

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra elektroenergetiky



Smart grids

A0M15EZS – Elektrické zdroje a soustavy

5. přednáška ZS 2011/2012

Ing. Petr Mareček



Počátky, koncept

- **Počátek společné strategie pro rozvoj evropské elektrické soustavy byl dokument: „Vize a strategie pro evropskou elektrizační soustavu budoucnosti“ vydaný v roce 2006**
 - **Trh by měl zajistit vysoce spolehlivou, pružnou a cenově dostupnou dodávku elektrické energie**
- **Elektrina je v současné době strategická surovina a její důležitost ještě v následujících letech poroste**
- **Proto Evropská Unie dává větší důraz na stabilitu, bezpečnost a zajištění dodávek**
- **Evropský komisař pro vědu a výzkum sdělil, že EU vynaloží více prostředků na vývoj a výzkum nových technologií souvisejících s budoucí elektrickou soustavou**



Vlastnosti budoucích sítí a zdrojů

- **Využití velkých centralizovaných zdrojů spolu se zdroji decentralizovanými**
- **Decentralizované zdroje malých výkonů jsou rozmístěné po celé Evropě**
- **Navazuje se na snahu a závazek Evropské Unie zvýšit podíl výroby z OZE na 20% v roce 2020**
- **Změna se bude týkat i tradičního řetězce výroby, přenosu, distribuce a spotřeby elektrické energie**
- **Objeví se nové toky energií**



Cíle koncepce smart grids

- **Vysoká míra automatizace v distribučních a přenosových soustavách**
- **Vyšší spolehlivost a bezpečnost**
- **Vyšší efektivita využití elektrické energie**
- **Větší pohodlí pro zákazníky**
- **Snížení ztrát v systému, s tím souvisí zvýšení ekologie, ekonomie a efektivity provozu**
- **Podpora rozptýlené výroby spolu s rozvojem a výzkumem nových metod řízení**



Smart grids

- Definovat smart grids můžeme jako inteligentní, samočinně se regulující elektrické sítě, schopné přenášet vyrobenou energii z jakéhokoli zdroje k zákazníkovi jsou schopny reagovat na možné nesouměrné parametry
- Zahrnují řídicí systém, který neustále monitoruje provoz distribuční sítě, data jsou pak vyhodnocována a poté se uzpůsobuje, podle potřeb, následný provoz sítí
- Dalším způsobem je proces „self healing,“ kdy se elektrická síť za pomoci inteligentních prvků v ní implementovaných dokáže sama bez lidského zásahu uvést do rovnováhy
- Přínosem automatického řízení je kontrola distribuční sítě, v případě poruchy lze izolovat postižené místo, což se projeví na stabilitě a na úsporách při provozování distribuční sítě

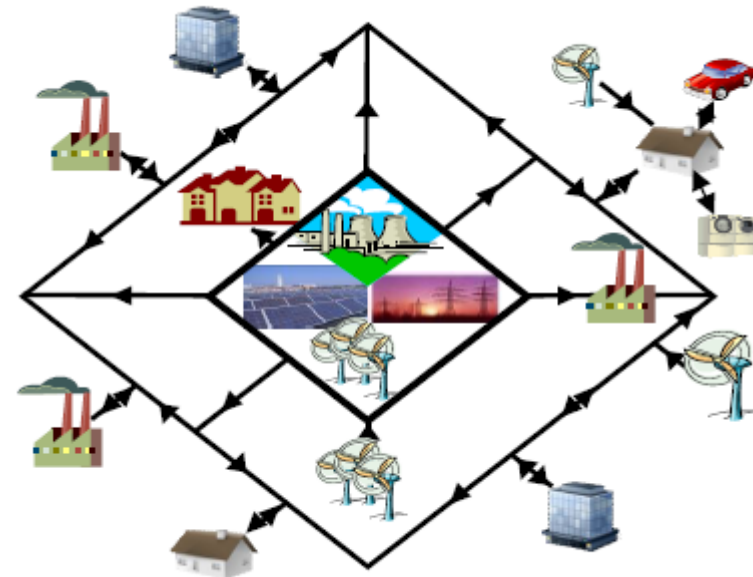
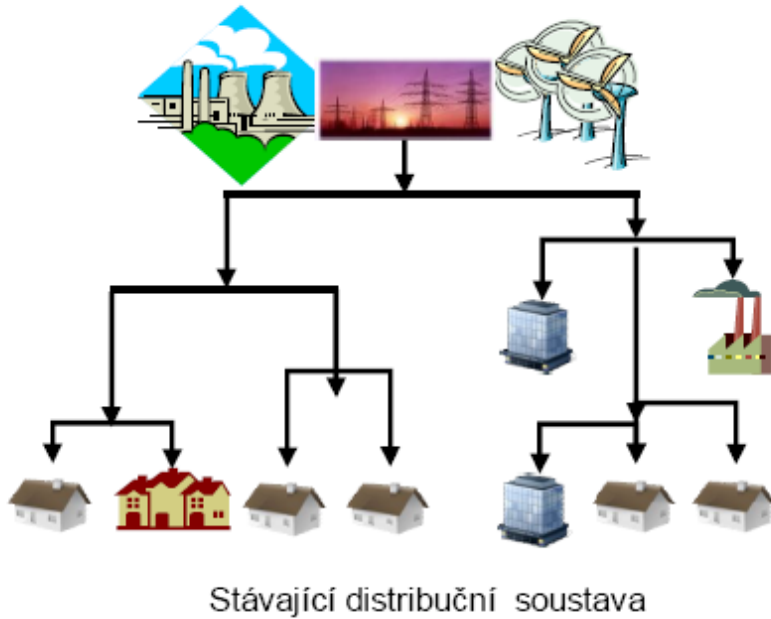


Smart grids

- **Výhody při použití těchto sítí:**
 - **Monitoring transformátorů – diagnostika, monitoring, optimalizace**
 - **Automatizace stanic – zvyšování spolehlivosti dodávek, snížení provozních nákladů a nákladů na údržbu**
 - **Rychlá detekce poruch – poruchy vedení pomocí inteligentních senzorů, rychlá detekce poruch, průběžné sledování stavu proudu, napětí a výkonu v síti**
 - **Pokročilá měření sítě – AMI (Advanced Metering Infrastructure), lze docílit komplexního monitoringu sítě, rychlá lokace poruch**
 - **Komunikace – existující energetické rozvody se využijí pro širokopásmové (internet, telefonní služby, ...)**



Smart grids



Distribuční soustava po implementaci Smart Grids



Budoucnost smart grids

- **Vývojem soustav se přejde k systému podobnému dnešnímu internetu**
- **Bude možnost volně přistoupit k podnikání a obchodování s elektrickou energií. Vizí je, aby se vytvořila nová struktura trhu, kde se elektřina bude nakupovat a dodávat do dohodnutých bodů a uzlů sítě.**
- **S rozvojem sítí dojde k propojení celé Evropy a k rozvoji příhraničních dodávek elektrické energie. S tím bude souviset rozvoj a podpora podpůrných služeb. V rámci Evropské sítě se bude muset vytvořit nová legislativa**
- **S tímto rozvojem nastane potřeba zřídit mini a mikrosítě.**
 - **Jsou to sítě obsahující jak výrobu (lokální zdroje), tak spotřebu, které budou v rovnováze a řízené automatikou. Dojde-li k výpadku, bude tato síť schopna sama pracovat a řídit se do doby, než dojde k opětovné obnově sítě**



Virtuální elektrárna

- Virtuální elektrárnou se rozumí skupina decentralizovaných zdrojů energie, které v sobě zahrnují jak obnovitelné, tak neobnovitelné
- Tato soustava se řídí vlastním společným systémem, ač jsou jednotlivé zdroje od sebe vzdálené
- Instalovaný výkon takovéto elektrárny je dán součtem výkonů jednotlivých zdrojů
- Smart grids by měla přispět k efektivnímu řízení takovéto virtuální elektrárny a to přizpůsobením se straně poptávky
- Tento princip je obdobou klasické elektrárny s využitím decentralizované výroby
- Výhodou je, že výroba je umístěna blíže spotřebě a odpadnou náklady na dlouhý přenos



Rozvoj OZE

- S podporou a rozvojem výroby z obnovitelných zdrojů dojde též k několika problémům s uložením elektrické energie v době vysoké produkce a jejím využitím v době útlumu
- Bude se muset též vyřešit problém, jak vyrobenou elektřinu efektivně transportovat na velké vzdálenosti
 - Např. vzniknou-li plánované větrné farmy v severním moři, nebo fotovoltaické farmy na pouštích. Tyto místa jsou vzdálená od míst spotřeby.
 - Řeší se dvě varianty. První je vodíkové hospodářství
 - Druhá varianta je vybudování dlouhých vedení o napětí 750 kV a více. Nebo uvažovat o stejnosměrných přenosech



Moderní způsoby skladování energie

- Dnes se zkoumá několik možných způsobů jak energii uskladnit
- **Baterie**
 - Použitelné pro skladování po dobu cca 8 hodin
 - Ceny baterií se pohybují kolem 3 000 \$/kW
 - Využití pro pokrytí zatížení v době špiček, také pro zlepšení stability při přechodných jevech
- **Setrvačníky**
 - Pomáhají zlepšit kolísání frekvence, lepší napěťová stabilita, využití pro překlenutí přerušení napájení u zákazníků
 - Účinnost je více než 85%, lepší než chemické baterie
- **Supravodivé systémy pro uskladnění magnetické energie**
 - Energie se skladuje v magnetickém poli vytvořeném průtokem stejnosměrného proudu v supravodivé cívce
- **Ultrakapacitory**
 - Zařízení s vysokou hustotou energie, schopné tuto energii dodávat a přijímat ve velmi rychlých cyklech

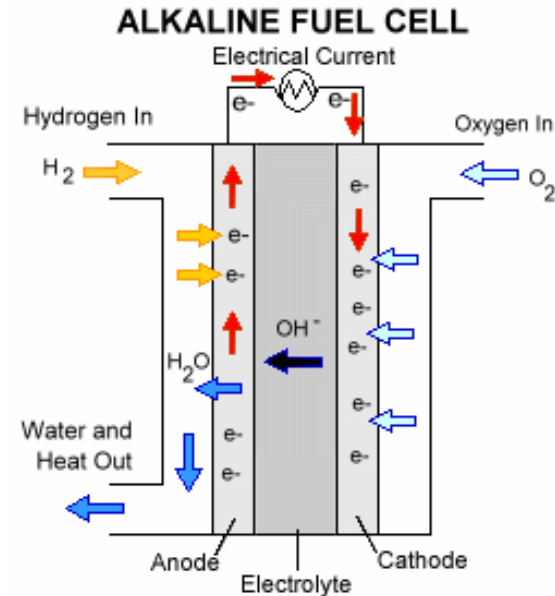
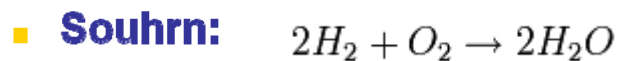
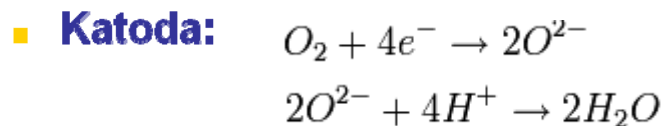
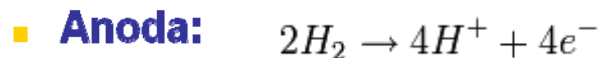


Moderní způsoby skladování energie

■ Palivový článek

- Nejprve se elektrolýzou vyrobí vodík, který lze poté použít v palivovém článku
- Galvanický článek, který vyrábí elektřinu z energie uvolňované při chemické reakci
- Skládá se ze dvou elektrod, oddělených membránou
- Spotřebovává palivo na anodě (vodík) a oxidant na katodě (kyslík)

■ Chemické reakce





Moderní způsoby skladování energie

■ Stlačený vzduch

- Tento projekt je znám od 70. let pod zkratkou CAES (Compressed Air Energy Storage)
- Princip je podobný přečerpávacím elektrárnám, kdy se v době nízkého odběru elektrina použije na stlačení vzduchu do zásobníku a naopak v době nedostatku se vypouští přes generátor do ovzduší
- Nevýhoda: při stlačování se vzduch musí ochlazovat a naopak při návratu se musí zahřívát (pomocí zemního plynu)
- Účinnost je kolem 50%





Smart grids ve světě

- Na mapě je znázorněno, kde jsou projekty (kulaté), pilotní či zkušební projekty (trojúhelník)
- Červeně elektroenergetika, modře projekty týkající se vody, zeleně plynu





Smart grids v Evropě





AMM – Automated meter management

- **Smart metering, nebo také inteligentní měřicí sítě jsou jedním ze základů smart grids**
- **AMM je reprezentováno novými technologiemi měření, které jsou schopny obousměrné komunikace mezi zákazníkem a dodavatelem elektrické energie**
- **S tím se pojí i možnost ovládat zátěže na více úrovních**
- **Jak vypadá topologie se systémem AMM: data z multifunkčních elektroměrů se budou shromažďovat v uzlu, kde bude umístěn datový koncentrátor, z něj se data budou odesílat do řídicího centra, kde bude docházet k jejich vyhodnocování a zpracování**
- **Nové elektroměry budou mít následující vlastnosti:**
 - **Měření a přenos dat v reálném čase**
 - **Vzdálené ovládání měřidel (možnost odpojení uživatele)**
 - **Schopnost odečítat i další energetické sítě (plyn, voda)**



AMM – Automated meter management

- **Výhody budou ve snížení nákladů na měření, úspore investic a provoz HDO**
- **Rozšíří se nabídka produktů jednotlivých obchodníků s energií a také nabídka tarifů pro zákazníka**
- **Zákazník získá větší přehled a kontrolu nad spotřebou, cenou, připojování a odpojování zátěže a také získá kontrolou nad kvalitou elektrické energie**
- **Flexibilní tarify – v různých časech, různá cena**
- **Předplacená služba – například jako mobilní telefony**
- **Snížení ztrát – bude je snazší identifikovat**
- **Zákaznický portál – zákazník bude mít přístup přes internet ke svým technickým a obchodním údajům (sledování aktuální spotřeby, apod.)**



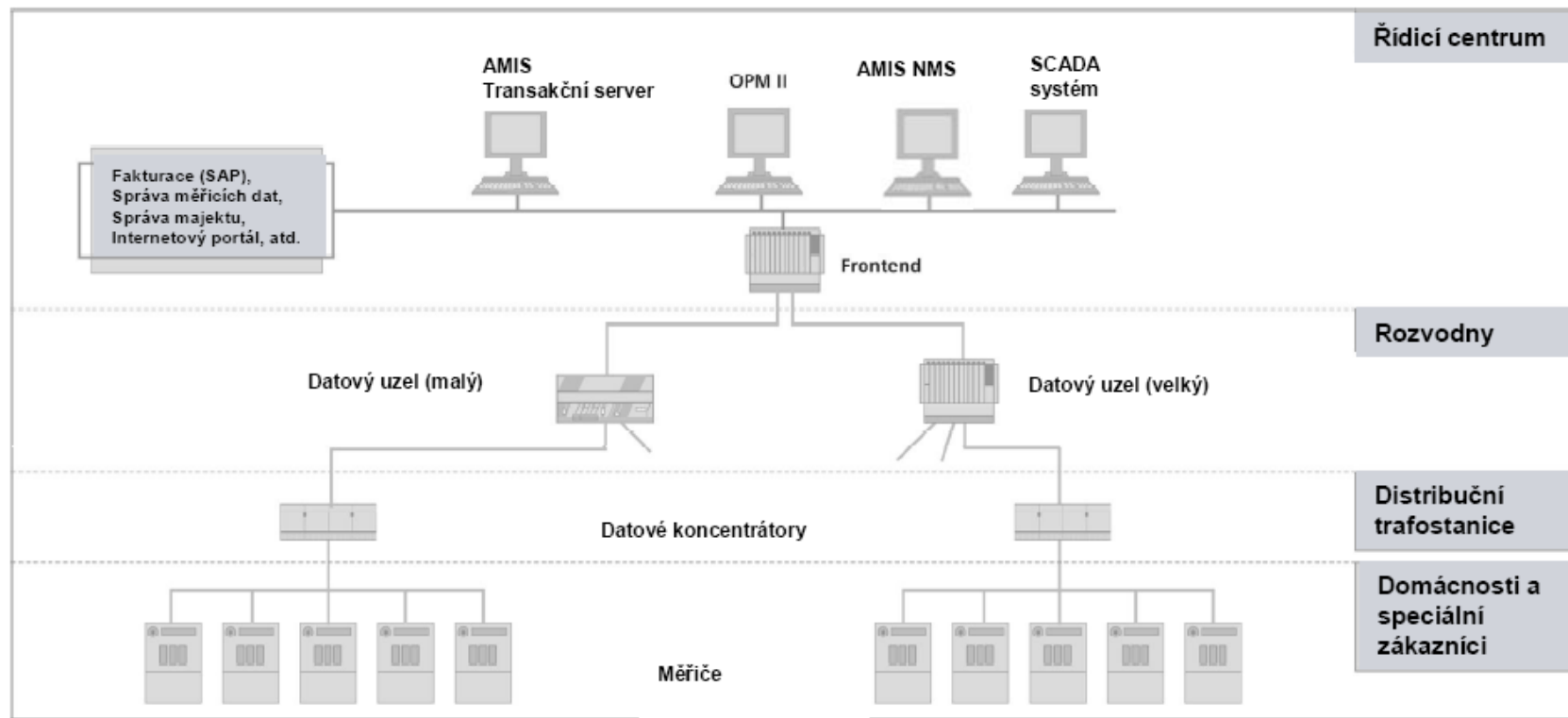
AMM – Automated meter management

- Nevýhodou AMM jsou vysoké náklady na zavedení (v současné době není výhled na splacení nutných nákladů na výrobu, instalaci a provoz)
- Dále ještě nedostatečně vyřešená komunikace, linky, které nejsou vystavěny a musí se zabudovat
- Nutnost výměny všech elektroměrů za nové typy
- Nepřipravenost spotřebičů na smart metering



Přínos AMM

- Distributor bude mít kontrolu nad nezákonnými odběry
- Schéma sítě pro AMM:





AMM

- 3-fázový a 1-fázový elektroměr, zařízení pro spínání zátěží (Siemens)





- **Datový koncentrátor (Siemens)**





Literatura

- Přednáška: Strategická výzkumná agenda pro evropské energetické soustavy budoucnosti – SMART GRIDS; Ing. Jaromír Beran, CSc.; EGÚ Praha Engineering, a.s., 2009
- European SmartGrids Technology Platform – Vision and strategy for Europe's Electricity Networks of the future; European Communities – 2006; ISBN: 92-79-01414-5
- Sborník konference ČK CIRED 2009, Tábor
- www.wikipedia.cz
- www.zelenykruh.cz