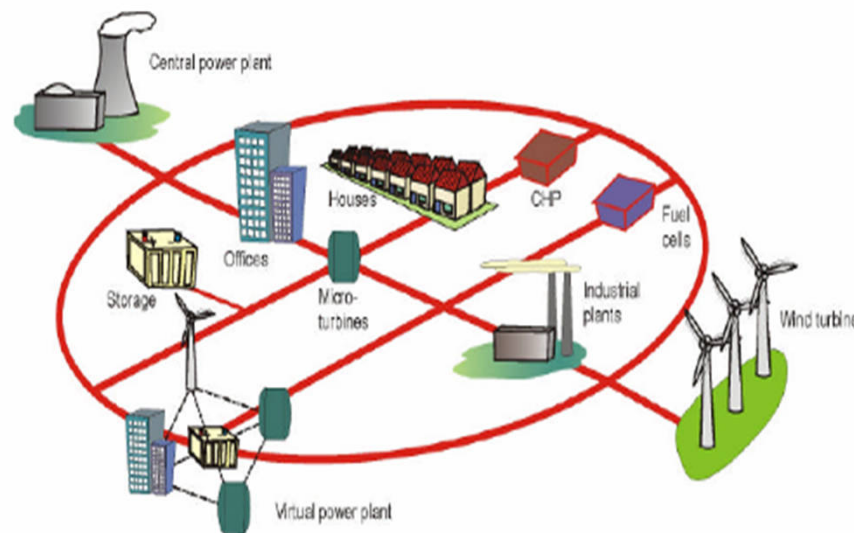


# Smart Metering – súčasť inteligentnej energetiky



**Smart Grid nie je cieľ,  
ale prostriedok**

Šarpanec 2012

KCMTE

Ing. Igor Chrapčiak

# Svet sa mení ...



## Nové podmienky, zmeny a súvislosti:

- Presun obyvateľstva do miest, zvyšovanie životnej úrovne, globalizácia, nároky na komfort, nárast energetickej náročnosti, sociálne aspekty
- Vysoká závislosť od zdrojov fosílnych palív, resp. ich vlastníkov
- Znečisťovanie životného prostredia, vysoká produkcia CO<sub>2</sub>, smog a výfukové plyny, nežiadúce zdravotné dôsledky
- Veľké centrálné zdroje, diaľkové vedenia, riziko znefunkčnenia veľkých území a počtu ľudí pri výpadkoch, hrozba „Blackoutov“
- Zmena klimatických podmienok, globálne otepľovanie, zmena historicky známeho kolobehu vody
- Obnoviteľné zdroje, lokálne a časové prebytky a nedostatky energie
- Plánovaná elektromobilita
- Investičné a ekonomické záujmy
- ...

# Vývoj v energetike



- Snaha krajín EU o prijatie rozumných opatrení na zefektívnenie energetických procesov s ohľadom na životné prostredie, bezpečnosť a stabilitu prenosu, schopnosť regulácie, minimalizáciu nákladov na prevádzku, spokojnosť zákazníkov...
- *Aj vláda SR sa vo svojom programovom vyhlásení zaviazala vykonať v sektore energetiky opatrenia v prospech stability, rozvoja národného hospodárstva, ako aj v prospech spotrebiteľa a jeho ochrany:*  
  
***„Podporujeme takú tvorbu energetickej architektúry, ktorá vytvorí podmienky pre energetickú sebestačnosť, proexportnú schopnosť vo výrobe elektriny, transparentnosť, optimálny a vyvážený energetický mix, s dôrazom na nízkouhlíkové technológie a zvýšenie energetickej efektívnosti.“***
- Podpora konceptu **rozvoja inteligentnej energetiky - Smart Energy**

# Vývoj v energetike – Smart Grid



## inteligentná sieť **Smart Grid**

- **Smart Production** (inteligentná výroba), doplnenie klasických veľkých zdrojov menšími distribuovanými zdrojmi (hl. OZE, KVET), decentralizácia a mix zdrojov
- **Smart Distribution** (inteligentná distribúcia), poznanie a riadenie pomerov v sieti na všetkých napäťových úrovniach a TS, obojsmerné toky energií, aktívna samoregulačná schopnosť, optimalizácia prenosu, zníženie strát, zvýšenie efektívnosti
- **Smart Consumption** (inteligentná spotreba), optimalizácia spotreby vrátane začlenenia domácností, inteligentné spotrebiče, regulácia, elektromobilita, **Smart Home, Smart Cities**

zdrojom dát je **Smart Metering** – inteligentné meranie

# Legislatíva EÚ



EU nastavila pravidlá 20/20/20 – súbor opatrení s cieľom do roku 2020 oproti roku 1990 znížiť emisie skleníkových plynov o 20%, zvýšiť podiel obnoviteľných zdrojov v EU na 20% a zvýšiť energetickú účinnosť v Európe o 20%.

Základným dokumentom je **Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/ 72/ES** o spoločných pravidlách pre vnútorný trh s elektrinou, prijatá v rámci 3. energetického balíčka.

❑ Ukladá povinnosť vláde alebo regulátorovi prijať opatrenia pre optimalizáciu využívania elektriny (aj podporu inštalácií OZE, prípravu zavádzania smart metering a smart grid)

❑ Povinnosť implementácie smernice do národnej legislatívy . **Odporúčanie komisie z 9. marca 2012 o prípravách na zavádzanie inteligentných meracích systémov**

❑ povinnosť členských krajín predložiť cost-benefit analýzu možného zavedenia inteligentných meracích systémov Smart Metering do 3. septembra 2012

❑ Ak bude výsledok vyhovujúci, povinnosť členských krajín pripraviť časový plán implementácie inteligentných meracích systémov pre najmenej 80% spotrebiteľov do 2020

❑ Povinnosť členských krajín zabezpečiť interoperabilitu meracích systémov na ich území



# Zákon 251 o energetike z 31.7.2012



## § 42 Inteligentné meracie systémy

- Ministerstvo v spolupráci s úradom, prevádzkovateľmi regionálnych distribučných sústav a ostatnými účastníkmi trhu s elektrinou vypracuje **analýzu ekonomických prínosov** vyplývajúcich zo zavedenia rôznych foriem inteligentných meracích systémov (IMS) a nákladov na ich obstaranie, inštaláciu a prevádzku pre jednotlivé kategórie koncových odberateľov
- Na základe analýzy **určí kategórie koncových odberateľov elektriny a uloží povinnosť zaviesť IMS** minimálne v rozsahu 80 % odberných miest spadajúcich do takto určených kategórií
- Účastníci trhu s elektrinou sú povinný poskytnúť PDS súčinnosť pri inštalácii a prevádzke IM spôsobom a za podmienok stanovených podľa § 95.



## Je rozhodnuté



- MHSR v spolupráci s ÚRSO na základe analýz v septembri rozhodlo, že v súčasných podmienkach bude ekonomicky efektívna **realizácia inštalácie inteligentných meracích systémov pre všetky odberné miesta s ročnou spotrebou elektrickej energie viac ako 4 000 kWh.**
- Spoločný ročný odber týchto odberných miest je približne 53 % spotrebovanej elektriny na napäťovej úrovni nn a ich počet predstavuje cca 23 % z celkového počtu nn odberných miest.
- Na základe výsledkov pilotných projektov a z nich získaných údajov o skutočných nákladoch a prínosoch, pri zohľadnení vývoja technológií, môže byť navrhnutý scenár po dvoch rokoch aktualizovaný.
- Ďalší postup a funkcionality systému upresní MHSR v spolupráci s odbornou skupinou v súlade s § 95 Zák. 251/2012 (do 30. 6. 2013)

# Ako to urobiť?

## Zákon 251 o energetike z 31.7.2012



### § 95 Splnomocňovacie ustanovenia

h) Ministerstvo vydá všeobecne záväzný právny predpis v ktorom ustanoví v oblasti zavádzania a prevádzky IMS podľa § 42

- 1. kritériá a podmienky pre zavedenie inteligentných meracích systémov pre jednotlivé kategórie koncových odberateľov elektriny,
- 2. lehoty pre zavedenie inteligentných meracích systémov pre jednotlivé kategórie koncových odberateľov elektriny, u ktorých je zavedenie inteligentných meracích systémov účelné do 10 rokov,
- 3. požiadavky na súčinnosť jednotlivých účastníkov trhu s elektrinou pri inštalácii a prevádzke inteligentných meracích systémov,
- 4. požadované technické parametre inteligentných meracích systémov,
- 5. požiadavky na dátové prenosy a spoluprácu jednotlivých systémov,
- 6. spôsob prístupu k meraným údajom zo strany jednotlivých účastníkov trhu s elektrinou,



# Ďalšie súvislosti – Zák. 251/2012 možnosť regulácie odberu



■ § 31 Práva a povinnosti prevádzkovateľa distribučnej sústavy.

p) Prevádzkovateľ distribučnej sústavy **je povinný inštalovať inteligentné meracie systémy podľa § 42**

q) Prevádzkovateľ distribučnej sústavy je povinný zabezpečiť inštaláciu zariadenia na priebehové meranie elektriny s možnosťou diaľkového odpočtu pre odberné miesto **pri výmene určeného meradla a pre nové odberné miesto** v prípade splnenia podmienok podľa pravidiel trhu\*.

f) Prevádzkovateľ má právo vybaviť odberné miesto technickým **zariadením regulujúcim veľkosť odberu**

# Ďalšie súvislosti – Zák. 251/2012 meranie kvalitatívnych parametrov



## ■ § 31 Práva a povinnosti prevádzkovateľa distribučnej sústavy

Odst.1, písm.e, bod 8., bod 9.:

**Prevádzkovateľ distribučnej sústavy má právo:**

**obmedziť alebo prerušiť bez nároku na náhradu škody** okrem prípadov, ak škoda vznikla zavinením prevádzkovateľa distribučnej sústavy v nevyhnutnom rozsahu a na nevyhnutnú dobu distribúciu elektriny *pri*

**8. odbere elektriny** zariadeniami, ktoré ovplyvňujú **kvalitu a spoľahlivosť** dodávky elektriny a ak odberateľ elektriny nezabezpečil obmedzenie týchto vplyvov dostupnými technickými prostriedkami

**9. dodávke elektriny** zariadeniami, ktoré ovplyvňujú **kvalitu a spoľahlivosť** dodávky elektriny a ak výrobca elektriny nezabezpečil obmedzenie týchto vplyvov dostupnými technickými prostriedkami,

# Ďalšie súvislosti – Zák. 251/2012 sprístupnenie dát



- **§ 31** Práva a povinnosti prevádzkovateľa distribučnej sústavy  
Odst.3, písm.m **Prevádzkovateľ distribučnej sústavy je ďalej povinný**  
m) bezodplatne a nediskriminačným spôsobom **poskytnúť** odberateľovi elektriny, ..., alebo dodávateľovi elektriny žiadajúcemu v mene odberateľa elektriny, **merané údaje** o spotrebe na jeho odbernom mieste podľa § 95
- **§ 35** Práva a povinnosti odberateľa elektriny  
Odst.1, písm.i **Odberateľ elektriny má právo**  
i) bezodplatne **získať merané údaje** o spotrebe na svojom odbernom mieste v súlade so všeobecne záväzným právnym predpisom vydaným podľa § 95
- Odst.2, písm.g **Odberateľ elektriny je povinný**  
g) **prijat'** technické **opatrenia, ktoré zabránia** možnosti **ovplyvniť kvalitu dodávky** elektriny

# (Očakávaná) sekundárna legislatíva k zákonu 251, vykonávacie predpisy



## ■ **Vykonávacia vyhláška pre inteligentné meracie systémy (2013)**

definovanie pilotného projektu definovanie cieľov, požiadaviek a parametrov pre zavedenie, požiadavky na bezpečnosť, požiadavky na národné komunikačné štandardy, zabezpečenie interoperability

## ■ **Vyhláška ÚRSO (2012), ktorou sa ustanovuje spôsob, rozsah a štruktúra poskytovania meraných údajov o spotrebe na odbernom mieste odberateľa elektriny a ich uchovávanie**

## ■ **Pravidlá trhu (2012)**

zber, správa a fakturácia nameraných údajov vykonávané organizátorom krátkodobého trhu s elektrinou

## ■ **Vyhláška 275/2012 ÚRSO z 5. 9. 2012, ktorou sa ustanovujú štandardy kvality elektriny**

## ■ **Metrológia**

# O čo vlastne pôjde?



Definícia „**inteligentná sieť**“ smart grid znamená „zdokonalenú energetickú sieť, ku ktorej bola pridaná obojsmerná digitálna komunikácia medzi dodávateľom a spotrebiteľom, inteligentné meranie, monitoring a riadiace systémy“. Jej základným predpokladom sú správne a komplexné dáta z meraní - zo systému smart metering.

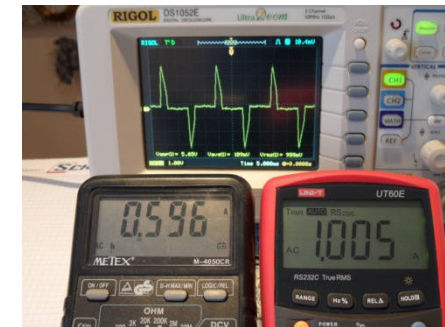


Definícia „**inteligentný merací systém**“ smart metering znamená „elektronický systém, ktorý je schopný merať spotrebu energie a pridávať k tomu viac informácií než konvenčné meradlo (napr. meranie ďalších výkonových a kvalitatívnych parametrov elektriny) a ktorý je schopný vyslať a prijímať dáta s využitím niektorej formy elektronickej komunikácie“

# Ako byť Smart?



- 1. Grid nemôže byť Smart, presnejšie nemôže existovať vôbec, ak nemáme Smart Meranie.**
- 2. Je neefektívne a takmer zbytočné, aby meranie bolo Smart, ak nad ním nebudeme budovať Smart Grid.**



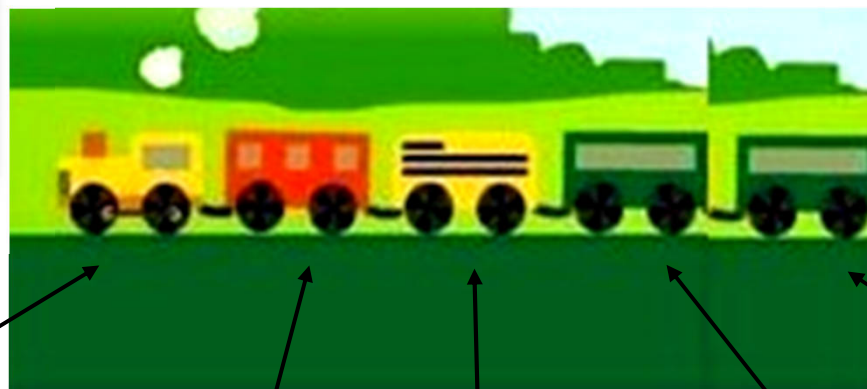
- 3. Všetko je to zbytočné, ak meranie nebude správne a komplexné**



# Nezabúdajme na budúcnosť !



## účinník P/S



Elektrina = celý výkon  $S$

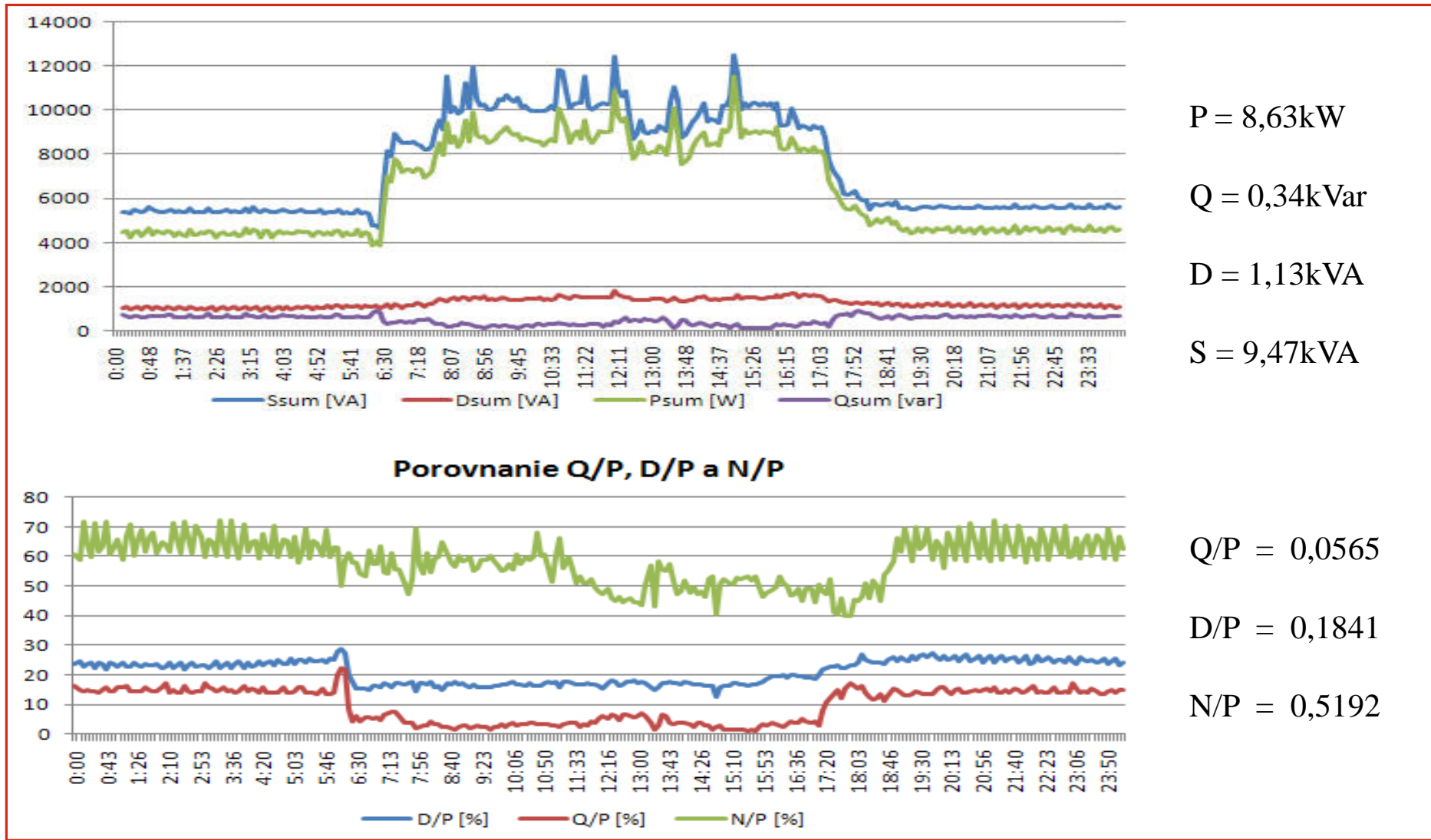
Činný výkon  $P$

Jalový výkon  $Q$

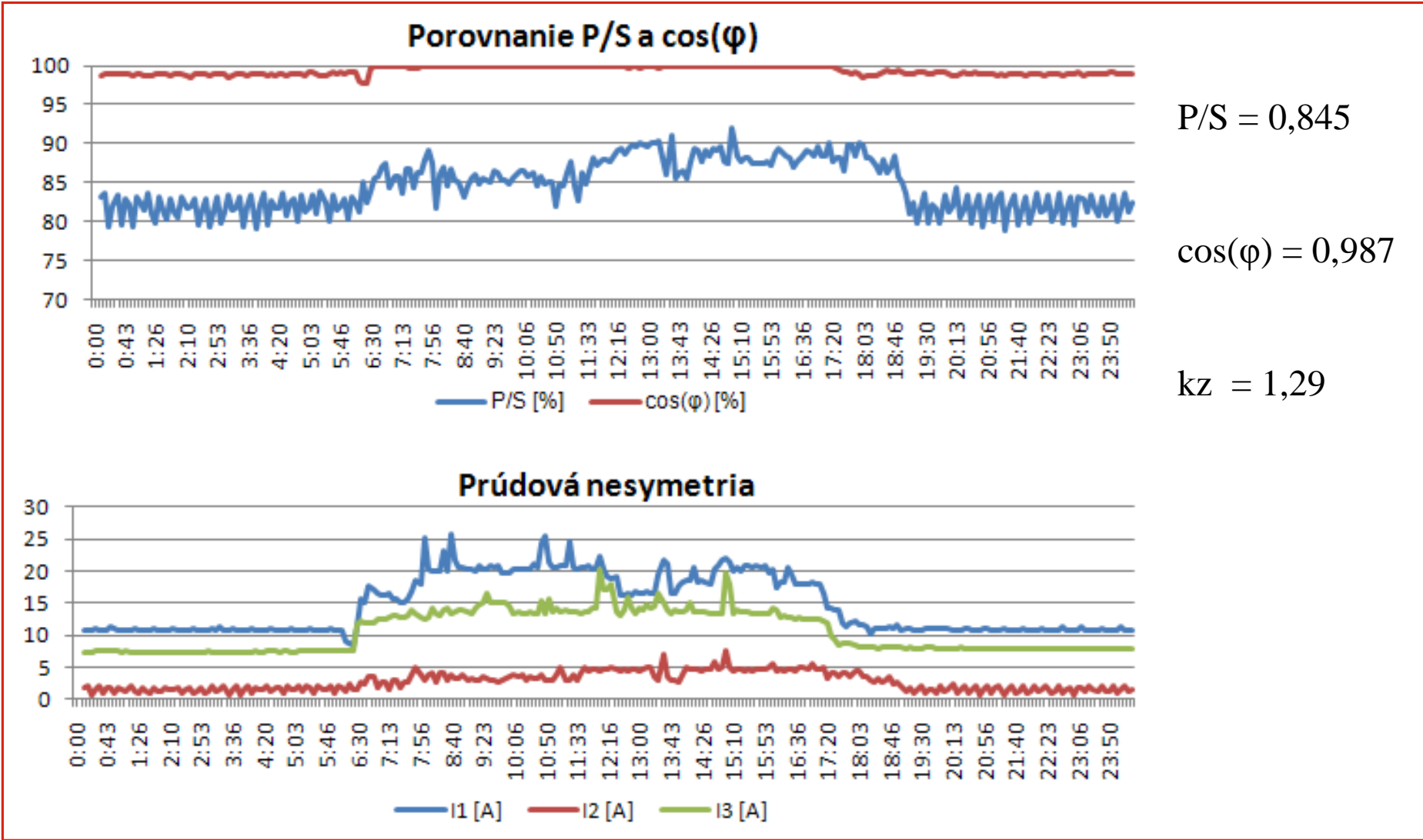
Deformačný výkon  $D$

Nesymetria  $N$

# Administratívna budova



# Administratívna budova



# Možný rôzny pohľad účastníkov trhu



- Štátne authority  
MHSR, ÚRSO**
  - implementácia požiadaviek legislatívy EU, prevzatie jednotných pravidiel
  - nové príležitosti v oblasti úspor energií a ochrany životného prostredia
  - zvýšenie bezpečnosti a stability dodávok EE, zvýšenie podielu a možností OZE
- Zákazníci  
združenia,  
asociácie**
  - možná úspora spotreby na základe energetického „auditu“,
  - viac informácií o priebehu spotreby v čase, možnosť individuálnej regulácie,
  - obava z navýšenia cien, pochybnosti o skvalitnení služieb a výhodách, nezaujem
- Obchodníci  
energ. spol.,  
ZDE, liberaliz.**
  - viac informácií, lepšia transparentnosť, možnosť nových taríf, nové príležitosti
  - podklady o priebehu spotreby - presnejšie predikcie, zníženie odchýlky
  - mesačná fakturácia – zvýšenie nákladov, obava z možných legisl. zmien trhu
- Distribútori  
PDS  
alter. dodávateľa**
  - spokojnosť so súčasným systémom distribúcie - je funkčný a stabilný
  - vysoké potrebné investície do nových systémov, potrebné sú legislatívne zmeny
  - aktuálne potreby investícií do DS sú v súčasnosti videné pravdepodobne inde
  - analýza pomerov v nn sieti, odľahčenie vedení v špičke, možné zníženie strát, optimalizácia zapojenia, nová náplň práce, nové príležitosti
- Výrobcovia EE  
centrálne zdroje  
OZE**
  - predpokladané zmeny rozsahu potrieb podporných služieb, regulácie,
  - zmeny v oblasti systémových služieb
  - možný pokles výroby, pokles spotreby a potreby nových centrálnych zdrojov
- Dodávateľa  
Technol., IT, oper.**
  - obchodné záujmy a príležitosti, skvalitnenie služieb, podpora pre smart grid

# Smart Metering – hľadáme spoločné benefity a príležitosti



- **Obojsmerná komunikácia s meracím miestom**
- **Informácie o aktuálnej spotrebe elektrickej energie a priebehu odoberaného výkonu v čase a to aj pre odberateľa - formou web, home displej, SMS, TV**
- **Možnosť automatického diaľkového odpočtu k definovanému dátumu a času, v pravidelných intervaloch (napr. raz mesačne) alebo na okamžité požiadanie (stop-odpočet, zmluvné zmeny...)**
- **Možnosť diaľkového vypnutia a opätovného zapnutia odberateľa**
- **Ohraničenie dohodnutého odoberaného výkonu (prepnutie tarify, obmedzenie výkonu, predplatné služby...)**
- **Kontrola neoprávnenej manipulácie**
- **Možnosť sledovania a analýzy prevádzkových parametrov siete**
- **Možnosť vstupov pre dáta z meraní ďalších médií v budúcnosti (plyn, voda, teplo ... Využitie prenosových ciest a komunikácie)**





# Smart Metering – hľadáme spoločné benefity a príležitosti



- Presné a častejšie meranie spotreby – presnejšie a podrobnejšie informácie o energetickom správaní sa zákazníkov a pre plánovanie
- Presnejšie určenie rezervovanej kapacity, zníženie odchýlky
- Presnejšia predikcia – možné lepšie ceny za elektrickú energiu (?)
- Podklady pre tvorbu nových obchodných produktov, vytváranie motivačných a efektívnych taríf, sociálnych taríf
- Informácie o výpadkoch, o problémoch v sieti, alarmy, manipulácie
- spresnenie (náhrada) TDO, možné doplnenie / náhrada HDO
- Potrebné dáta pre budúce smart grid a rozvoj elektromobility
- Rozšírenie možností regulácie zaťaženia a efektívneho riadenia využitia zdrojov, podklady pre decentralizované zásobovanie lokalít
- Eliminácia negatívnych dopadov a vplyvov nasadzovania OZE
- Podpora riešení možného stavu núdze
- a mnohé ďalšie ...





# Smart Metering – skúsme riešiť nevýhody, riziká, hrozby



- Neistota skutočných prínosov a investičnej návratnosti
- Vysoké jednorázové náklady, má ich znášať hlavne PDS (?)
- Náročné komunikačné a IT riešenia
- Neznámy (vysoký) stupeň zraniteľnosti a lability systému
- Otázna spoľahlivosť systému, absencia štandardov a skúseností
- Potreba zložitej koordinácie, logistiky, organizačných štruktúr
- Otázny vzťah zákazníkov k projektu, stav inštalácií, rozvádzačov
- Právne aspekty bezpečnosti a ochrany osobných údajov
- Nedefinované požiadavky budúcich Smart Grids
- Dynamický vývoj technológií Smart Metering
- Zložitá interoperabilita meracích systémov a zariadení
- Otázny prínos technológie regulácie spotreby vo vzťahu k HDO
- Nedostatočná pripravenosť legislatívy



# System má byť prospešný nám (aj vám), všetkým občanom SR



## Zavádzanie IMS je veľký energetický projekt v prospech celej spoločnosti.

Verme, že odborná skupina kompetentných zástupcov účastníkov trhu nájde spoločnú reč a nadefinuje systém, ktorý umožní poskytovať komplexné a správne informácie pre spotrebiteľov aj prevádzkovateľov.

Dáta o priebehu spotreby a výroby v čase, informácie o výkonových a kvalitatívnych parametroch elektriny, vyhodnocovanie účinníka, informácie o stratách, možných problémových miestach a rezervách budú zdrojom podkladov pre riadenie, reguláciu a manipulácie, na základe ktorých bude možné pre budúcnosť dosiahnuť naozaj operatívne zvýšenie efektívnosti, spoľahlivosti a bezpečnosti siete na všetkých napäťových úrovniach, lepšie predikcie a minimalizáciu odchýlok, optimálne plánovať ďalšie investície do sústavy, umožniť minimalizáciu a rýchle riešenie poruchových stavov a problémov, poskytovať kvalitné služby spotrebiteľom – zákazníkom.

# Záver - Smart Metering – rekapitulácia



- **System Smart Metering musí byť dostatočne bezpečný, stabilný, robustný, rýchly a komfortný, budovaný pre podmienky budúcnosti**
- **Implementácia Smart metering-u ako predpoklad zavádzania Smart Grid nie je iba výmena elektromerov a inštalácia systému, dotkne sa výrazne všetkých účastníkov trhu a celej spoločnosti**
- **V distribučnej spoločnosti bude Smart metering vplývať na väčšinu interných procesov a budú potrebné organizačné zmeny**
- **Je potrebné v dostatočnom predstihu (už dnes) začať pripravovať kvalifikovaný personál, IT systémy, pripravovať zmeny nastavenia procesov, integráciu s inými systémami, ako aj zabezpečovať personálne obsadenie a prípravu novej legislatívy**
- **Potrebná je úprava legislatívy a štandardizácia vhodných technológií, interoperabilita na národnej úrovni, v krajinách EÚ a v rôznych distribučných spoločnostiach sa testujú rôzne modely**
- **Nezabúdajme na obchodné záujmy...**

# Úlohy pracovnej skupiny a jej tímov – zavádzanie IMS pre úroveň nn



- Definovanie konkrétnych cieľov a k nim priradených požadovaných funkcionalít a vlastností systému pre definované kategórie OM (napr. diaľkové vypnutie a zapnutie, ohraničenie odoberaného výkonu...), potreby smart grid, analýza stavu siete, straty, budúcnosť
- Požiadavky na merače (napr. relé min. 80 A pre vyp., relé 10 A pre ovládanie bojlera, meranie neaktívnej zložky, záznam profilov... )
- Požiadavky na prenosy (4 MWh - GPRS, ETHN)
- Požiadavky na koncentrátorovú technológiu? (PLC, BPL, RF...) - test
- Spracovanie a vyhodnocovanie dát, centrály, dátový sklad
- Požiadavky na bezpečnosť dát
- Systémová integrácia, výmeny dát na energetickom trhu
- Príprava pilotných projektov
- Organizačné štruktúry, logistika, obstarávania, technická podpora
- Legislatíva, finančné otázky
- Motivačné faktory pre spotrebiteľov a marketing

# Po žiadavky na zavádzanie IMS na úrovni nn –treba zohľadniť



- **Odporúčania komisie EU z 9. marca 2012**
- **Podmienky a potreby v SR (stav siete, legislatíva, geografické a lokálne špecifiká odberných miest, kategórie odberateľov)**
- **Skúsenosti z inštalácií v SR a podobnej ČR**
- **Skúsenosti v inom zahraničí**
- **SWOT analýza, definované ciele a požiadavky z nej vyplývajúce**
- **Strategické ciele energetickej politiky SR a EU (podpora SG, (energetický mix, OZE, elektromobilita, bezpečnosť, kvalita elektriny)**
- **Rozpracované projekty a výsledky vedy a výskumu**
- **Postup vývoja a štandardizácie technológií**
- **Ekonomické priority a možnosti**

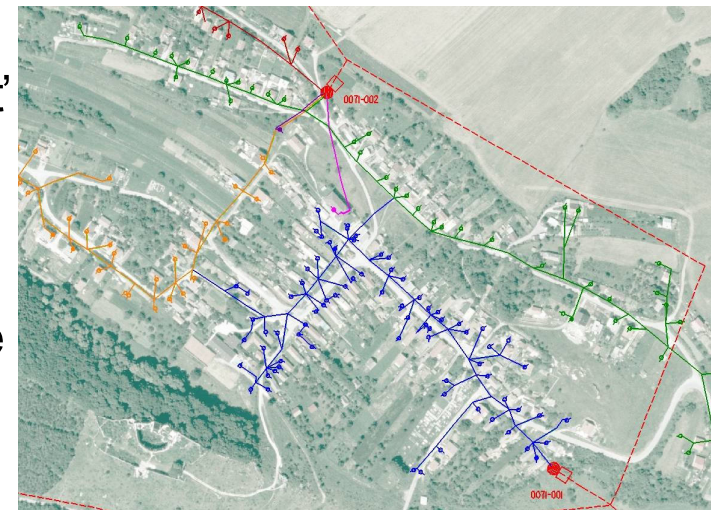


# Smart Metering – 4 MWh - komunikácia



- Definovaná hranica spotreby odberných miest nad 4MWh predurčuje technológiu prenosu dát z meracieho miesta priamym spojením merací bod – centrála prostredníctvom GPRS, alebo Ethernet.
- Plošný odpočet technológiou cez koncentrátory v lokalite (PLC, BPL, DLC, RF...) môže byť z dôvodu malej hustoty vyhovujúcich odberov v lokalitách a tým nespojitej prenosovej cesty efektívne využitý len veľmi málo

Vývoj technológií rýchlo napreduje, pozornosť im treba venovať naďalej v rámci skúšobných a výskumných projektov. Iniciatívy PLC PRIME (OFDM), PLC S-FSK (IDIS, Linky) , BPL, PLC G3, DLC, Open meter, PLC – More (Meter and more), RENESAS, Rádiové technológie, MUC...





# Možné nasadzovanie z hľadiska komunikačnej technológie



## 1. Inštalácia - štandardizované technológie bod-bod

Kategórie odberných miest IMS1 – 4 MWh + nové

**Komunikácia GPRS a/alebo optika, (možnosť náhrady za PLC, BPL, RF, alebo inú komunikačnú technológiu v budúcnosti)**

- Všetky polopriame merania (nad 80 A), všetky OZE, KVET, TS vn/nn, vybrané uzlové a koncové body siete
- Odberné miesta zo segmentu MOP s fakturačnou hodnotou ističa nad 63A vrátane
- Odberné miesta kúrenárskeho segmentu MOO ( t.j. sadzba X3 a sadzby pre priamo výhrevné vykurovanie a akumulčné spotrebiče – minimálne sadzby D4 a D5, odporúčané aj pre sadzby D1, D2, D3)
- Všetky nabíjacie stanice pre elektromobily

# Pilotné projekty z hľadiska komunikačnej technológie



## 2. Pilotný projekt koncentrátor

Kategória odberných miest IMS2 – mix cez koncentrátory

### **Test komunikácie viacerých technológií (rôzne PLC, BPL, prípadne RF)**

- Vybrané lokality s najvyššou hustotou odberov podľa IMS1
- Vytvorenie spojitaj prenosovej cesty doplnením všetkých odberných miest v lokalite (alebo doplnením repeatrov)

Predpilotné testovanie

- Inštalácia skúšobnej vzorky niekoľko desiatok meračov rôznych značiek
- Výber optimálnych technológií
- Štandardizácia pre pilotný projekt
- Zadanie pilotného projektu

# Neskôr možný pilotný projekt SG ?



## 3. Pilotný projekt SG

Kategória odberných miest IMS3 – OZE, smart grid

**Test miešanej komunikácie viacerých technológií (GPRS, ETHN, vybrané PLC, BPL, prípadne RF) a prepojenie dát s riadiacimi systémami SG**

- Vybrané lokality s najvyššou hustotou odberov OZE a podľa IMS1, prípadne doplnená IMS2
- Inštalácia skúšobnej vzorky komponentov a technológií pre riadenie
- Otestovanie dátových štruktúr a viacerých možných technológií pre nn SCADA systémy
- Spolupráca na ďalších výskumných projektoch v oblasti SG

# Hľadanie správnej cesty



- **Inteligentné systémy merania budú pre budúcnosť nevyhnutné.**
- **V SR je odlišná štartovacia úroveň a potreby v porovnaní s inými krajinami.**
- **Nestačí merať len to, čo meriame dnes. Je potrebné merať a vyhodnocovať aj iné výkonové a kvalitatívne parametre siete a vyhodnocovať energetickú efektívnosť a straty.**
- **Pre plánované nasadenie je potrebné definovať viaceré kategórie interoperabilných prístrojov s rôznym stupňom funkcionality podľa charakteru a typu meracieho miesta a požadované funkcionality odskúšať na pilotných projektoch komplexne v náväznosti na širšie súvislosti**

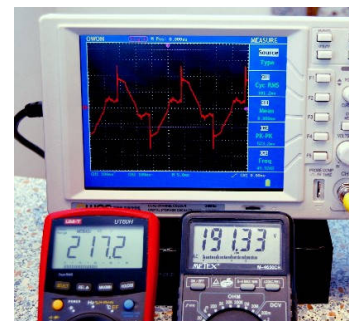


**Implementácia len čiastočných funkcionalít a nepreviazaných izolovaných riešení bez komplexného využitia by bola neúčelným vynaložením finančných prostriedkov a prinesla by (asi) len zdraženie služieb bez ďalších prínosov.**

# Ďakujem za pozornosť.



**Nestačí merať len to, čo doteraz.**

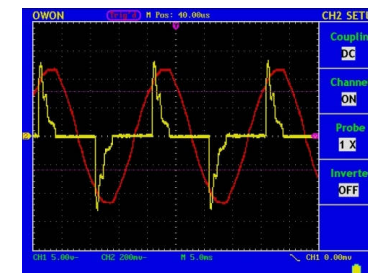


faktor výkonu P/S

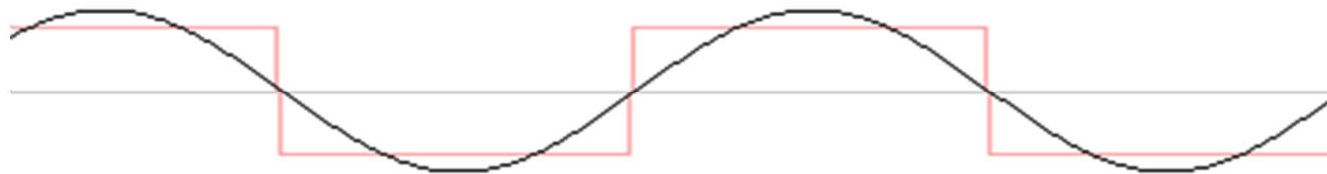
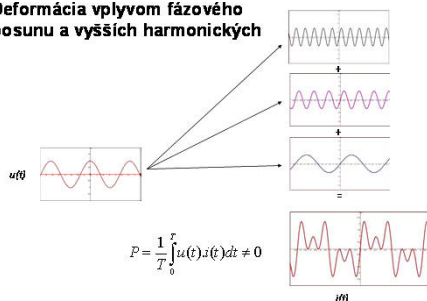
Elektrina sa tiež zmenila.

$$S_{v\_energetike}^2 = P^2 + Q_{1h}^2 \leq U^2 I^2$$

harmonics: 1



Deformácia vplyvom fázového posunu a vyšších harmonických



[i.chrapciak@schrack.sk](mailto:i.chrapciak@schrack.sk)