikaci se výrazně projevují vlivy rušení, nekompletnost dat, projevy již v koncentrátorech, kde je kolem 300 přístrojů
- PLC 3 dosahuje dobrých výsledků, umožňuje rychlejší a nákladově efektivnější přenos dat po stávajících elektrických vedeních
- Broadband PLC stejné jak pro malá data
- GPRS 2/3 dobré výsledky na měřidlech, na koncentrátorech při větším objemu dat problémy se stabilitou
- RF v pásmu 868 MHz stejné jak pro malá data
- RF 2,4 GHz stejné jak pro malá data

Velké objemy dat

Denndenní přenos jeden krát za den patnácti minutových profilů spotřeby a dalších dat spotřeby co je zhruba 10 kB i víc na měřicí přístroj.

- PLC 2 výrazný projev rušení to už je značné omezení pro koncentrátoři které mají více jak 150 měřidel
- PLC 3 dosahuje dobrých výsledků, umožňuje rychlejší a nákladově efektivnější přenos dat po stávajících elektrických vedeních
- Broadband PLC stejné jak pro malá data
- GPRS 2/3 problémy se stabilitou, výrazně se projeví vliv negarantované služby jak na měřidle, tak i na koncentrátoři
- RF v pásmu 868 MHz je na limitní hranici pro toto připojení
- RF 2,4 GHz stejné jak pro malá data

Z přehledu se jako nejstabilnější jeví GSM (GPRS 2/3), poskytuje dobré výsledky pro všechny objemy dat.

Velká data a problémy s jejich sběrem

V menším měřítku nejsou objemy až tak závratná, avšak různé technologie nám umožňují získávat obrovská kvanta dat s různých senzorů, přístrojů atd. Data je nutné selektovat podle určení a významu a vyčlenit způsob jejich zpracování. Uchovávat jen potřebná data. Při postupném zapojování odběratelů do SG budou objemy dat rapidně narůstat a tím se razantně zvýší i požadavky na celý systém SG.

Perspektivní se jeví technologie PLC G3 a Broadband Power line (BPL) v kombinaci s bezdrátovou technologií GSM (LTE) (Long Term Evolution) z dostupných telekomunikačních technologií. Velké naděje se vkládají do páté generace (5G) bezdrátových sítí, které jsou prioritně určené pro přenos dat od inteligentních zařízení s využitím adaptivních komunikačních technologií.

Další problém pro sběr dat jsou databázové systémy, které nejsou připravené pro práci s tak objemnými daty, zde je velký potenciál v In memory databázové technologii, která pracuje na bázi zpracování dat, které jsou uloženy v hlavní operační paměti počítače.

4.4. Transformátory

Jsou nejdůležitější zařízení pro rozvodnou síť, jejich nezbytnou součástí jsou zařízení pro ochranu, ovládaní a sledování rozvodu a přenosu elektrické energie. V rámci SG budou právě transformátory koordinovat tok elektrické energie a správu sítě s dalšími zařízeními. Jejich úkolem bude překlenutí dodávky elektrické energie se zdrojů do rozveden a přenosových sítí, co umožní zkvalitnění a zefektivnění přenosů energií. [6]

4.5. Skladování energie

Skladování a uchovávání elektrické energie je obrovský energetický problém, střídavý elektrický proud můžeme v omezené míře akumulovat, ale nejdříve ho musíme přeměnit na stejnosměrný. V současné době umíme uchovat energii řádově do 20 MW, ale to je pouze na několik desítek minut provozu. Cílem do budoucna je dokázat uskladnit (akumulovat) energii do 50 MW která by vystačila na hodinu provozu a dala by se využít k vyrovnání kolísání při výrobě z obnovitelných zdrojů a jako záloha při výpadku sítě a její restartování. [6]

5. Měřicí technologie SG aneb jak na to

Měřicí technologie SG jsou technologie, které zabezpečují komunikaci mezi spotřebitelem a dodavatelem. ^[6]

Flexible AC Transmission Systém (FACTS)

Technologie zvyšující kapacitu a maximální průchodnost energie, řeší problémy s dodávkou s obnovitelných zdrojů (kolísání). ^[6]

Technologie stejnosměrného vysokého napětí (HVDC)

Přenos energie na dálku (usměrnění pro přenos s následnou změnou na střídavý), nad 600 km, pod vodou 50 km, šetříme zde na kabelech a jsou daleko menší ztráty. ^[6]

Automatic Meter Reading (AMR)

Využíváme pro odečítání odběru elektrické energie u zákazníka, jedná se o dálkové odečty. ^[9]

Automatic Meter Managment, Advenced Meter Managment (AMM)

Rozšiřující funkce AMR, dokáží komunikovat obousměrně, náhrada za AMR a HDO. ^[9]

Advence Metering Infrastructure (AMI)

Rozšíření funkcí AMM o možnosti řízení, jsou zde kladené vysoké požadavky na komunikaci (velké objemy dat) a rychlost přenosu. ^[9]

6. Smart Metering (SM) aneb vlastní princip

Princip spočívá v kontinuálním měření spotřeby elektrické energie s možností okamžitého dálkového odečtu a na základě tohoto odečtu možnost ovlivnit spotřebitele pro úpravu spotřeby podle momentální energetické situace.

Jedná se o poslední generaci elektroměrů, které jsou schopny obousměrné komunikace, dokážou plánovat a řídit spotřebu, a to vše v reálném čase. Při plošném nasazení můžou přebírat funkci HDO. [9]

Podle technické dostupnosti dat dělíme měřící zařízení do jednotlivých kategorií:

AMR (Automated Meter Reading) – umožňuje dálkový odečty elektroměrů

AMM (Automated Meter Managment) – umožňuje obou stranou komunikaci

AMI (Automated Meter Infrastructure) – rozsáhlejší měřící soustava, implementuje funkce AMM a AMR, umožňuje oboustrannou komunikaci

Smart metering – umožňuje oboustrannou komunikaci v reálném čase, vyhodnocování dat, IT podpora

6.1. Přenosy dat

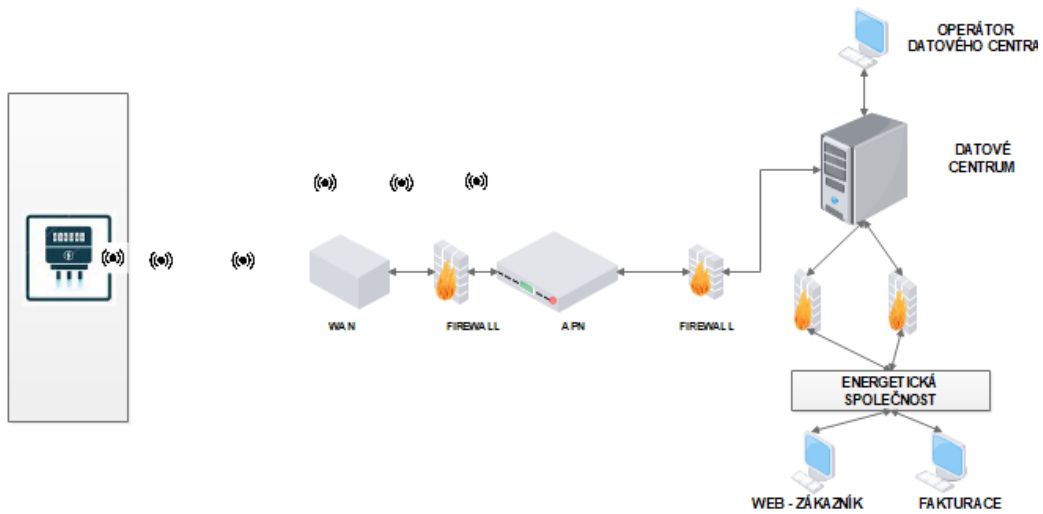
Samotný přenos dat není přímý, ale je zprostředkován pomocí koncentrátorů a datových center, kde jsou data shromažďována a přeposílána k dalšímu zpracování. Členění datových koncentrátorů umožňuje efektivnější sběr dat z více zařízení.

Koncentrátory jsou řídicí body v systémech AMM pro ucelené skupiny měřících přístrojů. Zpravidla se umísťují do DTS a obstarávají komunikaci s nadřizenými prvky, tyto zařízení musí splňovat obrovské softwarové a hardwarové nároky.

K přenosům dat se využívá tří úroňová architektura dálkového měření a ovládání.

Jedno úroňový přenos (obr.4) je vhodný pro osamělý objekt, který je od ostatních vzdálený více, než několik km měřící přístroj je ovládán přímo bez využití koncentrátorů. V současné době hodně využíváno pro sběr dat měření typu A a B. Pro přenos se využívá placena RF komunikace GSM.

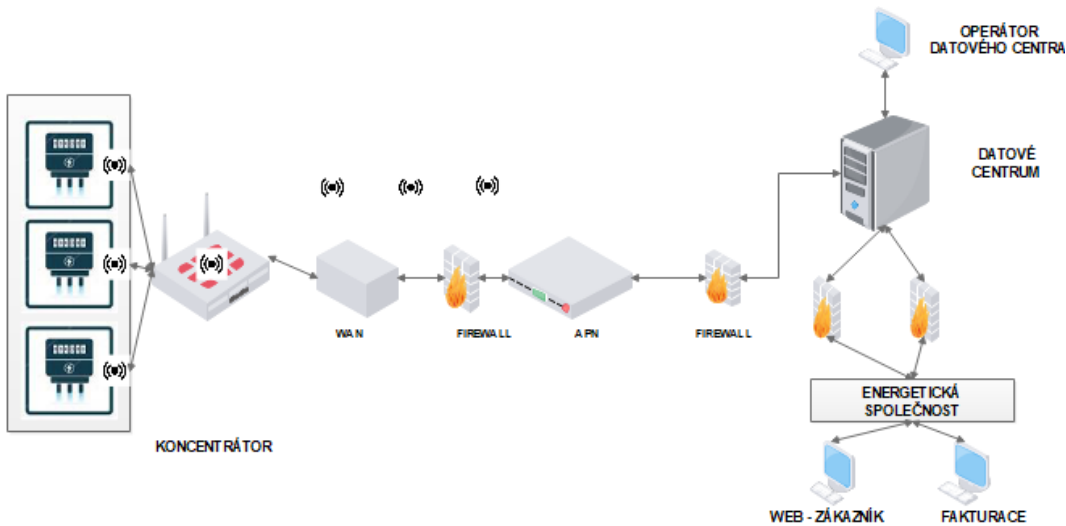
V některých popisech je možné narazit na výraz P2P (Point-to-Point) komunikace, v podstatě se jedná o jedno úrovnňový přenos. [10]



Obrázek 4: Jednoúrovňová komunikace, vlastní tvorba

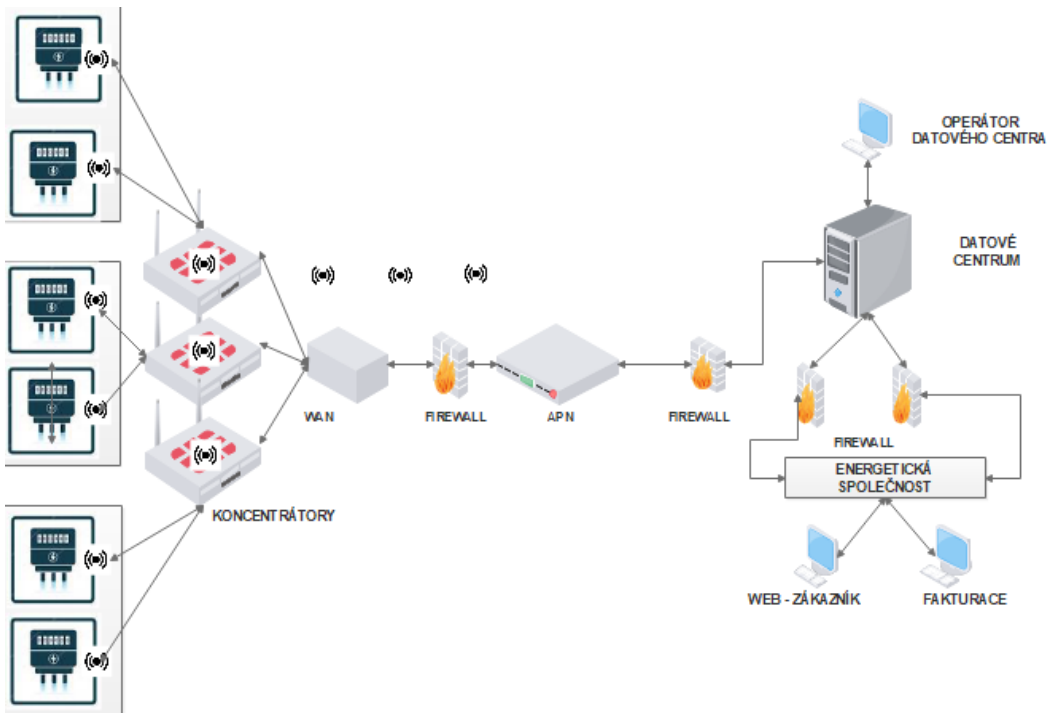
Dvou úrovnňový přenos (obr.5) je vhodný pro středně velké oblasti, využívají se zde koncentrátoři, ve kterých se shromažďují ovládací a měřená data. Komunikace může probíhat po PLC a RF technologiích jak placených, tak neplacených.

V některých popisech je možné narazit na výraz P2MP (Point-to-MultiPoint) komunikace, jde o komunikaci mezi měřicím zařízením, koncentrátorem a následně datovým centrem. [10]



Obrázek 5: Dvouúrovňová komunikace, vlastní tvorba

Tří úrovnový přenos (obr.6) je vhodný pro oblasti s velkou hustotou měřících přístrojů a je využíváno služeb několika koncentrátorů pro přenos k datové centrále. Taktéž se jedná o P2MP komunikaci. [10]



Obrázek 6: Tří úrovnová komunikace, vlastní tvorba

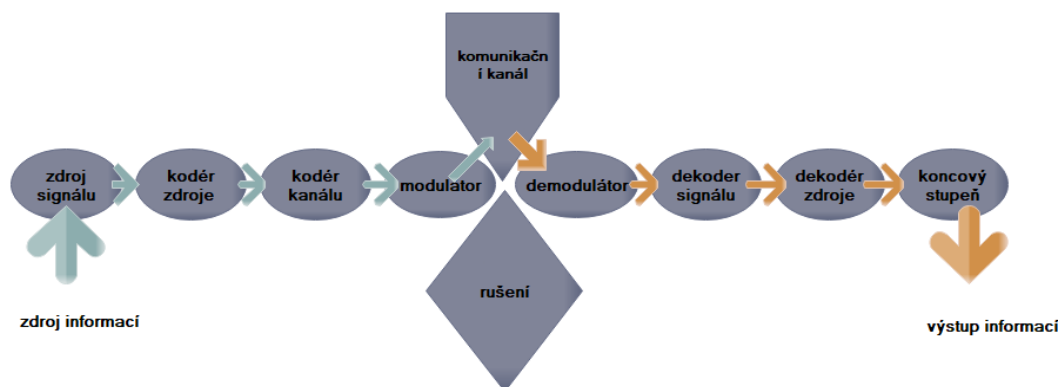
Tato komunikace má své specifika, obecným úskalím je skutečnost, že se zvyšující se frekvencí se zvyšuje objem přenášených dat, ale zároveň se zkracuje přenosová vzdálenost.

Jako nejvhodnější se jeví kombinace PLC a RF komunikačních technologií. V RF komunikaci je možné využít RF komunikaci ve volných frekvenčních pásmech, dalo by se využít v lokalitách s nedostatečným pokrytím signálu od mobilního operátora. RF komunikace v placených vyhrazených komunikačních pásmech, kde velké očekávání jsou v 5G sítích, ale dostačující jsou i sítě nižších generací GSM.

7. PLC (Power Line Communication) technologie aneb přenos po silové síti

Málokterý distributor si může dovolit tento luxus přenášet data po své distribuční síti. Zde se na základní kmitočet silové energie 50 Hz moduluje vysokofrekvenční signál.

Tato technologie nám umožňuje vysokorychlostní přístup (přenos) dat zprostředkovaný distribuční soustavou pro přenos elektrické energie. PLC pracuje na základě modulace a demodulace signálu (obr.7). Přenos probíhá na základě injektovaného modulovaného vysokofrekvenčního signálu, který se šíří dál k účastníkům sítě. Signál je superponován na napájecí napětí. Příjímací zařízení zpracuje (demoduluje) signál a tím získáme původní data. Není potřeba další kabeláže, dostupnost v každém odběrném místě, vysokorychlostní přenos (50–100 Mbit/s), adaptabilní s ostatními síťovými přenosovými technologiemi (Wi-Fi, optika, kabel, satelit, ADSL), oboustranné symetrické přenosové pásmo. ^[11]



Obrázek 7: Přenos, modulace a demodulace signálu, vlastní tvorba

Přenos dat v elektrické síti má i několik nedostatků a problémů:

V elektrickém vedení se vyskytuje silné rušení, linky nejsou zpravidla stíněné a projevuje se silná elektromagnetická interference.

- Při přechodu transformátorem je nutné přemostění
- Různé a měnicí se podmínky v různých částech sítě, problém při volbě frekvenčních kanálů
- Při přerušení dojde ke ztrátě spojení, kritické části musí mít záložní spojení
- Přenosová rychlost nemusí dostačovat
- Přístupová síť se skládá se čtyř hlavních prvků pro zabezpečení přenosu dat
- Datové centrum, zde dochází k finálnímu zpracování požadovaných dat

- Koncentrátor, shromažďuje, zpracovává a následně odesílá požadovaná data do datového centra.

PLC modem koncové zařízení, slouží k přenosu požadovaných dat do koncentrátoru.

Opakovač se zařazuje do přenosů v případě velkých vzdálenosti a útlumu přenosových dat, zabezpečuje obnovování původního signálu a dělí přístupovou síť na několik kmitočtově oddělených částí (obr.8).



Obrázek 8: Jednotlivé prvky PCL komunikace, vlastní tvorba

7.1. Rozdělení PLC

Z pohledu frekvence dělíme PLC na úzkopásmovou a širokopásmovou. Širokopásmová komunikace je v rozmezí 1MHz-30MHz a je vhodná pro přenosy velkých objemů dat (internet) nebudu se dále o ni zmiňovat z důvodu, že tato práce se zabývá využitím úzkopásmového PLC.

7.2. Úzkopásmová PLC

Tohle pásmo je vhodné pro přenos a sběr dat sloužících k automatizaci odečtů koncových přístrojů, ovládaní čidel a různých spínacích prvků. V rámci Evropy řeší využívání úzkopásmového přenosu evropská norma CENELEC EN 50065-2-3 (Tab. 3). Signalizace v instalacích nízkého napětí v kmitočtovém rozsahu 3kHz-148,5 kHz. Všeobecné požadavky kmitočtového pásma a elektromagnetického rušení. ^[11]

Pásmo	Frekvence [kHz]	Popis
	3–9	Pásmo pouze pro distributory elektrické energie.
A	90–95	Pásmo pouze pro distributory elektrické energie. Případně možno využít i pro odběratele
B	95–125	Pásmo pro soukromé účely odběratelů.
C	125–140	Pásmo pro soukromé účely odběratelů. Vyžaduje protokolární přístup
D	140 – 148,5	Pásmo pro soukromé účely odběratelů.

Tabulka 3: Přehled komunikačních pásem CENALEC, vlastní tvorba

Modulace v úzkopásmovém přenosu

FSK (Frequency Shift Keying), frekvenční klíčování, logické nuly a jedničky jsou vyjádřeny změnou frekvence.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) je širokopásmová modulace využívající frekvenční dělení kanálu. Pracuje s tzv. rozprostřeným spektrem, kdy je signál vyslán na více vzájemně ortogonálních frekvencích, které jsou označovány jako subnosné. Nejčastěji používanými modulacemi subnosných uvnitř OFDM jsou fázové modulace PSK.

PSK (Phase Shift Keying), fázové klíčování, klíčování se provádí pomocí změny fáze, používá se vícero způsobu.

BPSK (Binary Phase Shift Keying), dvoustavové fázové klíčování, dva signálové prvky mají stejný kmitočet, ale rozdílnou fázi o 180° .

QPSK (Quadrature Phase Shift Keying), čtyř stavové fázové klíčování, čtyři signálové prvky jsou posunutý o 90° .

DCSK (Differential Code Shift Keying), modulace s rozprostřeným spektrem, signál je šířen v několika oddělených pásmech. Jedná se o robustní typ modulace je vysoce odolní proti rušení.

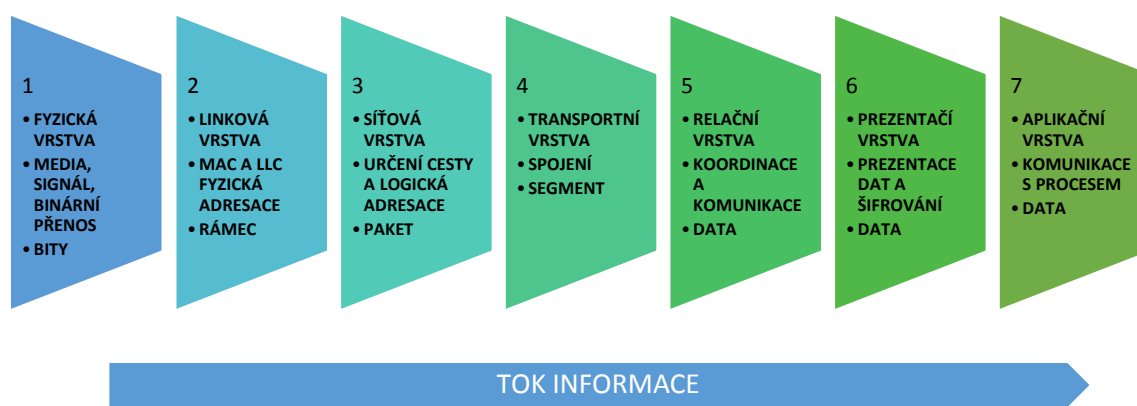
DSCK4 Robustní mód, k přenosu jednoho symbolu se používají 4 bity.

DSCK6 Standardní mód, k přenosu jednoho symbolu se používají 6 bitů.

7.3. ISO/OSI MODEL

PLC vyžaduje definici několika vrstev ISO/OSI (obr.9). modelu, jedná se o snahu standardizace počítačových sítí jako mezinárodní normu ISO 7498. Jde o vrstvený model, kde jsou jednotlivé vrstvy nezávislé a snadno nahraditelné, je to základní norma pro účely propojování systémů, norma všeobecně definuje sedmivrstvou síťovou architekturu.

Z pohledu Smart Meteringu jsou nejdůležitější první tři vrstvy, fyzická, linková a síťová (paketová), právě paketová vrstva je důležitá z pohledu vyžití adaptivní komunikační technologie. [12]



Obrázek 9: Model ISO/OSI, vlastní tvorba

Fyzická vrstva

Pro PLC je důležitá definice první vrstvy „Fyzická vrstva“ zde se definují všechny elektrické a fyzikální vlastnosti zařízení.

Navazování a ukončování spojení s komunikačním médiem.

Spolupráce na efektivním rozložení všech zdrojů mezi všechny uživatele.

Konverze (modulace) digitálních dat na signály pro použití přenosovým médiem.

Spojovací vrstva

Následně je důležitá definice „Spojovací vrstvy“ která zabezpečuje spojení mezi dvěma sousedními systémy, uspořádává data z fyzické vrstvy do logických celků (frames), formátuje fyzické rámce, uděluje jim adresu a poskytuje synchronizaci pro fyzickou vrstvu. Dále je rozdělená na dvě podvrstvy LLC (logické řízení linek) a MAC (řízení přístupu k médiu).

Definice „Fyzické“ a „Spojovací MAC“ jsou závislé na použití ve frekvenčním pásmu.

Síťová vrstva

Táto vrstva se stará o směrování a adresaci, poskytuje spojení se systémy, které spolu nesousedí. Zabezpečuje přenos dat od zdroje k příjemci přes jednu, popřípadě několik vzájemně propojených sítí při zachování kvality požadující z přenosové vrstvy. Zde se již pracuje s hierarchickou strukturou adres.

Transportní vrstva

Zabezpečuje přenos dat mezi koncovými uzly, účelem je poskytnutí takové kvality přenosu, jakou požadují vyšší vrstvy. Nabízí spojoivě TCP a nespojivě UDP protokoly.

TCP a UDP pro architekturu TCP/IP (datagramy na základě IP adres, všechny potřebné údaje o adresátovi i odesílateli).

TCP přenos dat se zárukami, kde nesmí chybět ani paket (přenosy souborů, e-mailů, WWW stránek atd.).

UDP přenos dat bez záruky, v síti by bylo na obtíž zdržování (delay) čekáním na přenos všech paketů ztráty se dají řešit jiným způsobem (snížení kvality, opakování dotazu). Využívá se pro DNS, VoIP, streamové video, internetové rádio atp.

Relační vrstva

Organizace a synchronizace dialogu mezi spolupracujícími relačními vrstvami obou systému a jejich výměnu dat. K paketům se přiřazují synchronizační značky, které se využívají v případě vrácení k poskládání původního pořadí (výpadek sítě).

Prezentační vrstva

Transformace dat do formátu, který používají aplikace (šifrování, konvertování, komprimace). Vrstva se zabývá jenom strukturou dat, ale ne významem, který je znám jen v aplikační vrstvě.

Aplikační vrstva

Poskytuje aplikacím přístup ke komunikačnímu systému a umožňuje jejich spolupráci. Řadí se sem služby a protokoly http, FTP, DHC, POP3 atd.

8. RF komunikace aneb vzduchem to jde také

RF komunikace pracuje na základě RFID (Radio Frequency Identification). Rádio frekvenční systém identifikace je moderní technologie identifikace zařízení na základě rádio frekvenčních vln. Informace jsou v elektronické podobě ukládány do malých čipů, kde je můžeme opakovaně přepisovat a načítat pomocí rádiových vln.

Jedná se o vysoce flexibilní komunikační technologii, kde pro připojení nových zařízení není nutná instalace kabeláže. Nevýhodou je citlivost na elektromagnetické rušení, nebo rušení z jiných sítí pracujících na stejné frekvenci.

RF komunikaci dělíme na dvě skupiny:

Strukturované, využívají centrální přístupové body.

Mesh, využívají decentralizovaný přístup, spojení a přenos informací si předávají mezi sebou. [8]

8.1. Volné frekvenční pásmo

RF volné frekvenční pásmo je v rozsahu 860-930 MHz (UHV). Výhodné pro shromažďování dat z více míst s rozdílným umístěním. V případě velkého rozšíření nutné přesunout komunikační kanály do placených vyhrazených frekvenčních pásem, používat jen v místech kde není pokrytí zprostředkovatelem mobilní komunikace.

8.2. Placená frekvenční pásma

GSM (Groupe Special Mobile) první verze standardu pro přenos hovorů a signalizace mobilní komunikace využívá placená frekvenční pásma, jedná se o sítě se strukturovanými přístupovými body.

Na tomto základě vznikali další standardy, které dneska známe pod označením:

- GPRS2/3 (General Packet Radio Service)
- EDGE (Enhanced Circuit Switched Data)
- UMTS W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Acces) 1,9-2,2 GHz
- 4G LTE (Long Term Evolution) 800-2100 MHz
- 5G pátá generace bezdrátových systému

Mají k dispozici bezmála globální pokrytí signálem, využívají technologie 3 a 4 generace a od roku 2020 i páté generace která je primárně určená pro přenos dat od inteligentních zařízení (internet věci). Rychlosti v kombinaci s adaptivními komunikačními technologiemi plně vyhovují jak pro SM, tak i pro SG potřeby datových přenosů.

9. Adaptivní Komunikační Technologie aneb moderní nezbytnost

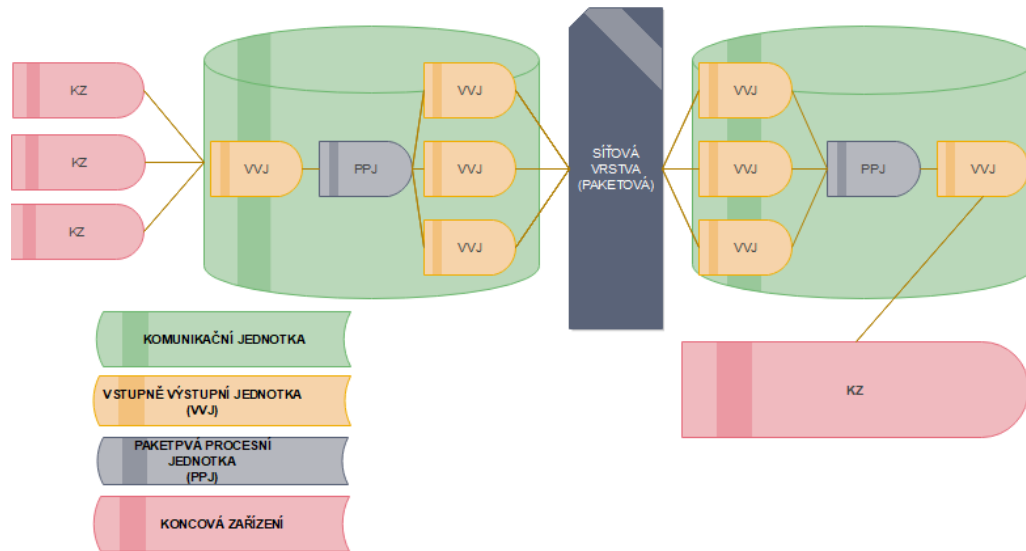
Je systém pro zvýšení rychlosti a spolehlivosti přenosu dat v přenosové síti. Jednotlivé technologie jsou na fyzické a částečně i spojové vrstvě referenčního modelu ISO/OSI ve většině případu nekompatibilní. Komptabilita přenosu je realizována až na třetí vrstvě, která je schopná zaručit spolupráci jednotlivých zařízení přes jejich technologické rozdíly. Na této úrovni se jedná o paketový přenos.

V současné době existuje několik mechanismu v paketových datových sítích, které umí využívat paralelních cest k zajištění spolehlivosti a propustnosti datové komunikace. Jde o přenos paketů po více odlišných cestách, které mohou být technologicky odlišná. Není nutná úprava stávajících klientských aplikací využívajících paketovou síť. Systém umí sdružit více přenosových cest s navzájem různými přenosovými rychlostmi. Adaptivní systém umí inteligentně zacházet s přenášenými daty, kdy podle vlastnosti přenosových cest a samočinného vyřazení jedné z více cest v případě výpadku, nebo zvýšené ztrátovosti paketů nad přístupnou mez kontroluje zařazování paketů do přenosových cest.

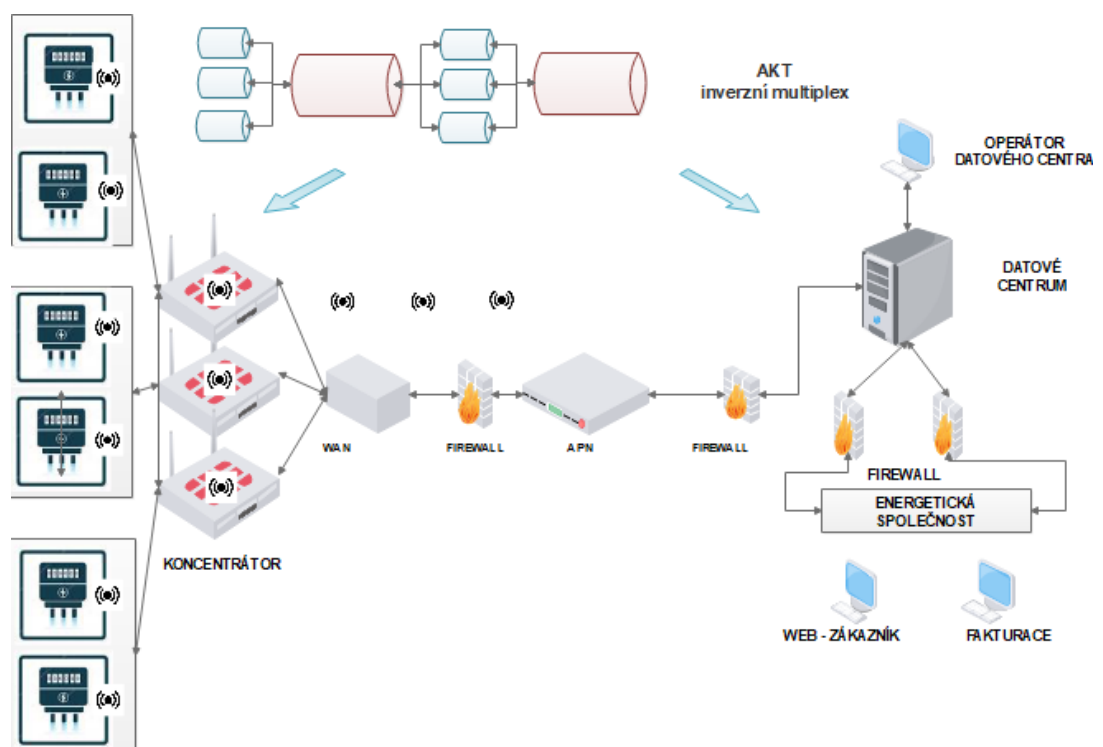
Typické použití je možné ve všech aplikacích při přenosu dat po síti, která vykazuje velkou nespolehlivost, jedná se hlavně o průmyslové a energetické sítě kde se projevuje vysoké elektromagnetické rušení, které negativně ovlivňuje kvalitu přenosů. Dá se využít i pro RF komunikaci. U této technologii je možné využít pro přenos vysokorychlostních dat přes pomalou síť, přenos redundantních dat typickým příkladem jsou data řídicích a kontrolních dat. ^[13]

Adaptabilní systém pro zvýšení rychlosti a spolehlivosti přenosu dat v přenosové síti mezi alespoň jedním prvním koncovým zařízením (KZ) a alespoň jedním druhým koncovým zařízením (KZ) vyznačující se tím, že každé z prvních koncových zařízení (KZ) je propojeno přes jemu přiřazenou první komunikační jednotku (KJ), paketovou datovou síť (PDS) a přes druhou komunikační jednotku (KJ) s jí příslušejícím druhým koncovým zařízením (KZ), přičemž první komunikační jednotka (KJ) je tvořena prvním vstupně/výstupním rozhraním (VVJ) pro propojení s výstupem prvního koncového zařízení (KZ), kde toto první vstupně/výstupní rozhraní (VVJ) je přes první paketovou procesní jednotku (PPJ) propojeno s alespoň jedním druhým vstupně/výstupním rozhraním (2.3) pro propojení s paketovou datovou sítí (PDS) a druhá komunikační jednotka (KJ) je tvořena třetím vstupně/výstupním rozhraním (VVJ) pro propojení s výstupem druhého koncového zařízení (KZ), kde toto třetí vstupně/výstupní rozhraní (VVJ) je přes druhou

paketovou procesní jednotku (PPJ) propojeno s alespoň jedním čtvrtým vstupně/výstupním rozhraním (VVJ) pro propojení s paketovou datovou sítí (PDS), (obr.10).



Obrázek 10: Adaptibilní komunikace, inverzní multiplex, vlastní tvorba



Obrázek 11: Komunikace pomocí inverzního multiplexu, vlastní tvorba

Adaptivní komunikační technologie jsou založené na principu víceúčelovosti a propojenosti, RF-sítě (RF-mash) GSM a PCL-sítě (PCL), které v kombinaci umožňují

nezávislé trasování a přenos dat podle nejlepších momentálních podmínek spojení pro centrální zpracování. Dokáží podporovat různé modulační mechanismy a zjednodušují uvedení zařízení do provozu, nebo jeho restart, plně využívají interoperability* a kompatibility**.

Topologicky se jedná o SG sítě, kde nejmenším prvkem je budova HAN (home area network) je zde vytvořeno prostředí pro řízení a optimalizaci spotřeby, popřípadě zapojení zákazníka do výroby. Využívají PLC a rádiové komunikační technologie. S ostatními okolními budovami v sousedství se sdružují do NAN (neighbourhood area network), jde o spojovací místo pro připojení většího množství domácností a jedná se o komunikační rozhraní pro odesílání dat od jednotlivých zákazníků (koncentrátor) do sítí WAN (PLC, RF) které se napojují do rozsáhlých WAN (wide area network) sítí, které zabezpečují připojení do datových center.

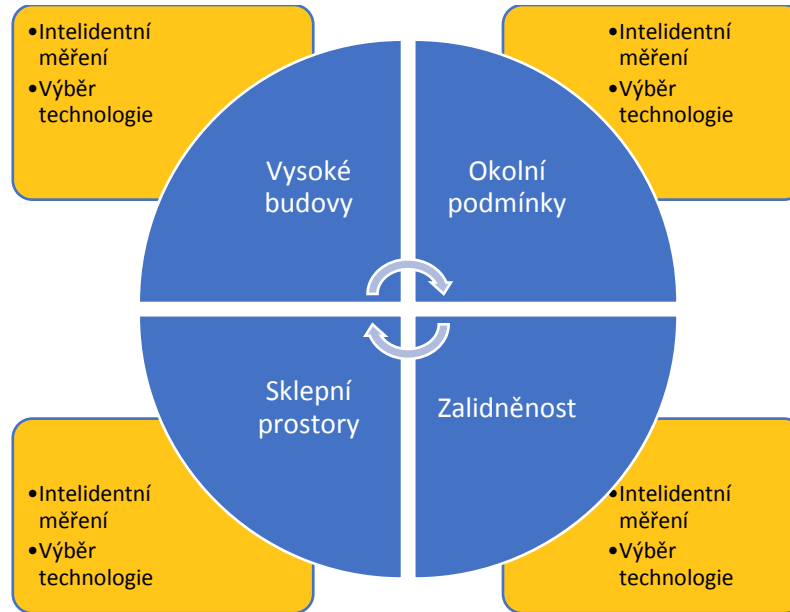
Technologie jsou implementovány v každém komunikačním modulu (modemu). Hlavním přínosem je, že se nemusíme spoléhat pouze na jeden komunikační systém, ale že v případě neprůchodnosti signálu klasickou metodou (PLC-sít') dojde k automatickému vyhodnocení neprůchodnosti a využití jiného komunikačního kanálu (RF, GSM-sít') bez zbytečných průtahů. Jedná se o automatizaci přenosů bez ohledu na fyzické ohraničení distribuční sítě, protože že RF a GSM-sít' nebude znát hranici jednotlivých distribučních oblastí.

**„Pojmem interoperabilita ("interoperability") se rozumí schopnost systémů spolupracovat mezi sebou a vyměňovat si informace s co nejmenšími ztrátami a bez přímého zásahu uživatele. The National Information Standards Organization (NISO) jej definuje jako "možnost výměny a sdílení dat vícero systémů, které využívají odlišných hardwarových a softwarových platforem, datových struktur a rozhraní. Je to jedna z hlavních podmínek správného fungování sdílení dat a ačkoli byla původně definována pro počítačovou vědu, dnes zasahuje do mnoha oblastí, kde je potřeba sdílení informací. Důležitou roli ve sdílení dat a spolupráci systémů hrají metadata- poskytují informace o jiných datech“. [17]*

***„Kompatibilita je v informatice označení popisující schopnost dvou různých systémů umožnit běh stejného software. Může se jednat o hardwarovou kompatibilitu (počítač je sestaven ze stejně pracujících součástí) nebo softwarovou kompatibilitu, která je zajištěna programově“. [17]*

Dostupnost elektroměrů

Pro vhodnost nasazení optimální technologie musíme uvažovat a přizpůsobit se různým podmínkám provozování měřidel s ohledem na výšku budov, sklepní prostory, proměnlivé okolní podmínky a lokality s nízkým zalidněním (obr.12).



Obrázek 12: Dostupnost elektroměrů, vlastní tvorba

Taktéž je vhodná podpora chodu více účelových aplikací Smart Grids, jakož i souvisejících aplikací a přístrojů ve vzájemné na dodavateli nezávisle síťové infrastruktuře v rámci interoperability a kompatibility.

- smart metering
- řízení zátěže
- integrace obnovitelných zdrojů
- chytré nabíjení (elektromobilita)
- dodávky podle reálné potřeby
- řízení veřejného osvětlení

Distribuční oblasti se mezi sebou propojí bez fyzického ohraničení oblasti distribuční sítě, protože RF a GPRS signál může překonat hranice oblastí. V případě výpadku jedné komunikační jednotky (koncentrátoru) budou všechna měřidla přesměrována do správy jiných komunikačních jednotek podle optimálních podmínek a vytíženosti, čím zabezpečíme plnohodnotný chod dané oblasti a nedojde k výpadkům přenosů a ztrátě dat. Rozhodnutí, která větev bude zvolená je individuální, záleží na podmínkách provozu v ten

daný reálný časový úsek výpadku, bez určování priorit oblastí, požadavky zpracuje procesorová paketová jednotka pro oblast, která je v danou chvíli nejméně vytížená, popřípadě si to ostatní rozdělí. ^[14]

9.1. Přínos adaptivní komunikační technologie

- jednoduchá implementace
- jedno komunikační řešení pro všechna odběrná místa
- zajištění nejvyšší možné komunikační rychlosti
- řešení orientované do budoucnosti
- distribuována automatizace
- dodávka podle potřeby řízení zátěže
- integrace obnovitelných zdrojů energie
- využití ve Smart Cities

10. Bezpečnost

SM je vystaven několika rizikům a nebezpečím které mohou mít negativní dopad na zařízení nebo služby. Může se jednat o nedostupnost zařízení, neoprávněný přístup, zničení, modifikaci dat, jedná se o zranitelnost systému je to slabina, která se dá zneužít. Je nutné se na tato rizika připravit a počítat s nimi.

- zabezpečení mobilní komunikace
- zabezpečení elektroměrů
- zabezpečení internet protokolu
- šifrování na aplikační vrstvě
- autentizace zařízení
- nikde není možné z pohledu bezpečnosti být plně připraven

11. Lokalizace

V praktické části se pokusíme najít architekturu sítě Smart Meteringu pro lokalitu obce Jílovice. Jako zástupce standardní místa nasazení. Důvodem pro projekt je velké množství dvou tarifních odběrných míst. Z celkového počtu 326 je 68 % dvou tarifů, to znamená 221 elektrometrů. To je pro nás ideální scénář pro testování Smart Load Control (inteligentní řízení zátěže).

Tato obec se nachází v okrese České Budějovice v Jihočeském kraji je cca 30 km jihozápadně od Českých Budějovic. Obec má rozlohu 6.89 km čtverečních, počet obyvatel 951. V obci se nachází 5 trafostanic 22 / 0,4 kV.

Tým pro realizaci projektu byl stanoven podle náročností prací:

- Měření datových přenosů
- Montážní práce
- Celkové testy–testovací scénář



Obrázek 13: Distribuční trafostanice v Jílovicích, vlastní tvorba

V obci je 326 odběrných míst z toho 221 jsou odběrná místa s dvou tarifním měřením napojených na pět trafostanic 22 / 0,4kV takto (Tab. 4):

Distribuční trafostanice	Jméno přípojného uzlu	Počet připojení
Kulturák	1 - A240 RIS4 pečovatelský dům	33
	2 - A185 SR4 čp 100	37
	3 - A185 RIS3	36
	4 - A185 kulturní dům	5
Bytovky	1 - pilíř u školy (sm. Čp. 19), SR502	20
	2 - zahrádka, SS200	16
	5 - SS100 čp.205 N150	17
	7 - pilíř u TS, SR302 (sm. Čp.67)	39
Statky	1 - AlFe16	2
	3 - SR322, NEMÁ s.r.o.m NAYY240	1
	4 - SR522, č.p. 66, NAYY240	23
	5 - SR522, u č.p. 90, NAYY240	3
	6 - Zemědělské družstvo	1
Veska	2 - A185 RIS4	49
	4 - A185 PRIS3 u TS	7
	5 - A70 síť	8
	6/1 - A70 servis	3
Nádraží	1	3
	2	5
	3	19

Tabulka 4: Počty odběrných míst, vlastní tvorba

Obec je zasíťována kombinací nadzemního vedení a podzemními kabely různých věkových kategorií a typů.

12. Příprava a proměření lokality

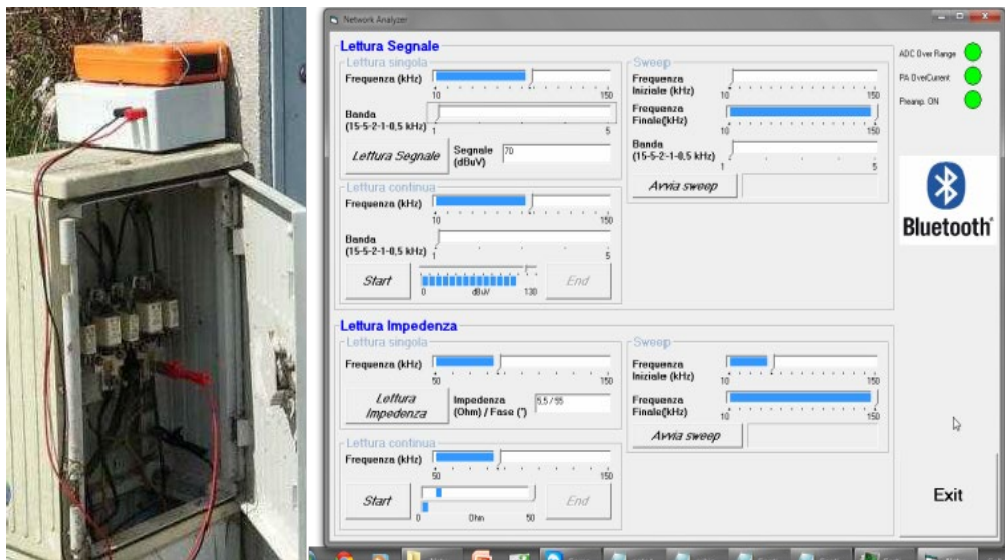
12.1. Nástroje pro měření

Pro nasazení PLC přenosů je nutné měření přenosů dat po nízkonapěťové síti.

Měření sítě bylo provedeno v Jílovicích s využitím dvou nástrojů:

- Přístroj Elvis (Enel Low Voltage Identification System) používaný jako vysílač / přijímač pro komunikační testy při 86kHz přes PLC (viz příloha A).
- Měření PLC BLUETOOTH KIT, nový prototypový přístroj schopný měřit úroveň šumu, signálu a impedance přes PLC (viz příloha A).

12.2. Měření PLC



Obrázek 14: Měření kvality přenosu, vlastní tvorba

Následující měření PLC byla prováděna v typických místech v rozsahu od 10 kHz do 150 kHz. Přístroj pro měření PLC je připojen k PC přes Bluetooth spojení (obr.14).

Na pólu transformátoru:

- Měření spektrální analýzy šumu a rušení (fáze s ohledem na nulový vodič).
- Měření hladiny superponovaného signálu (fáze s ohledem na nulový vodič).
- Měření impedance na svorkách transformátoru a na jiném místě v síti.

Na přijímacích místech v jiném místě sítě:

- Měření šumu na pozadí a spektrální analýza rušení
- Měření úrovně přijatého signálu
- Odhad poměru S / N (signál/šum) 86kHz
- Měření impedance vedení

PLC přístroj může zobrazovat na počítači video a ukládat data jak v časové, tak frekvenční oblasti.

Následující kapitoly ukazují obrázky frekvenčních spekter měřených signálů získaných softwarem instalovaným na notebooku. Všechny ostatní měření (úroveň, útlum a odhad poměru S / N) se pak provádějí v přijímacím místě s ohledem na spektra signálu získaná v souladu s fází připojenou k přístroji.

12.2.1. Měření šumu na pozadí a rušení

Toto měření vyžaduje, aby na nízkonapět'ové síti (230 V AC) nebyl žádný provoz PLC, aby se předešlo falešným měřením, tým ověřil, že nebyl přítomen žádný PLC provoz. Opatření byla prováděna v místech, kde budou datové koncentrátory instalovány a podél linky v některých významných bodech, kde budou měřiče instalovány v různých vzdálenostech od zdroje signálu PLC nebo od možného zdroje šumu.

12.2.2. Měření hladiny vstříkovaného (superponovaného) signálu

Toto měření vyžaduje, aby byl signál přiváděn do sítě NN v definovaném a známém bodě (například na sběrnici v blízkosti transformátoru, čímž se simuluje chování datového koncentrátoru). Signál byl vstříkovan za použití generátoru vyvinutého firmou Enel, který je schopen generovat signály PLC ve frekvenčním spektru, které se pohybuje od 50 kHz do 150 kHz při krocích po 10 kHz nebo při pevné frekvenci.

12.2.3. Měření impedance

Pro odhad impedance na výstupu transformátoru byla přijata následující metodika:

- Generátor signálu, napěťová spojka a proudová sonda jsou připojeny v bodě měření (na výstupu transformátoru).
- Generátor signálu je konfigurován jako „režim zametání“ pro generování a vstřikování signálu PLC ve sledovaném frekvenčním rozsahu.
- Na základě úrovně napětí a vstřikovaného signálu je přístroj schopen vypočítat impedanci vedení.

12.3. Elvis



Obrázek 15: Měřicí přístroj ELVIS, vlastní tvorba

Elvis je nástroj vytvořený společností Enel pro testování síťové komunikace a výzkum fázové koherence mezi vysílačem a přijímačem (obr.15). Specifická zařízení Elvis použitá pro tyto testy byla nakonfigurována pro přenos paketů pomocí stejné BPSK (viz str.30) modulace a stejných frekvencí (nosná frekvence 86 kHz), které používají měřiče ENEL LP620 (viz příloha A).

Kvalitu komunikace a dosažitelnost lze naměřit instalací 2 nebo více Elvis přístrojů (max. 5), automaticky se navzájem spojí a vypočítají míru statistické dosažitelnosti v obou směrech komunikace. Další měření může být požadováno, při menších hodnotách signál / šum (S / N) než 10 dB, vyšší hodnoty S / N jsou obvykle dobrými indikátory bezproblémové komunikace (obr.16).



Obrázek 16: přístroje ELVIS, vlastní tvorba

Přístroj Elvis disponuje následujícími statistickými informacemi a je možné číst je z master a ze všech slave Elvis přístrojů:

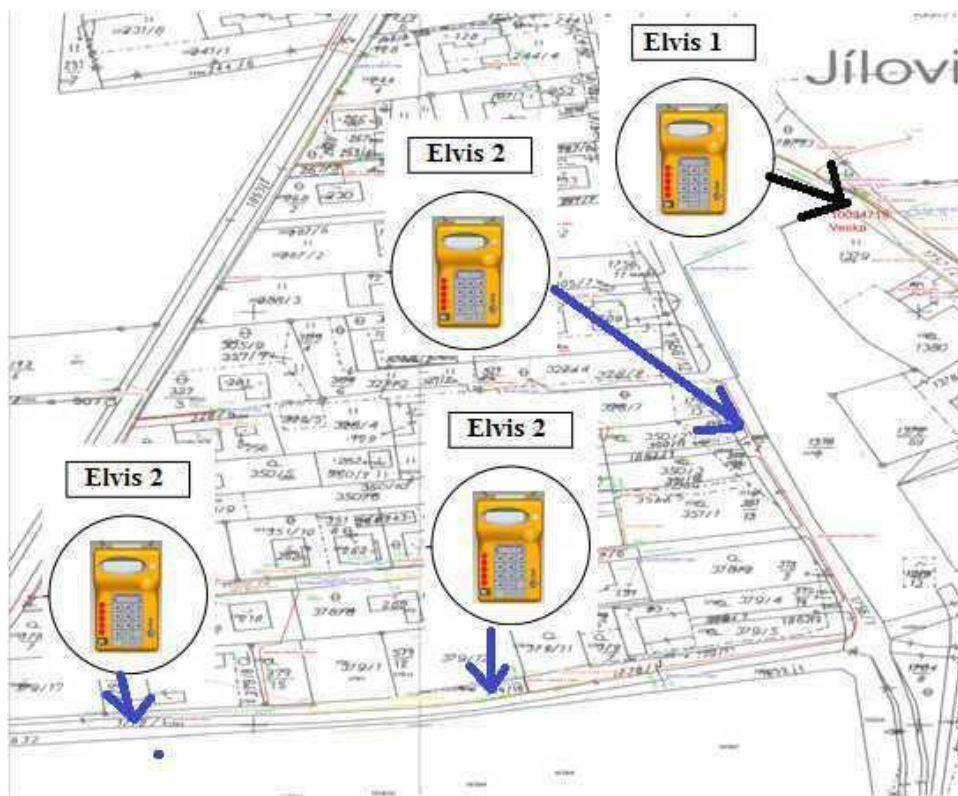
- Statistické informace o zařízení. Identifikuje okamžité procento Ping paketů přijatých ze zařízení (typ funkce: Master nebo Slave).
- Statistické informace o zařízení. Identifikuje okamžité procento Ping paketů odeslaných s úspěchem ze zařízení (Typ funkce: Master nebo Slave).
- Statistické informace o zařízení. Identifikuje okamžité procento paketů KPing přijatých ze zařízení (Typ funkce: Slave).
- FASE Fázová koherence se vzdáleným zařízením.

12.3.1. Detekce fází (Elvis)

Všude tam, kde není jednoduché vizuálně identifikovat shodu mezi fází linky v místě vstřikování a fází linky v přijímacím místě, se získává informace z přístrojů Elvis, fáze se získá porovnáním úrovní signálů získaných v přijímacím místě na všech fázích a výběrem fáze, na které detekujeme nejkvalitnější úroveň signálu.

12.3.2. Testovací proces prováděný se zařízeními Elvis

Jeden přístroj Elvis (1) byl instalován v rozvodně a druhý (2) byl přemístován v různých místech sítě kde se provádělo měření (obr.17).



Obrázek 17: Přístroje ELVIS v terénu, vlastní tvorba

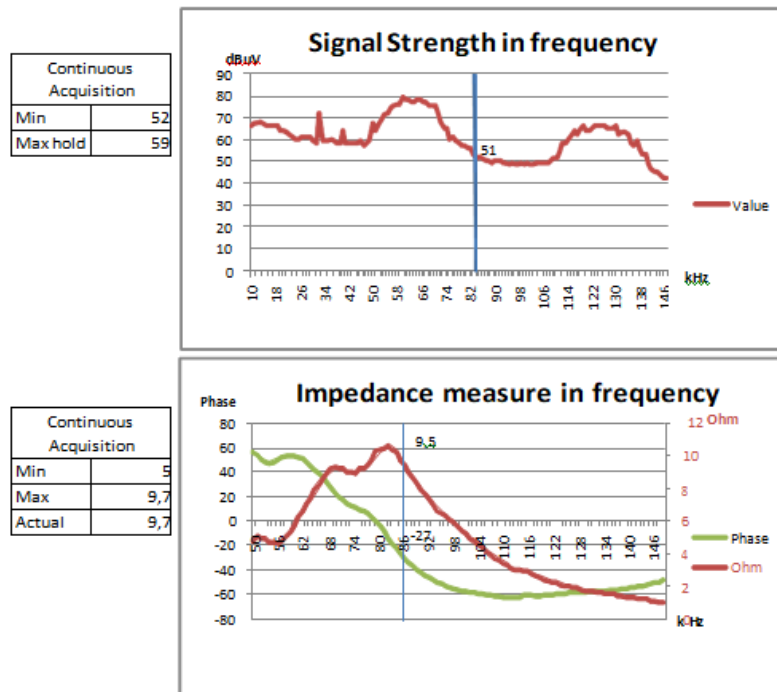
Pro představu měření v lokalitě bytovky.

12.3.3. CAB 2. BYTOVKY

Bod	Hodnoty dosažitelnosti	Vzdušné vedení	Podzemní vedení	Poznámka
2.0				Transformer location
2.1	When: 2.1 Master 97% 2.0 Master 0 %		X	Impedance permit TX in one direction
2.2				
2.3	98 %		X	150 TX pockets, 50 RX pockets, Phase OK
2.4	0 %		X	End line

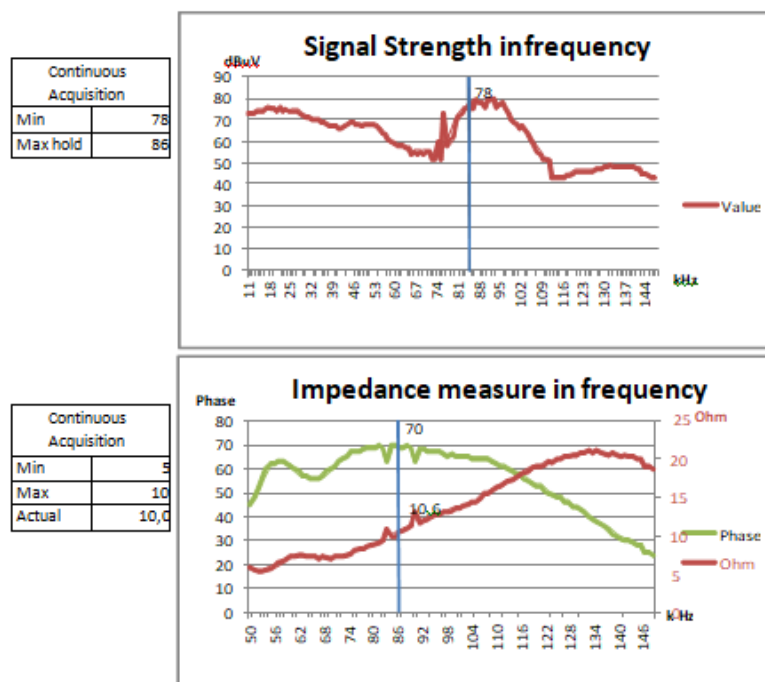
Tabulka 5: Měření napájecího uzlu bytovky, vlastní tvorba

4.1 CAB2.0



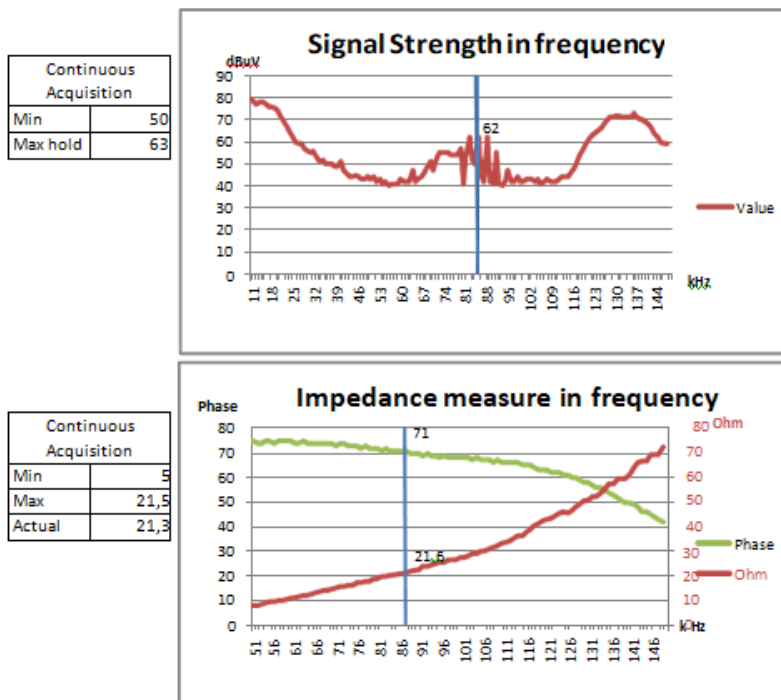
Graf 1: Měření napájecího uzlu bytovky, vlastní tvorba

4.2 CAB2.1



Graf 2: Měření napájecího uzlu bytovky, vlastní tvorba

4.3 CAB2.3



Graf 3: Měření napájecího uzlu bytovky, vlastní tvorba

Měření ostatních napájecích uzlů (viz příloha A).

12.4. Výsledky měření

Z měření v terénu bylo zcela zřejmé, že komunikační podmínky nejsou v síti obzvláště kritické (většina míst měření byla dosahována přímo z trafostanice, které nebyli dosažitelné využívali funkci opakovače).

13. Výběr technologie

Podle naměřených hodnot útlumu v některých částech lokality (lokalita bytovky apod.) je nutné použít nejlépe jednoduchou modulaci, a to nejlépe binární modulaci „Binary-Phase Shift Keying“ BPSK (str. 30]) do rychlosti 120 000 bps. Především pro hranici útlumu okolo 119 KHz. Vhodnou technologii nabízí firma ENEL (viz příloha A).

Technologie PLC vyvinutá společností ENEL využívá modulaci BPSK na 9600 bps ve fyzické vrstvě s konvolučním kódováním ve frekvenčním pásmu 86 kHz. Kontrola rámců probíhá pomocí 32 bitového výpočtu CRC včetně detekce fází, korelace mezi přijatými signály a přechodem nuly zdroje k identifikaci fáze zdrojového uzlu (prevence přeslechu). Filtrování signálů založených na adresách opakování rámce s automatickou zpětnou vazbou bez odpovědi do zdrojového uzlu.

Služby aplikační vrstvy:

- Vzdálená konfigurace měřiče
- Čtení dat a provádění příkazů
- Potvrzení o operacích
- Alarmy (manipulace, nízké napětí, poruchy)
- Správa zabezpečení dat se 128 bitovým šifrováním AES a autentizací
- Správa sítě
- Aktualizace softwaru na dálku

Komunikační cesty jsou postaveny tak, aby nedocházelo ke vzájemné komunikaci měřičů. Všechny měřiče v komunikační cestě (opakováče a cílový měřič) jsou na stejné síťové fázi. Automatické zjišťování nových měřidel a adaptace komunikačních cest do stávající struktury, optimální pro komunikaci přes elektrické vedení.

Dalším rysem této technologie je flexibilita aplikační vrstvy. Lze jej použít jak na PLC, tak i optických a bezdrátových sítích. Má tabulkový flexibilní datový model, který umožňuje vytváření vlastních tabulek.

13.1. Součásti inteligentní měřicí sítě

Z důvodů útlumů mezi jednotlivými měřiči a koncentrátorem je nutná kompenzace zesilovači signálů pomocí opakováčů, tato funkce je integrována v měřičích.

Pro zajištění robustní komunikační cesty PLC mezi různými úrovněmi sítě jsou v měřicí infrastruktuře ENEL nezbytné následující komponenty.

13.1.1. Koncentrátor dat APS CERCO1



Obrázek 18: Koncentrátor dat APS CERCO1

APS CERCO1 (obr18) si může vyměňovat data na různých komunikačních sítích, jako je například komunikace po elektrické síti (PLC), nebo za pomoci bezdrátové komunikace (GSM, GPRS, ...) v těchto sítích zpravidla využíváme komunikaci se systémy řídicího centra.

APS CERCO1 pracuje na operačním systému Linux. APS CERCO1 navazuje na WAN síť podle typu externího modemu připojeného k GPRS rozhraní. Toto rozhraní lze ve skutečnosti použít i k propojení modemů, které provádějí datovou komunikaci v sítích odlišných od GSM / GPRS (viz příloha A).

Koncentrátor podporuje čtyři hlavní funkce:

- Získávání dat z měřidel a následný přenos do Řídicího centra AMM na stanovené frekvenci nebo na základě konkrétní žádosti AMM.
- Provádění vzdálených operací na měřicích na žádost AMM (např. Deaktivace, Tarify nebo smluvní změny).
- Detekce alarmového signálu pro komunikační problémy, manipulaci s měřidlem, poruchu měření. Přenos těchto signálů do řídicího centra AMM.
- Stahování vzdáleného firmwaru a upgrade softwaru měřicích zařízení.

13.1.2. měřiče CERM1 a CERT1



Obrázek 19: Měřič CERM1



Obrázek 20: Měřič CERT1

CERM1 (obr.19) a CERT1(obr.20) jsou obousměrné elektronické měřiče elektrické energie certifikované směrnicí MID (směrnice 2004/22 / ES o měřicích přístrojích). Tyto měřiče lze dálkově ovládat pomocí datového koncentrátoru CERCO1.

Měřiče můžou zároveň sloužit jako opakovače signálu a umožňují dosahovat až vzdálenosti 1,4 km od trafostanice. Povoleno je až sedm opakovacích kroků po 200 m ke koncentrátoru.

Hlavní rozdíl v konstrukci mezi jednofázovými a třífázovými elektroměry spočívá v tom, že jednofázové používají k měření proudu bočník (odporový převodník) a třífázové využívají proudové transformátory pro každou fázi. Všechny ostatní parametry jsou naprosto stejné (viz příloha A).

Registry související s metrologií pro činnou a jalovou energii, kladně indukční, kladné kapacitní, záporně indukční a záporně kapacitní reaktivní energie (4 kvadranty).

Funkce metru:

- Funkce proti neoprávněné manipulaci pro odstranění krytu svorek.
- Vzdálená detekce nesprávného programování a narušení komunikačních portů.
- Nastavení parametrů pomocí ověřovací procedury 128 bitového klíče a vyhrazeného algoritmu.
- Vzdálené čtení dat týkajících se kvality napájení sítě NN (odchylky a přerušení síťového napětí).
- Záložní zdroj energie přes baterii pro udržení hodin.
- Údaje o energetické kvalitě jsou uloženy v energeticky nezávislé paměti a chráněny proti poškození pomocí kontrolního součtu a zálohování.
- Datum a čas programování (dálkový a lokální režim), včetně přepínání osvětlení.
- Monitorování napěťových parametrů (maximální / minimální hodnoty a aktuální hodnota).

Tarifní funkce:

- Měřič implementuje velmi flexibilní multi-tarifní fakturační systém založený na kalendáři v reálném čase;
- Měřič implementuje energetické registry pro každý konkrétní tarif. Multi-tarifní struktura může být naprogramována flexibilně, např.:
 - 6 různých tarifů (s programovatelnými maximálními dovozními pravomocemi)
 - 8 různých denních období [00.00 ÷ 24.00] s 15 min periodou
 - 8 různých typů dnů (od pondělí do neděle + státní svátky)
 - 3 různé týdenní struktury
 - 8 různých ročních období
- Aktivace požadovaného tarifu se provádí v souladu s kalendářem v reálném čase, který provádí měřič.

- Energetické registry mají rozlišení 1 Wh a 1 varh.
- Energetické registry jsou ukládány do energeticky nezávislé paměti a chráněny proti poškození kontrolním součtem a zálohováním.
- Měřič implementuje energetické registry týkající se 4 různých fakturačních období skutečných a 3 předchozích.
- Měřič vyhodnocuje spotřebu energie aktuálního a předchozího dne.
- Měřič lze implementovat s několika profily zatížení (obvykle 6, jeden pro každý typ aktivní a jalové energie) s následujícími charakteristikami:
 - 3660 vzorků uložených v kruhové paměti
 - Programovatelné trvání vzorků [1 min÷60 min]
 - se vzorkem 15 min

Pulzní vysílač, který může být použit pro činnou energii nebo jalovou energii, je umístěn na skříni CERT1 a má 4000 pulzů na kWh a 4000 pulzů na rozlišení kvarh (viz příloha A).

13.1.3. Inteligentní řízení zátěže

SLC (obr.21) je zařízení vyvinuté pro rozšíření schopnosti inteligentních měřičů k řízení zátěže, jako tradiční systémy řízení HDO.

Zařízení je koncovým přepínačem pro připojování a odpojování speciálních zátěží podle specifických zásad (tarifikace). V tomto rozsahu může zařízení SLC pracovat na každém ze dvou přepínačů individuálně v souladu s oběma následujícími režimy:

- Příkazy na vyžádání.
- Cyklická správa podle časově naprogramovaného programu.

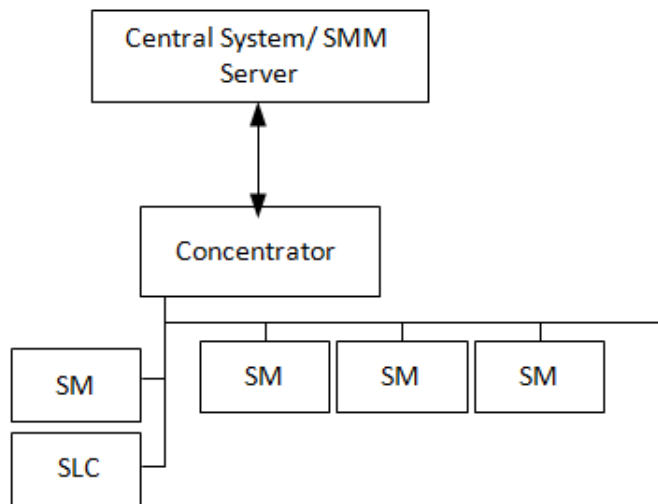
Buď příkazy s přímým vydáním, konfigurační parametry pro ukládání / modifikaci rezidentního časového programu, jsou doručeny do SLC pomocí zpráv PLC z centrálního systému adresovaných k jeho vlastnímu ID, nebo z koncentrátoru, nebo přidruženého měřiče. SLC může být kdykoliv dotazován, aby zjistil diagnostický stav a nastavení konfigurace (viz příloha A).



Obrázek 21: Inteligentní zařízení SLC, vlastní tvorba

13.1.4. SLC-PLC komunikace

Koncentrátor je připojen k SMM Serveru prostřednictvím standardních telekomunikačních spojení pomocí protokolu TCP-IP, aplikační protokol je definován společností ENEL. Koncentrátor je připojen k přístroji nebo k zařízení SLC pomocí DLC protokolu. Komunikační protokol je založen na standardu SITRED (fyzická vrstva). Koncentrátor je master "master-slave" ve spojení v pásmu A. Koncentrátor přiřadí jednomu SLC zařízení současně síťový prostředek k zápisu nebo čtení dat z něj. SLC zařízení nemůže převzít kontrolu nad sítí bez specifického požadavku koncentrátorem. Jako "příchozí" režim (od koncentrátoru k zařízení v domě zákazníka, v našem případě SLC) koncentrátor komunikuje přímo, čte nebo zapisuje na SLC. V režimu "odchozí" (v opačném směru od periferního uzlu ke koncentrátoru) v důsledku modelu master-slave nemůže být SLC připojeno nezávisle (obr.22).



Obrázek 22: Komunikace systému, vlastní tvorba

14. IT řešení, telekomunikace a protokoly

IT Centrální System se nazývá Advanced Meter Management (AMM) nebo Advanced Meter Management System (AMMS) a spravuje data odesílaná z / do koncentrátorů.

AMM Telekomunikační architektura využívá stávající síťovou strukturu a integruje ji s veřejnou bezdrátovou telekomunikační sítí pomocí GSM / GPRS / SAT modulu. Podpora TCP / IP se používá při komunikaci mezi koncentrátorem a systémem elektronického řízení měřičů (AMM-Main Station).

Podpora TCP / IP se používá při komunikaci mezi koncentrátorem a systémem elektronického řízení měřičů (AMM-Main Station).

Koncentrátor řídí komunikaci v obou směrech, směrem k centrálnímu systému dálkového měření přes veřejnou telekomunikační síť a směrem k elektronickým měřičům přes soukromou komunikaci v distribuční síti.

Systém dálkového měření komunikuje prostřednictvím veřejné telekomunikační sítě (GSM, PSTN & Satellites) s koncentrátorem.

Koncentrátor dohlíží na komunikaci s elektronickými měřiči (komunikace DLC 4800 bit / s). Vestavěná funkce umožňuje, aby koncentrátor dosáhl měřičů, které používají funkci „opakovače“, když nejsou přímo dosažitelné (viz příloha A).

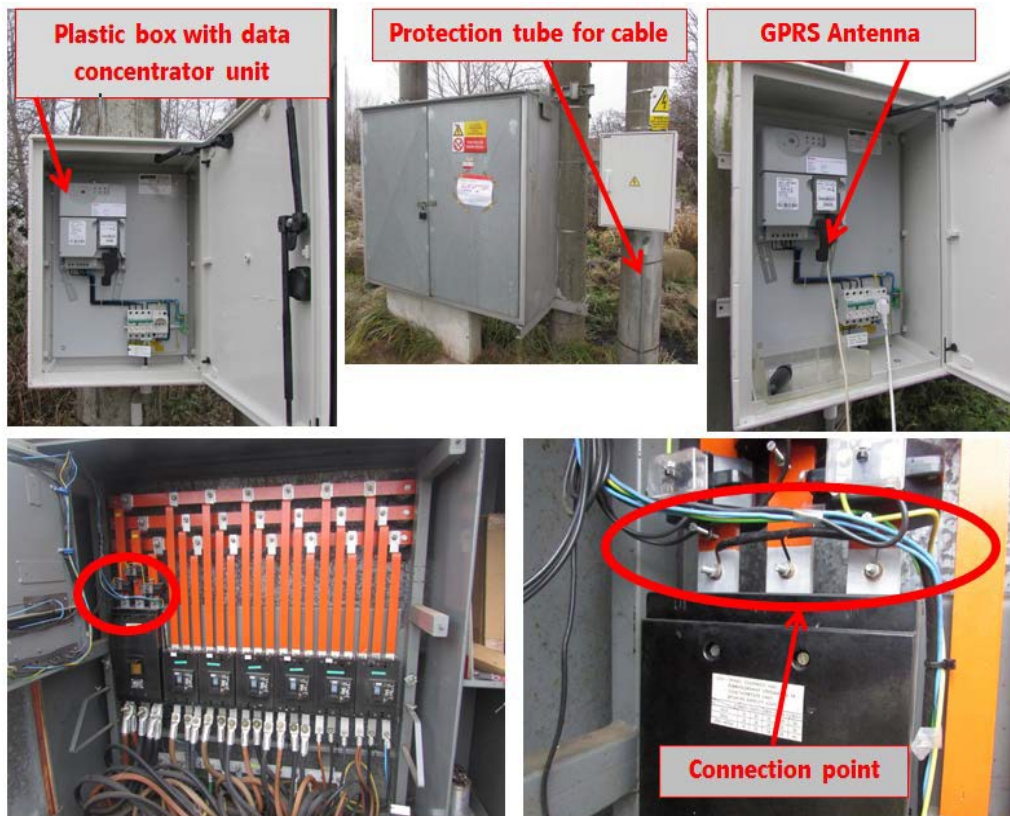
15. Komunikace GSM / GPRS

Komunikace mezi koncentrátorem a AMM Control Center může být aktivována oběma směry. Koncentrátor komunikuje s řídicím centrem AMM přes TCP / IP. Primární připojení je získáno prostřednictvím protokolu PPP (Point to Point Protocol) pomocí protokolu CHAP (Challenge Authentication Protocol). Sériový port je připojen k modemu GSM (nebo podobnému). PPP je chráněno heslem, uživatelské jméno a heslo jsou kódovány pro navázání a ověření komunikace (viz příloha A).

16. Montážní práce

16.1. První fáze instalace do TDS

V první fázi instalujeme technologii SM do všech 5 transformačních stanic 22 / 0,4 kV.



Obrázek 23: Montáž a instalace koncentrátoru do trafostanice, vlastní tvorba

Na obrázcích je příklad instalace na jedné z transformačních stanic 22 / 0,4 kV. Datový koncentrátor APS CERCO1 je umístěn v samostatném plastovém boxu, který je umístěn na sloupu vedle rozvaděčů DTS s rozvaděči NN. Plastový box obsahuje jistič 32 A a servisní zásuvku. Koncentrátor je připojen k rozvaděčům NN kabelem 1,5 mm². Kabely jsou vedeny v podzemní ochranné trubce. Připojení k rozvaděči NN je za hlavním jističem.

Instalační proces v každé transformátorové stanici trval přibližně 3 hodiny.

16.2. Druhá fáze instalace měřičů a SLS zařízení

ENEL připravil externí cloudový server, na kterém jsme pracovali s našim hlavním systémem SMM web. Po instalaci systému a poskytnutí přístupových dat byla paralelně spuštěná montáž technologie chytrého měření (montáž prováděla externí firma) z důvodu přípravy datového prostředí. Po instalaci každého elektroměru a SLC zařízení bylo nutné

zpracovat protokol o instalaci, a propojit informace s daty v centrálním systému. Pokud byla všechna data řádně zpracována, měřič a SLC zařízení mohli komunikovat s datovým koncentrátorem a centrálním systémem.

	počet
Celkový počet odběrných míst	337
Odběrné místa s instalací SM	285
Jedno tarifní místa SM	95
Dvou tarifní místa SM	190
Odběrné místa bez instalací SM	52
Bytovka společné HDO	12
Obecní úřad + škola+ pošta	9
Požadavek zákazníka	1
Nedostupní zákazníci	18
Zákazník mimo dosah	7
Chybí hlavní jistič	5
Počet koncentrátorů	5

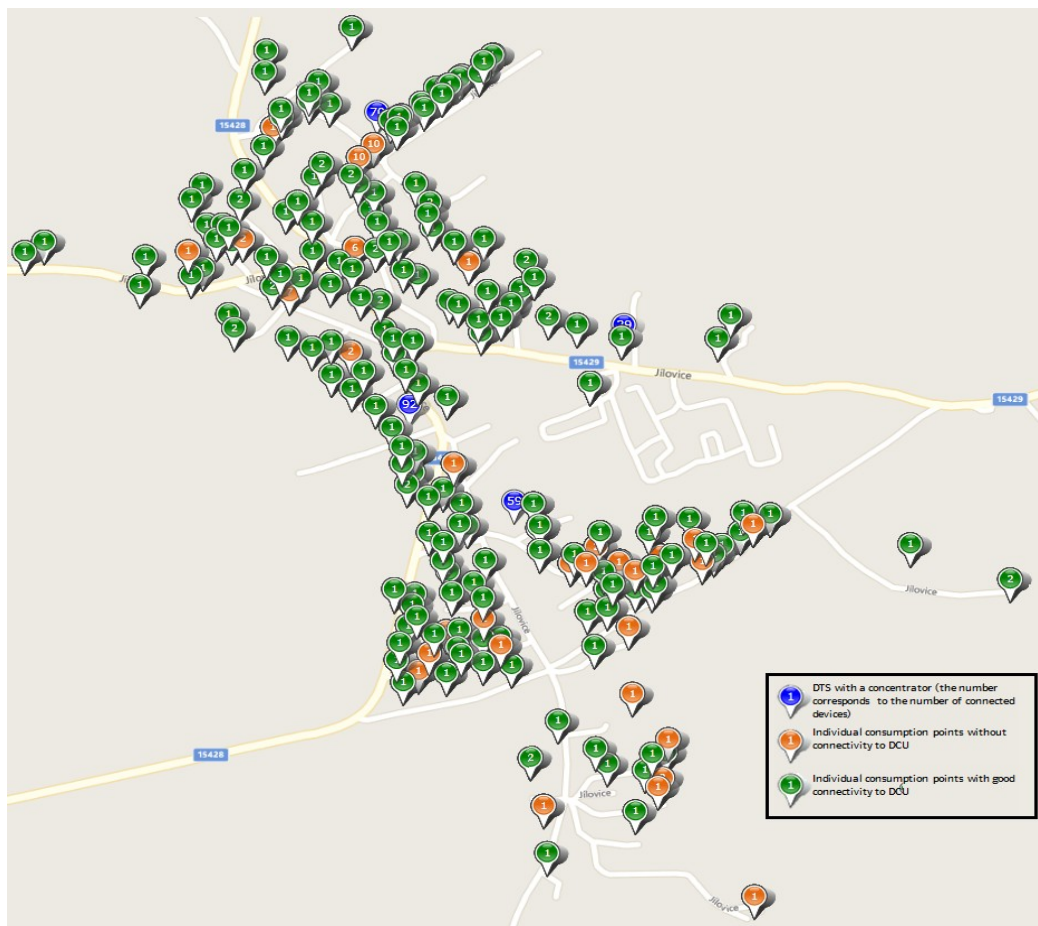
Tabulka 6: Celkové počty měření, vlastní tvorba

Napájecí uzly	počet
Nádraží	29
Bytovky	70
Statky	30
Kulturák	92
Veska	64

Tabulka 7: Celkové počty, podle napájecích uzlů, vlastní tvorba



Obrázek 24: Počty instalovaných zařízení v jednotlivých lokalitách, vlastní tvorba



Obrázek 25: Detail v jednotlivých lokalitách, vlastní tvorba

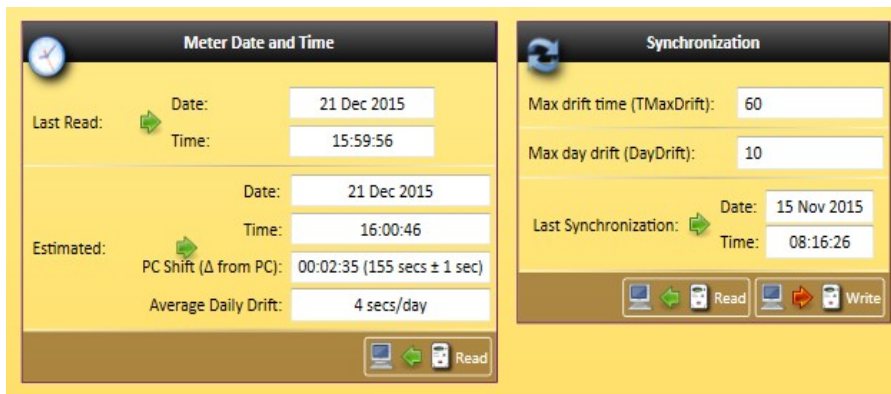
17. Celkové testy

17.1. Nesprávná synchronizace času

Každý měřič a SLC zařízení mělo vlastní časovou základnu a bylo synchronizováno odděleně s časem přiřazeného koncentrátoru. Tento způsob synchronizace nebyl příliš vhodným řešením a způsobil problémy popsané podrobně níže.

Rozdíl v časové synchronizaci mezi měřičem a SLC, byl až 4 sekundy denně.

Na základě zkušeností společnosti Enel s provozem této technologie v Itálii, Španělsku a dalších zemích byla nastavena některá pravidla pro časovou synchronizaci zařízení, (viz tabulka 8).

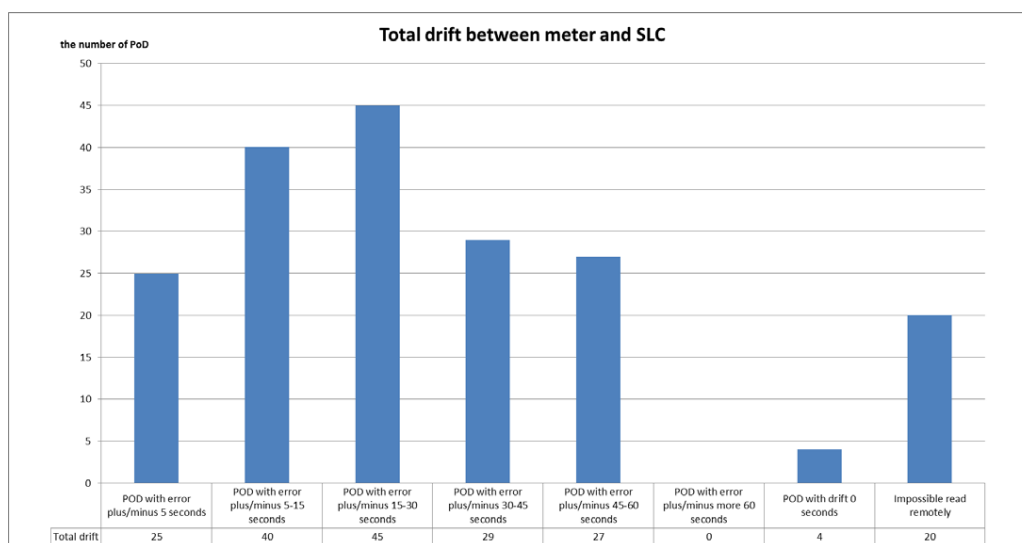


Obrázek 26: Nastavení pravidel synchronizace

Rozdíl od	Meter	SLC
0-60 sekund	nesynchronizovat	nesynchronizovat
60 sekund-10 minut	synchronizovat	synchronizovat
10 minut-60 minut	Synchronizovat s alarmem	synchronizovat
Víc jak 60 minut	Odmítne synchronizaci z koncentrátoru a pokračuje s vlastním časem	Odmítne synchronizaci z koncentrátoru a pokračuje s vlastním časem

Tabulka 8: Pravidla synchronizace ENEL, vlastní tvorba

V níže uvedeném grafu je vidět, že i navzdory skutečnosti, že ENEL provedl vzdáleně synchronizaci času, existuje mnoho odběrných míst, kde je časová odchylka víc než 30 sekund mezi měřičem a SLC.

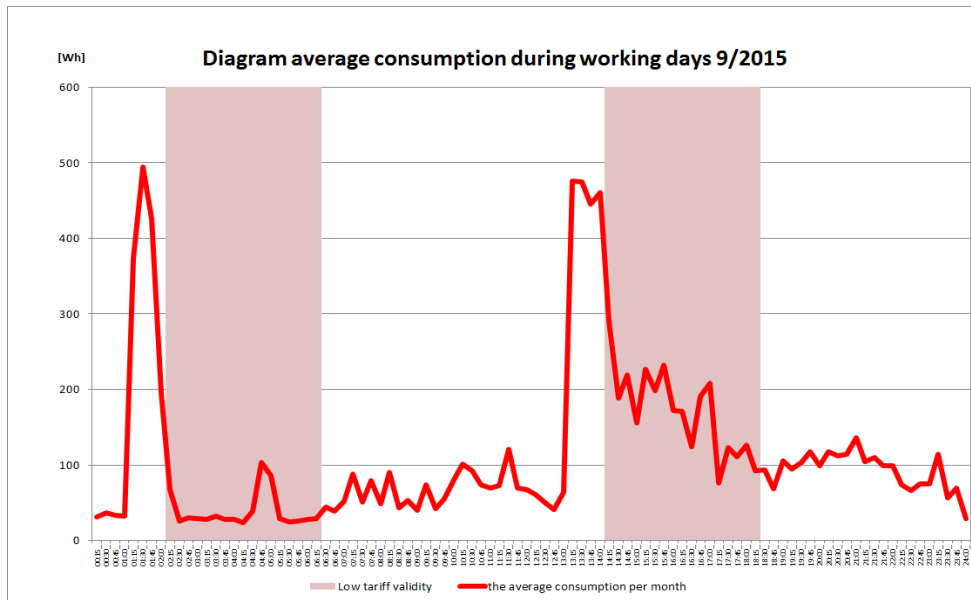


Graf 4: Přetrvávající odchylky synchronizace, vlastní tvorba

17.2. Přepínání vysokého a nízkého tarifu

Jak bylo uvedeno výše, během testovací fáze jsem zaznamenal problém se synchronizací času mezi měřičem a SLC. To způsobovalo, že zákazník spotřebovává více energie ve vysokém tarifu, kde je cena energie vyšší než v nízká tarifu.

Provedl jsem analýzu spotřeby konkrétního odběrného místa (po dobu jednoho měsíce) a červený graf ukazuje průměrnou denní spotřebu za měsíc, růžové sloupce představují interval nízkého tarifu. Jak je vidět z grafu, vrchol spotřeby energie způsobený kotlem je v intervalu vysokého tarifu. V souladu s legislativou v České republice musí být blokován přístroj připojen pouze při nízkém tarifu.



Graf 5: Přepnutí spotřebiče v jiném tarifu

Zjistil jsem, že problém je u zařízení, která jsou nedostupná pro koncentrátor dat, tzn. žádná možnost vzdáleně synchronizovat čas – viz kapitola Problémy s komunikací.

Na některých odběrných místech byli zařízení, s chybným výchozím nastavením z výroby, nebo chybnou první parametrizací (s nastavením odchylky synchronizace až 60 minut). Měřič nebo SLC odmítne přijmout čas od koncentrátoru při vyšší časové prodlevě a pokračuje v provozu s nesprávným časem zařízení, displej zobrazí tuto chybu vykřičníkem.

Periodické zpoždění 1 sekunda mezi spínacím tarifem a zátěží, způsobuje velmi malou spotřebu započítanou do nesprávného registru. Příklad můžete vidět níže v tabulce 9.

Bojler	2000	W
Spotřeba za hodinu	2	kWh
Spotřeba za sekundu	0,000555556	kWh
Změna tarifu 3x denně (odhad)	0,001666667	kWh
Roční spotřeba při zpoždění spínání o 1 s	0,608333333	kWh

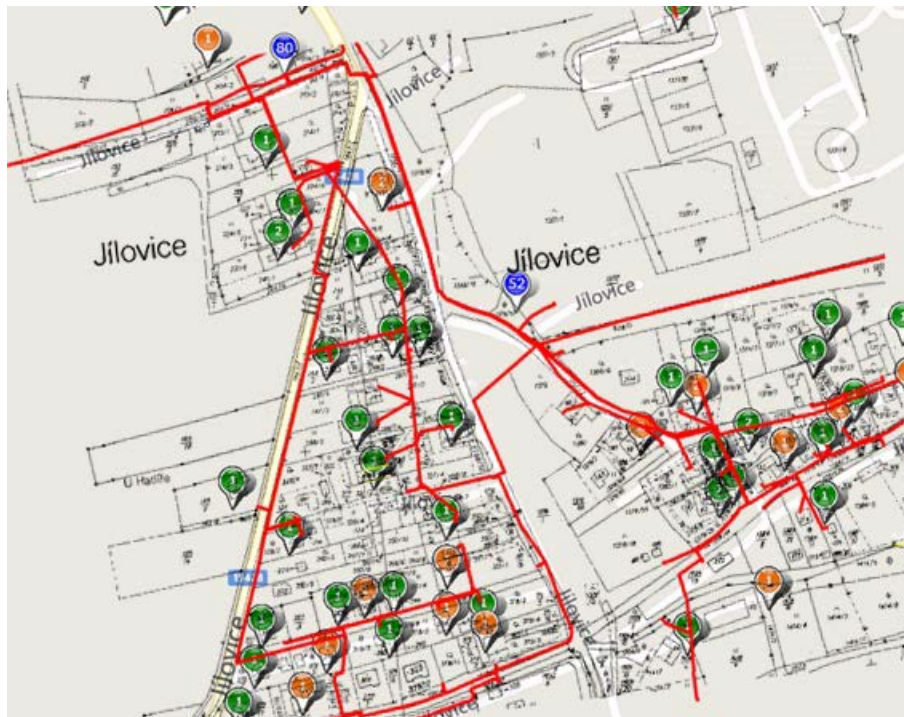
Tabulka 9: Zpoždění spínacího tarifu o 1 s

17.3. Komunikační problémy

Celkový počet	285
Komunikující elektroměry	234
Nekomunikující elektroměry	51
Vypnuté elektroměry	22
Měli by komunikovat	29

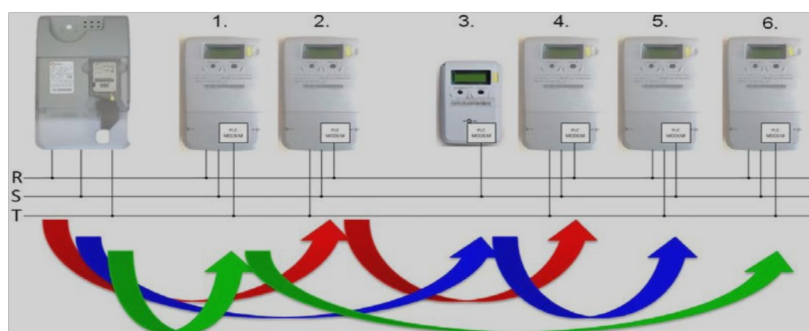
Tabulka 10: Komunikace elektroměrů

17.4. Komunikační řetězec elektrické sítě



Obrázek 27: Dostupnost jednotlivých odběrných míst, vlastní tvorba

V průběhu testování bylo zjištěno, že v síti s nízkým napětím najdeme spoustu míst, kde se nedodrží správný sled fází. Měřič Enel má komunikační modul na třetí fázi. To způsobí, že se signál opakuje nerovnoměrně a na některých místech klesá pod kritickou úroveň (obr.28, zelená šipka).



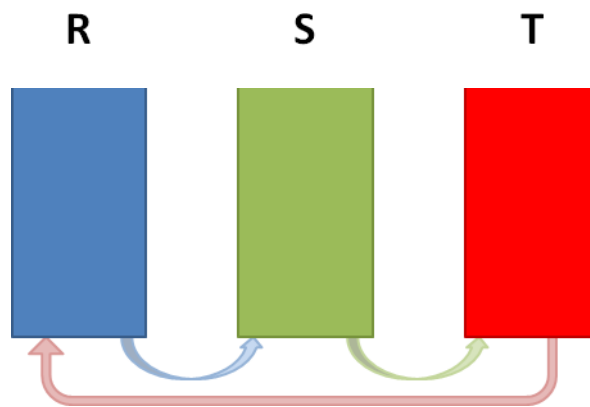
Obrázek 28: Fázové nesrovnalosti, vlastní tvorba

Na základě znalostí komunikačního řetězce a práce v terénu nám ENEL doporučil vyměnit komunikační fázi za fázi s nejlepším poměrem signál / šum, vždy je důležité zachovat stejný

cyklický smysl fází. Proto je nutné jednotlivé fáze vyměnit podle následujícího připojeného schématu nebo opačně:

Po těchto doporučeních byla provedena výměna ve spolupráci s oddělením speciální měření. V některých odběrných místech to nebylo možno vyměnit, protože vodiče vstupu / výstupu do měřiče byli krátké nebo nevyhovující (staré hliníkové vodiče).

Měření v terénu byla časově náročná, nalezení správné fáze pro nekomunikující měřič trvalo průměrně dvě hodiny.



Obrázek 29: Schéma pro výměnu fází,
vlastní tvorba

Celkový počet elektroměrů	285
Komunikující elektroměry	234
Nekomunikující elektroměry	51
Vypnuté elektroměry	22
Měli by komunikovat	29
Doporučená výměna fáze	17
Provedená výměna fáze	15
Nemožná výměna fáze	2
Neprovedené, špatné podmínky v rozvaděči	1
Elektroměry k řešení	20

Tabulka 11: Konečné počty komunikace, vlastní tvorba

Po výměně fází se komunikace zlepšila na devíti odběrných místech, ale stále existovalo 20 měřičů, které nemohli komunikovat, dalších 22 měřičů nemohlo komunikovat z důvodu vypnutí. V jednom napájecím uzlu bylo odběrné místo, kde bylo potřeba nahradit standardní měřič za inteligentní. Na základě měření v terénu se předpokládá, že tato změna zvýší počet komunikujících měřičů o sedm.

Navíc po výměně fází bylo zjištěno, že to není dostatečnou zárukou toho, že komunikace bude řádně fungovat po celou dobu provozu, protože v případě, že dojde k nějaké jiné práci v terénu nebo v prostorách zákazníka, technik bez znalosti místní situace může fázi otočit podle normy a toto opět přeruší komunikační cestu.

Současný přijímač HDO je připojen na 1. fázi přes 2 A jistič. SLC zařízení, musí být připojeno z fáze, kde je umístěn komunikační modul v měřiče (tj. 3. fáze). Tímto dochází ke změně zapojení v instalaci rozvaděče, který je majetkem zákazníka (změna zapojení v rozvaděči ve většině případů vyžaduje revizi). Po rozsáhlé diskusi jsme se rozhodli nepoužít jistič 2 A, ale zapojit SLC přímo se třetí fází měřiče samostatným vodičem, který

je umístěn na povrchu rozvaděče. Tato změna znamená navýšení času a nákladů na instalaci a kontrolu zákaznického rozvaděče, protože to vyžaduje český zákon.

Z těchto důvodů doporučujeme prozkoumat možnost vybavení měřidla komunikačním PLC modemem ve všech třech fázích. Mělo by to vyřešit problém s nalezením správné komunikační fáze; měla by se také zlepšit kvalitu signálu v NN síti.

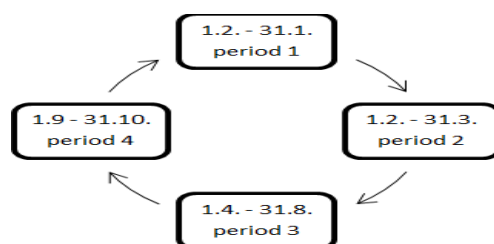
17.5. Hlavní jistič před elektroměrem

V České republice je hlavní jistič umístěn před měřidlem, je přístupný odběrateli a ten ním může vypnout všechny spotřebiče na odběrném místě z jakéhokoliv důvodu, (zejména v severní oblasti bylo mnoho rekreačních chat, ve kterých jsou měřiče obvykle v období podzimu a zimy vypnuty).

Můžeme potvrdit, že vypnutí hlavního jističe má vliv na měřiče (pokud o neoprávněnou manipulaci) a také běžný provoz, protože komunikační technologie spoléhá na funkci opakovače (kterými jsou samotné měřiče).

17.6. Změny TOU (Time of Use) tabulek

V České republice jsou čtyři období (obr. 30), kdy se mění tabulky TOU (druh spínací tabulky pro spínání tarifů). V našem projektu jsme museli zpracovat TOU tabulky pro každé období a postupně je nahrávat do zařízení. Bylo zjištěno, že měřiče a SLC zařízení nemají dostatek paměti pro uložení TOU tabulek na celý rok. Proces by se měl plně automatizovat a TOU tabulky by měli být na zařízení uloženy celoročně (navýšení kapacity paměti), změny TOU by byly prováděny pouze v nouzových situacích.



Obrázek 30: TOU (Time of Use) cyklus změn, vlastní tvorba

18. Shrnutí projektu

Komunikace po elektrické lince pro inteligentní měřicí techniku prezentovaná společností ENEL na základě Meters & More (viz příloha A) dokazuje, že je budoucím robustním řešením pro implementaci AMM. Na druhé straně je důležité zmínit, že tento pilotní projekt pro nahrazení systému dálkového ovládání používaného v zemích střední a východní Evropy je pouze prvním krokem k nalezení konečného řešení, které by bylo použitelné pro zavádění tohoto systému.

Technologie PLC jako řešení inteligentního měření stále čelí několika důležitým výzvám, které je třeba vyřešit. Hlavní vypínač (jistič) umístěný před měřičem umožňuje zákazníkovi odpojit veškerou spotřebu (podle jeho uvážení), vypne také měřič. Tento konkrétní případ hraje významnou roli pro inteligentní měřiče PLC v celé České republice, protože každý měřič může fungovat také jako síťový opakovač. V případě, že je přístroj vypnutý, a plní funkci opakovače, může vyřadit z činnosti (dosažitelnosti) větší počet měřičů.

Komunikační problémy byly také způsobeny na více místech nízkonapěťové sítě nesousledností fází. Modem PLC je pouze na třetí fázi třífázového měřiče a způsobuje, že se signál opakuje nerovnoměrně a na některých místech klesá pod kritickou úroveň. Musela být nalezena fáze s nejlepším signálem na každém odběrném místě, kde byli komunikační problémy, toto může pro nasazení způsobit dodatečné náklady.

Jak bylo uvedeno výše, nesprávná synchronizace času způsobila problémy s nesprávným měřením spotřeby ve vysokém a nízkém tarifu, což způsobilo stížnosti některých zákazníků. Vzhledem ke zkušenostem získaným během pilotního projektu by byla vhodná úprava SLC zařízení.

Existuje několik možností:

- Myšlenka integrovaného řešení pro měřič a modul inteligentního řízení.



Obrázek 31: Integrace měřiče a SLC modulu, vlastní tvorba

- Tabulka TOU pro spínání zátěže bude uložena pouze v elektroměru, který ovládá spínací tarif a současně dává příkaz k přepínání zátěže (navýšení kapacity paměti).
- Musí být zajištěna nepřetržitá synchronizace mezi časem měřiče a SLC, aby bylo zajištěno přepínání zátěže.
- Potvrdilo se, že pro budoucí práci s technologií SM na DTS je vhodné pokračovat v montáži technologie SM do nezávislých rozváděčů (bezpečnost obsluhy).

19. Závěr

Tato bakalářská práce pojednává o problematice chytrého měření v oblasti energetiky, konkrétně v elektro energetice včetně všech příbuzných témat jako jsou chytré sítě, chytré domy a vzájemné a možné komunikace a přenosu dat mezi nimi.

Chytré sítě do budoucna nahradí stávající rozvodné sítě, které už momentálně nedostačují nárokům a technologickým požadavkům dnešní doby, toto plně platí i v oblasti samotného bydlení a žití, kde jsme svědky obrovského rozmachu chytrých technologií a s tím spojená snaha o snižování a optimalizaci spotřeby energií.

V současné době běží nespočet projektů, které se touto problematikou zabývají, jak v oblasti komunikace, kompatibility, ukládání elektrické energie a jejím přenosem v rámci chytrých sítí.

Jednou ze základních částí chytrých sítí jsou i inteligentní měřiče elektrické energie, které propojují spotřebitele s distributorem, toto propojení je oboustranné.

Tato práce se v první části zabývá teoretickým podkladem pro pochopení základní myšlenky tohoto novodobého fenoménu, ze všech úhlu pohledů, počínaje od chytré domácnosti přes chytré měření po chytré sítě včetně komunikačních možností a konečného zpracování dat.

Z mého pohledu jsem dosáhl splnění vytyčených cílů, stanovených si v úvodě mé práce.

1. V první části jsou teoreticky shrnuty základní principy chytrého měření, podmínky a situace v České republice, taktéž i přehled nasazování a aktuálního stavu v Evropské unii.
2. Ve druhé části je provedená analýza a následné nasazení technologie chytrého měření v lokalitě Jílovice, jsou zde zdokumentovány výsledky a postupy při provádění projektu.
3. Shromáždil jsem výsledky a provedl jsem vyhodnocení konkrétního pilotního projektu se zaměřením na další možné využití technologie chytrého měření. V případě mnou zkoumaného problému se vyskytli určité nedostatky, které je nutné do budoucna odstranit, a to jak technického, tak i legislativního charakteru.

Seznam literatury

Knižní zdroje

- [1] EU. Směrnice 2009/72/ES. Brusel: autor neznámý, 2009.
- [2] EU. Směrnice 2006/32/ES. Štrasburk: autor neznámý, 2006.
- [3] EU. Směrnice 2004/22/ES. Štrasburk: autor neznámý, 2004.
- [4] MPO. Sběrka zákonů České republiky. Vyhláška 218/2001 Sb. 2001.
- [5] Hrasnica, H. Broadband Powerline Communications Networks. John Wiley & Sons, Chichester 2004. ISBN 0-470-85741-2.
- [6] ABB s.r.o. Inteligentní sítě Nepublikovaný dokument ABB. Inteligentní Sítě: Úvod do problematiky Inteligentních sítí. Praha, 2011.
- [7] Sdělovací technika: telekomunikace – elektronika – multimédia. Praha: Petr Beneš v nakladatelství Sdělovací technika s.r.o, 2013. ISSN 0036-9942.
- [8] Hanus S. Bezdrátové a mobilní komunikace Skriptum FEKT VUT v Brně, RadioMobil, a.s., Brno2003
- [9] Hudec, L. Systémy dálkového měření v energetice. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 65 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jiří Mišurec, CSc.
- [10] Knowledge Base [online]. Dostupné z:
<https://sites.google.com/site/amitsciscozone/home/important-tips/traffic-engineering/rsvp-te-for-p2mp-lsps>
- [11] VANČATA, P Standardizace širokopásmových systémů přenosu po energetickém vedení [online]. 2005 [cit. 2005-05-12]. Dostupné z:
<http://access.feld.cvut.cz/view.php?cisloclanku=2005112801>
- [12] Technické-normy-csn.cz [online]. 1994 [cit. 1994-01-01]. Dostupné z:
<http://www.technicke-normy-csn.cz/>
- [13] Kocour Z, Macejko P, Mařík V. Adaptabilní systém pro zvýšení rychlosti a spolehlivosti přenosu dat v přenosové síti [online]. Dostupné z:
<https://docplayer.cz/12482337-Adaptabilni-system-pro-zvyseni-rychlosti-a-spolehlivosti-prenosu-dat-v-prenosove-siti.html>
- [14] Landis+gyr, Praha 2013 dostupné z:
<https://www.landisgyr.cz/resources/?resource-type=publications-cs&resource-region=all&keyword=#filter>.

- [15] Galetka M. Přenosová soustava elektrické energie [online]. 2016 [cit. 2016-01-16]. Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/elektroenergetika/13676-prenosova-soustava-elektricke-energie>.
- [16] Mareček P. A0M15EVS – Elektrické zdroje a soustavy [online]. 2011. Dostupné z: http://www.powerwiki.cz/attach/EVS/prednaska_05.pdf
- [17] It-slovník.cz [online] dostupné z: <https://it-slovník.cz/>

Seznam obrázků:

Obrázek 1: projekt Mise	11
Obrázek 2: Topologie přenosové sítě od klasické k SG, převzato [16]	16
Obrázek 3: Schéma přenosové a distribuční soustavy, převzato [15]	18
Obrázek 4: Jednoúrovňová komunikace, vlastní tvorba.....	25
Obrázek 5: Dvouúrovňová komunikace, vlastní tvorba	26
Obrázek 6: Víceúrovňová komunikace, vlastní tvorba	26
Obrázek 7: Přenos, modulace a demodulace signálu, vlastní tvorba.....	28
Obrázek 8: Jednotlivé prvky PCL komunikace, vlastní tvorba.....	29
Obrázek 9: Model ISO/OSI, vlastní tvorba	31
Obrázek 10: Adaptibilní komunikace, inverzní multiplex, vlastní tvorba	37
Obrázek 11: Komunikace pomocí inverzního multiplexu, vlastní tvorba.....	37
Obrázek 12: Dostupnost elektroměrů, vlastní tvorba	39
Obrázek 13: Distribuční trafostanice v Jílovicích, vlastní tvorba	42
Obrázek 14: Měření kvality přenosu, vlastní tvorba	44
Obrázek 15: Měřicí přístroj ELVIS, vlastní tvorba	46
Obrázek 16: přístroje ELVIS, vlastní tvorba	47
Obrázek 17: Přístroje ELVIS v terénu, vlastní tvorba.....	48
Obrázek 18: Koncentrátor dat APS CERCO1	52
Obrázek 19: Měřič CERM1	53
Obrázek 20: Měřič CERT1	53
Obrázek 21: Inteligentní zařízení SLC	56
Obrázek 22: Komunikace systému.....	57
Obrázek 23: Montáž a instalace koncentrátoru do trafostanice.....	60
Obrázek 24: Počty instalovaných zařízení v jednotlivých lokalitách.....	62
Obrázek 25: Detail v jednotlivých lokalitách	63
Obrázek 26: Natavení pravidel synchronizace	64
Obrázek 27: Dostupnost jednotlivých odběrných míst.....	68
Obrázek 28: Fázové nesrovnalosti, vlastní tvorba.....	68
Obrázek 29: Schéma pro výměnu fázi, vlastní tvorba.....	69
Obrázek 30: TOU (Time of Use) cyklus změn, vlastní tv.....	71
Obrázek 31: Integrace měřiče a SLC modulu, vlastní tvorba.....	72

Seznam tabulek:

Tabulka 1: Smart metering v EU, vlastní tvorba.....	14
Tabulka 2: Nejpoužívanější komunikační a modulační technologie	19
Tabulka 3: Přehled komunikačních pásem CENALEC	30
Tabulka 4: Počty odběrných míst.....	43
Tabulka 5: Měření napájecího uzlu bytovky.....	48
Tabulka 6: Celkové počty měření	61
Tabulka 7: Celkové počty, podle napájecích uzlů	62
Tabulka 8: Pravidla synchronizace ENEL	65
Tabulka 9: Zpoždění spínacího tarifu o 1 s.....	67
Tabulka 10: Komunikace elektroměrů.....	67
Tabulka 11: Konečné počty komunikace.....	70

Seznam grafů:

Graf 1: Měření lokality bytovky, vlastní tvorba.....	49
Graf 2: Měření lokality bytovky, vlastní tvorba.....	49
Graf 3: Měření lokality bytovky, vlastní tvorba.....	50
Graf 4: Přetrvávající odchylky synchronizace	65
Graf 5: Přepnutí spotřebiče v jiném tarifu.....	66

Seznam zkratek

AMM (Automatic Meter Management)
AMR (Automatic Meter Reading)
BESS (akumulátorový systém pro uchovávání energie)
BPL (Broadband Over Power Line)
BPSK (Binary Phase-Shift Keying)
D8PSK (Differential 8 Phase-Shift Keying)
DBPSK (Differential Binary Phase-Shift Keying)
DQPSK (Differential Quaternary Phase-Shift Keying)
D-BPSK (Differential Binary Phase-Shift Keying)
DCSK (Differential Code Shift Keying)
DTS (Distribuční trafostanice)
EEGI (European Electricity Grid Initiative – Evropská průmyslová iniciativa pro chytré sítě)
Elvis (Enelův nízkonapěťový identifikační systém)
ERÚ (Energetický regulační úřad)
ETS (European Telecommunications Standards)
EU (Evropská Unie)
FACTS (Flexible AC Transmission Systems)
FIFO (First In First Out)
FTP (File Transfer Protocol)
GNU (General Public License)
GPRS (General Packet Radio System)
GSM (Global System for Mobile Communication)
HAN (Home Area Network)
HES (Head-end-system)
HDO (Hromadné dálkové ovládání)
HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)
HVDC (Technologie stejnosměrného vysokého napětí – High Voltage Direct Current)
IEC (International Electrotechnical Commission)
IP (Internet Protocol)
IPv4 (Internet Protocol version 4)
IPv6 (Internet Protocol version 6)

ISO/OSI (International Organization for Standardization / Open System Interconnection)

LA (Elektrické vzdušné vedení)

LAN (Local Area Network)

LC (Elektrické vedení podzemního vedení)

LCD (Liquid Crystal Display)

LTE (Long Term Evolution)

LV (Low voltage)

MAN (Metropolitan Area Network)

MV (Medium Voltage)

NB (Narrowband)

NN (Nízký napětí)

NS (Network Simulator)

NT (Nízký tarif)

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

OPNET (Optimum Network Performance)

PC (Personal Computer)

PDSL (Power Line Digital Subscriber Line)

PLC (Power Line Communication)

PLN (Power Line Networking)

PLT (Power Line Telecom)

POD (Point of delivery)

PQ (Priority Queuing)

PSK (Phase-Shift Keying)

QPSK (Quaternary Phase-Shift Keying)

QoS (Quality of Service)

RF (Radio Frequency)

RP (Rámcový program)

R S T (Označení fáze)

SET (Strategic Energy Technology)

S-FSK (Spread Frequency Shift Keying)

SG (Smart Grids)

SLC (Smart load control)

SM (Smart Metering)

S/N Signál/Šum)
TCP (Transmission Control Protocol)
TS (Trafo stanice)
TOU (Time of use)
VN (Vysoké napětí)
VVN (Velmi vysoké napětí)
VT (Vysoký tarif)
WAN (Wide Area Network)
WFQ (Weighted Fair Queuing)
WiFi (Wireless Fidelity)
WiMAX (Worldwide Interoperability for Micriwave Access)
YSCP (Yokohama Smart City Project)

Přílohy

Seznam příloh:

- A Obsah elektronické přílohy
- B 1. Technické specifikace koncentrátoru, měřičů, SLC zařízení
 2. Vlastností komunikací

A

Obsah elektronické přílohy:

Přiložené CD obsahuje následující soubory:

- CERM1_PŘÍRUČKA.pdf
- CERT1_PŘÍRUČKA.pdf
- ELVIS_PŘÍRUČKA.pdf
- LAUW_MM.pdf
- MĚŘENÍ_SIGNALŮ.pdf
- SLC_PŘÍRČKA.pdf
- SM_PLC_CONCENTRATOR.pdf

B**Příloha 1: Technické specifikace koncentrátoru, měřičů, SLC zařízení****Data Concentrator APS CERCO1**

Table 3 Electric specifications

Input voltage	230 VAC (-20% +20%) 50-60Hz
Nominal power consumption (without GPRS module)	≤ 3 W
Isolation	4kVrms/10kVp 1.2/50 - rif. EN50065-4-2 CENELEC
RTC backup battery	Lithium

PLC coupler	yes 3-Phases
Signal injection switch	yes
PLC modem	STMicroelectronics ST581 completed with 128KB external flash memory
Remote upgrade firmware	yes
Encryption	AES 128-bit dedicated hardware block
Zero crossing circuit	yes
Real time clock	max deviation < 0,5 sec/day at standard conditions

modem	Quadriband GSM/GPRS 850-900/1800-1900 communication data
-------	--

Serial interface	RS-232 DB9 connector
3-Phases line coupling	connector
USB	female USB A
Optical interface	ZVEI according to E mode EN62056-21
GSM/GPRS	SMA female connector

Failure rate (FIT)	Better than 0,3% per year
Expected lifetime	≥ 10 years

Case material	high resistant thermoplastic polyester
Environmental protection	IP40
Antitamper	yes
External dimensions	198 x 326 x 76,6 mm (L x A x P)
Mounting	Compatible with standard DIN of polyphase meters
Working temperature	from -25°C to +70°C
Extreme storing temperature	from -40°C to +85°C
Working humidity	25-90% RH @ 50°C
Storing humidity	95% @ 50°C

LV single-phase meter CERM1

Reference voltage	230V (50 Hz)
Limit voltage	440V (during 6hrs)
Accuracy Class	B (According to UNE-EN 50470-3)
Reactive Class	2 (according to UNE-EN 62053-23)
I max	60A
I min	250 mA
I ref	5 A
Temperature range	-25°C to +70°C (no damage)
Protection class	IP 53
Life time	≥ 15 years
LCD display	16 characters + 15 icons
Energy registers resolution	1 Wh and 1 varh

Type of cut-off device	Relay with 2 poles
Rated Current	≥80A
Rated voltage	230V
Rated Frequency	50 Hz
Available remote command	Switch-off and switch-on

Optical port	EN 62056-21
PLC communication	Compliant with CEI EN 50065-1
Front panel button	To browse display messages

- **Smart Load Control**

Terminal Block	Bakelite or PA66
Service Terminals	For 1.5-40A [-] for SW-1 1.5-5A can be accepted
Input Terminals	For 1.5-3.5A
Front Leds	Power on, switch 1, switch 2
Optical Port	Available on front cover
Thermal range	-40°C to +70°C
IP Degree	IP40 (IP20 for connection terminals)

B

Příloha2. Vlastnosti komunikací

	<i>Přednosti</i>	<i>Nevýhody</i>	<i>Použitelnost</i>
<i>PLC</i>	náklady na měřidlo	vysoké náklady na instalaci	+ hustá zástavba MO a VO
		vysoké náklady na údržbu sítě	- okamžité odepnutí
		pomalý a málo spolehlivý přenos	- předplatný systém
<i>RF</i>			- ovládání zátěže
			- aktualizace systému na dálku
	náklady na měřidlo	vysoké náklady na instalaci	+ hustá zástavba MO a VO
<i>GPRS</i>		potřebná úroveň znalostí servisu	+ okamžité odepnutí
			+ předplatný systém
			+ ovládání zátěže
			+ aktualizace systému na dálku
			+ vysoká četnost odečtů
	jednoduchá instalace	cena modemu	+ hustá zástavba MO a VO
	spolehlivost sítě		+ venkov
	rychlá změna poskytovatele		+ okamžité odepnutí
	rychlost sítě		+ předplatný systém
			+ ovládání zátěže
			+ aktualizace systému na dálku
			+ vysoká četnost odečtů