

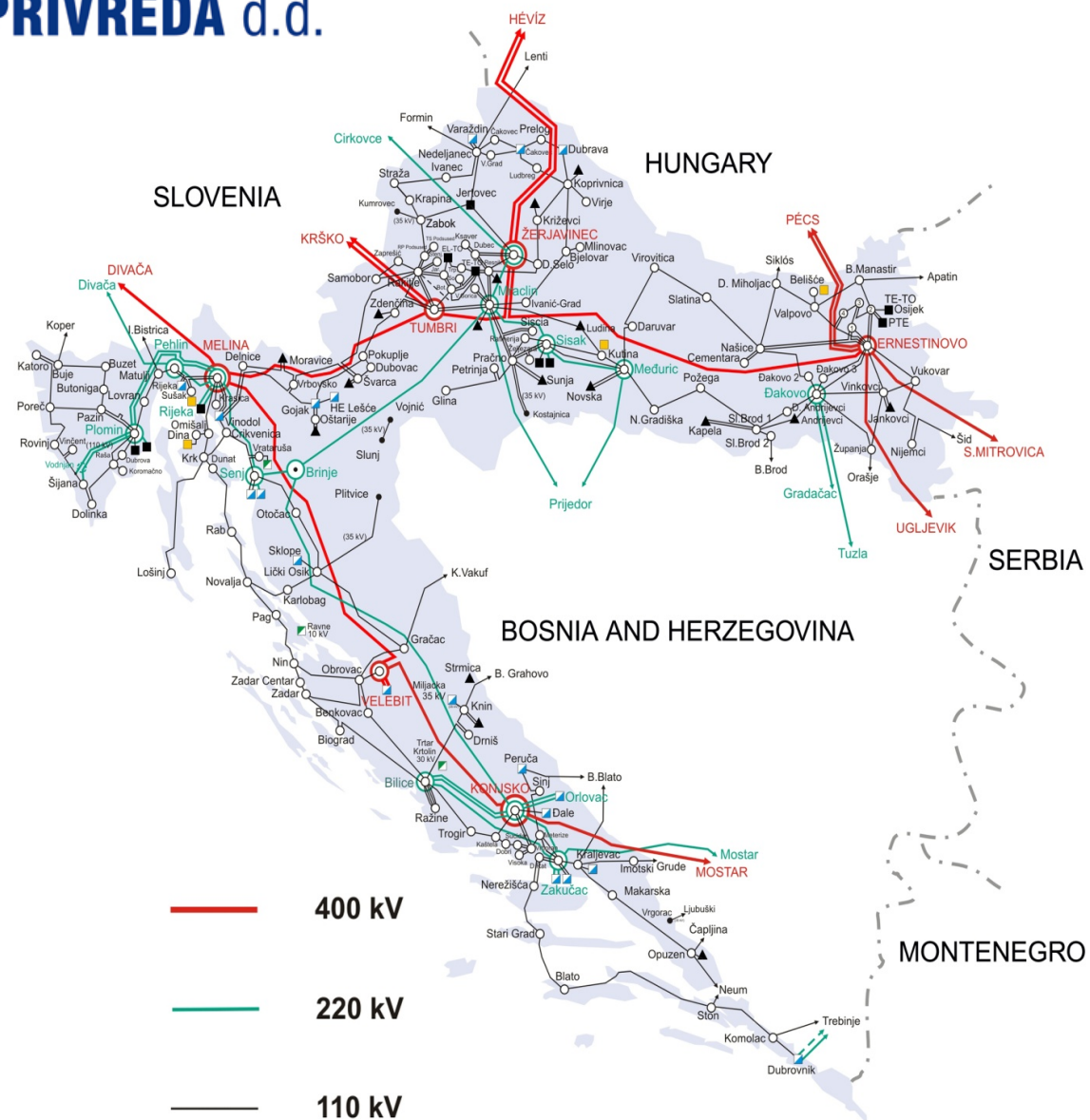


# NAPREDNA MJERENJA U UVJETIMA OTVORENOG TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U REPUBLICI HRVATSKOJ

Vedran Gaće, HEP ODS  
Marin Bošković, HEP ODS



- nacionalna elektroenergetska tvrtka
- proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije, opskrba kupaca toplinom i distribucijom plina
- broj zaposlenika  
**13.900**



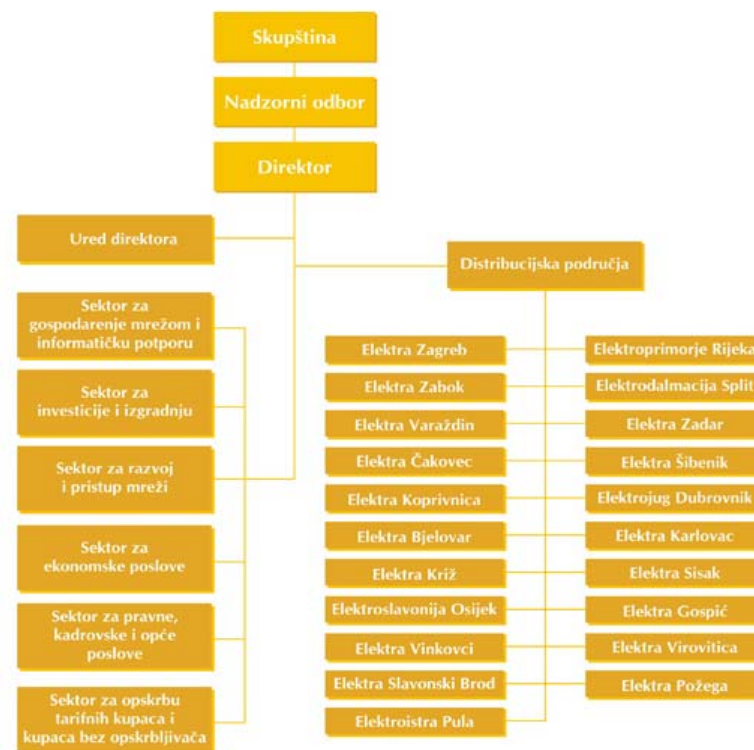
# HEP ODS d.o.o.

OPERATOR DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA

- distribucija električne energije
- opskrba tarifnih kupaca

ukupan broj mjernih mjesta	2.344.908
kupci na viskom i srednjem naponu	2.128
poduzetništvo niski napon	191.182
kućanstvo	2.130.247
javna rasvjeta	21.351


Podaci 31.12.2011



- 21 distribucijsko područje




# Tržište električne energije

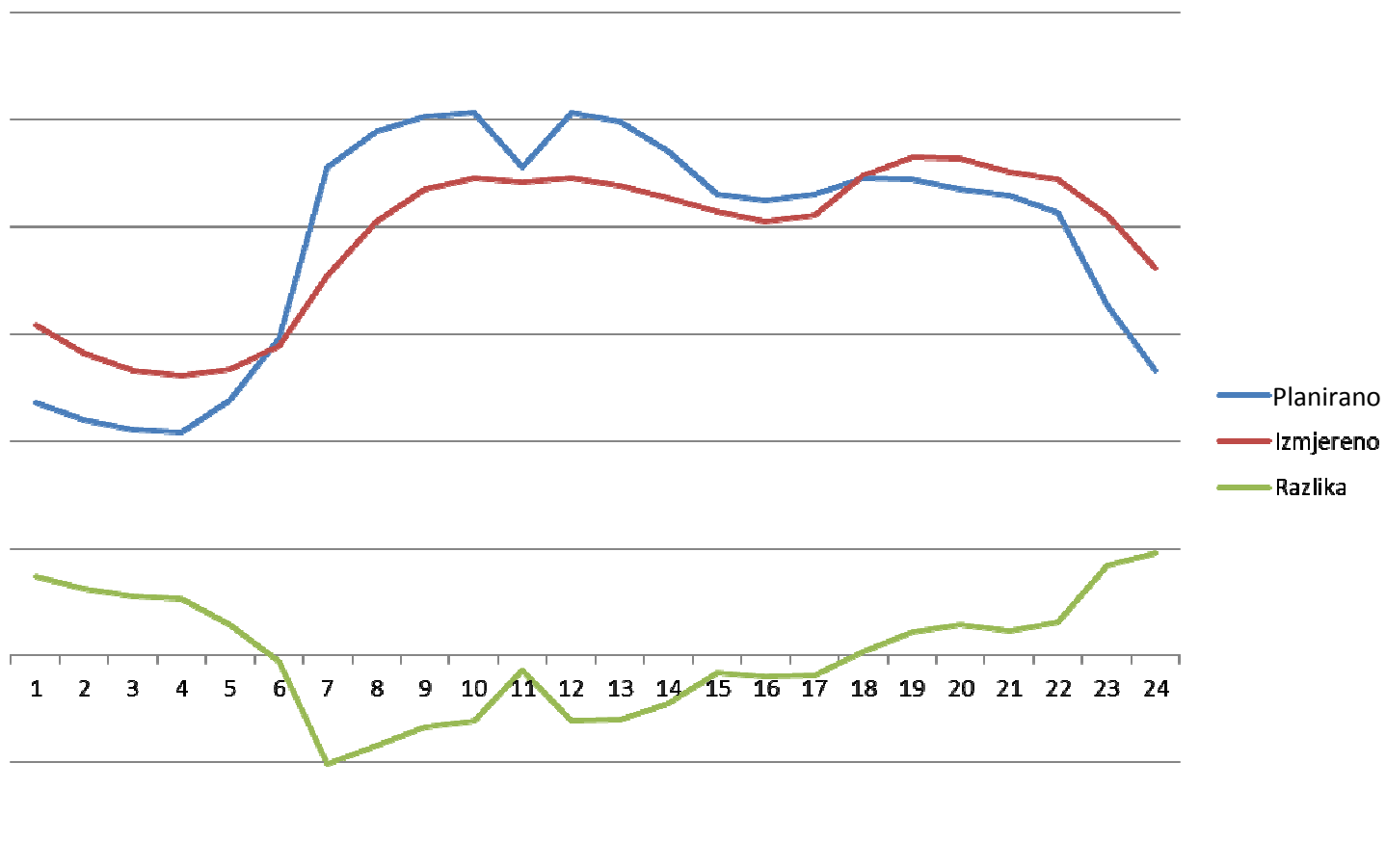
- Direktive EU
  - Zakon o energiji
  - Zakon o tržištu električne energije
  - Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom
  - Pravila djelovanja tržišta električne energije (HROTE)
  - Pravila o uravnoteženju elektroenergetskog sustava (HEP OPS)
  - Metodologija za pružanje usluge uravnoteženja električne energije u elektroenergetskom sustavu (HERA)
  - Pravila primjene nadomjesnih krivulja opterećenja (HEP ODS)
- 



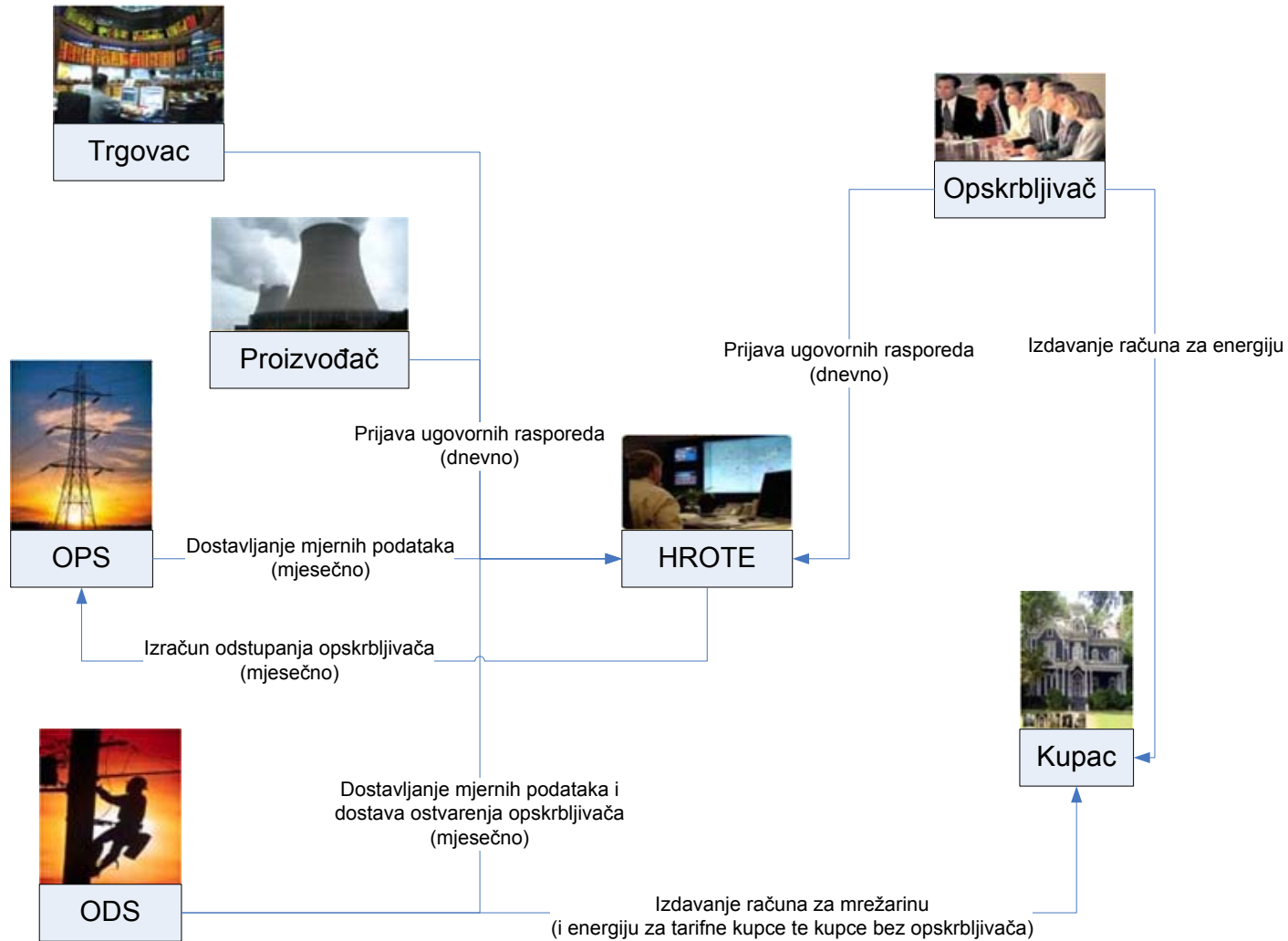
# Pojmovi vezani uz tržište

- bilateralni raspored
  - ugovorni raspored
  - energija uravnoteženja
  - SOZO (Subjekt odgovoran za odstupanje )
  - Odstupanje opskrbljivača
  - Krivulje opterećenja izmjerene i nadomjesne
- 

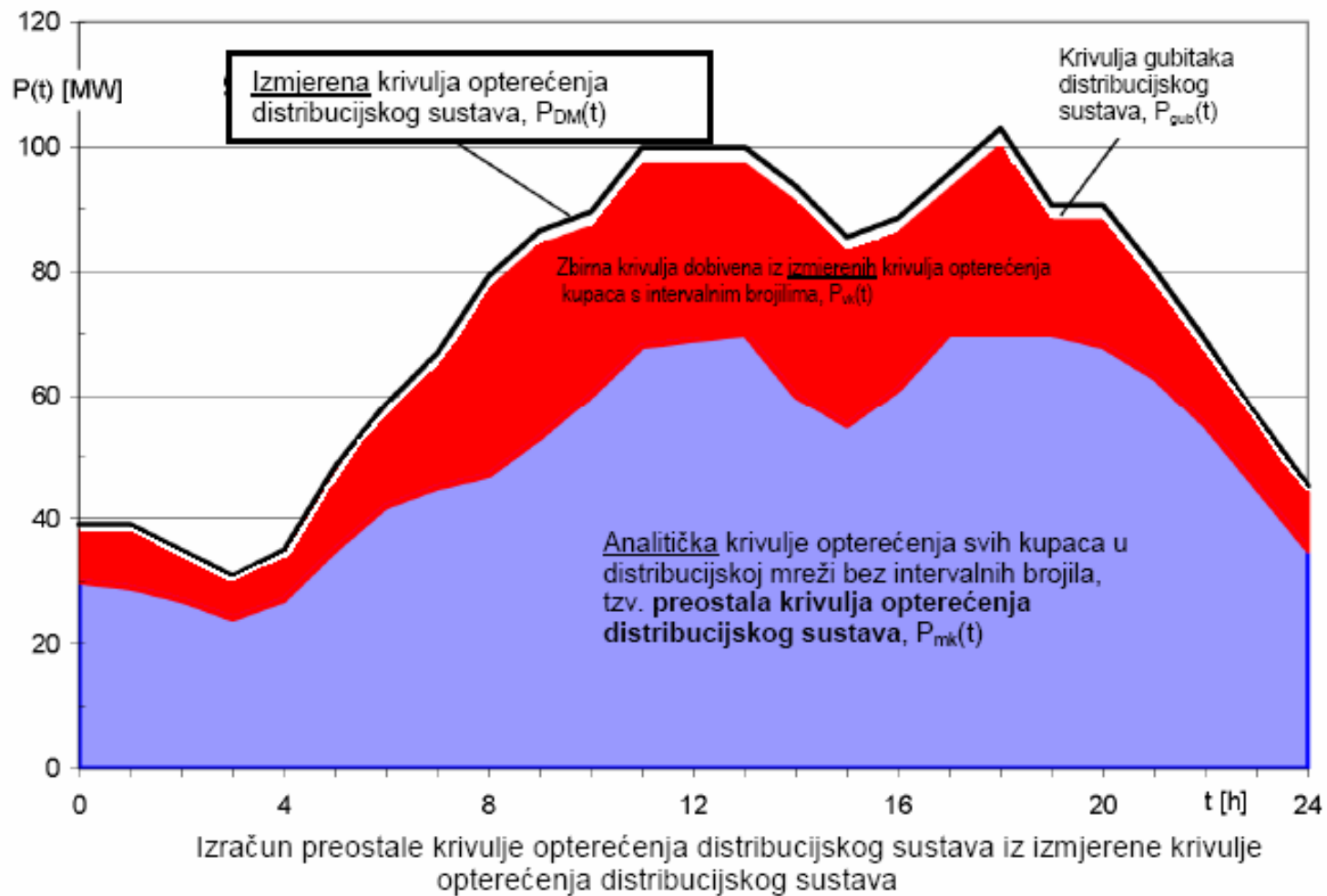
# Primjer izračuna ostvarenja opskrbljivača



# Sudionici na tržištu



# Krivulja opterećenja distribucijskog sustava



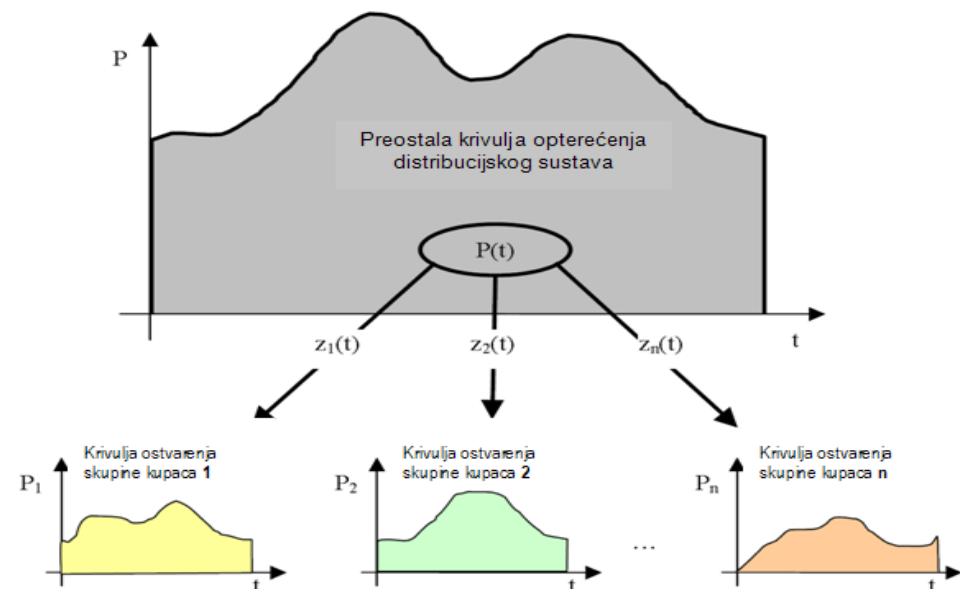


# NKO i primjena za izračun ostvarenja

Karakteristične skupine kupaca (KSK):

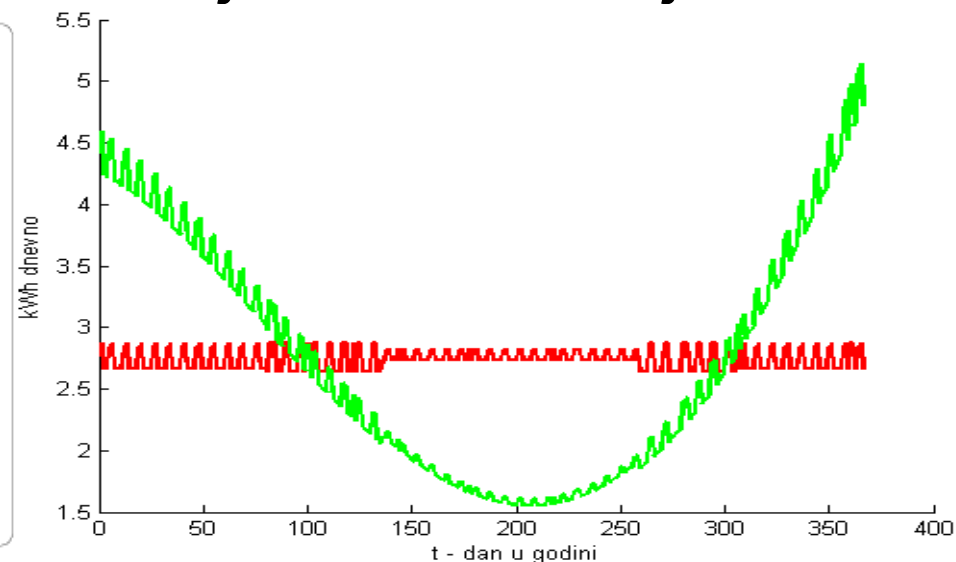
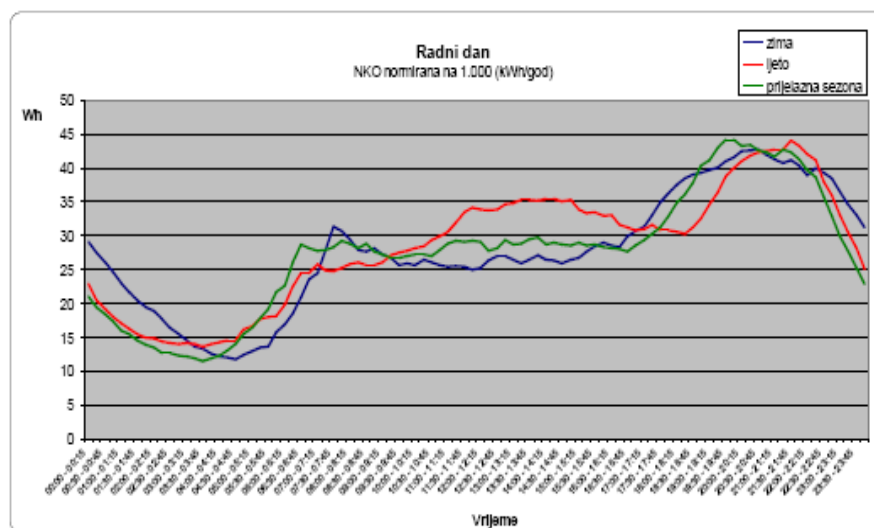
- Poduzetništvo P1 (prikjučna snaga  $\leq 13$  kW)
- Poduzetništvo P2 (priključna snaga  $> 13$  kW)
- Poduzetništvo – javna rasvjeta JR0
- Kućanstva K0

<http://www.hep.hr/ods/opskrbljivaci/>



# Osnovni pojmovi za NKO

- 3 vremenska razdoblja u godini (zima, ljeto i prijelazno razdoblje)
- karakteristični dani (radni, subota, nedjelja i blagdan)
- Za KSK Kućanstvo K0 – funkcija dinamiziranja



# Mjeriteljstvo – znanost o mjerenju

Mjeriteljstvo obuhvaća mjerne jedinice i njihove etalone, mjerila i njihovo područje primjene te sve teoretske i praktične probleme vezane s mjerenjem.



Mjeriteljstvo se dijeli na tri glavna područja:

1. Znanstveno mjeriteljstvo,
2. Zakonsko mjeriteljstvo,
3. Industrijsko mjeriteljstvo.

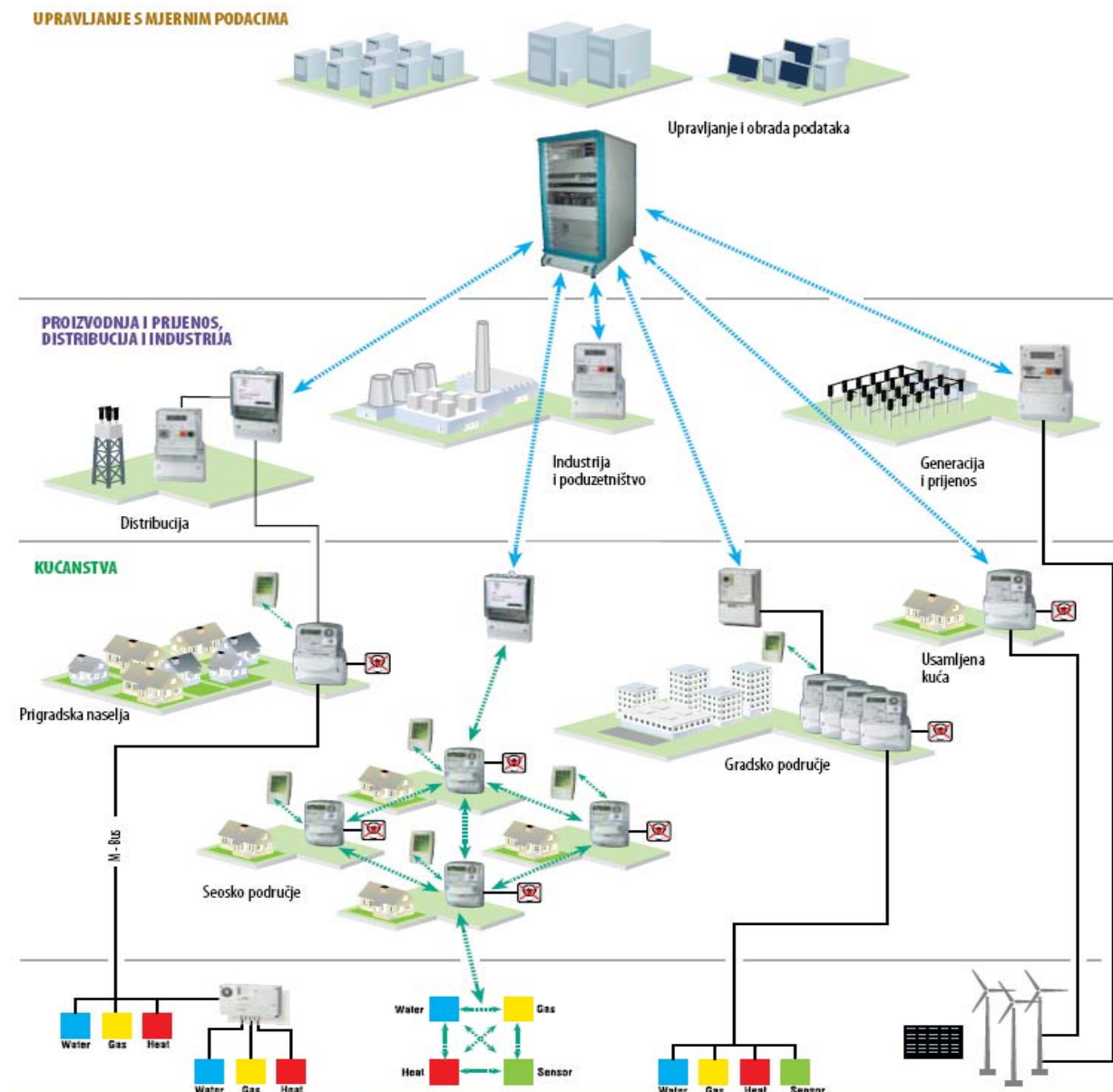
Mjere za dužinu, površinu, obujam i težinu bile su tijekom srednjeg vijeka u Hrvata različite, a proizlazile su iz mjerenja laktovima, stopama, palcima i slično.

Orlandov stup u Dubrovniku, simbol slobode i nezavisnosti Dubrovačke Republike (1358-1808), ima na podlaktici kipa ugrađenu mjeru lakta (51,2 cm) za mjerenje tkanina koje su se prodavale blizu njega.





# Tehnologija naprednog mjerenja



Novi pojmovi:

## Smart meter ?

**Elektroničko brojilo**, (AMR brojilo), je brojilo koje u pravilu osim mjerenja omogućuje i daljinsko očitavanje mjernog podatka.



**Smart meter** (pametno brojilo, napredno brojilo), je elektroničko brojilo (el. energije, vode, plina, topline, ...) koje mjeri i pohranjuje kumulativne ili intervalne mjerne podatke te putem dvosmjernog komunikacijskog kanala razmjenjuje podatke sa centralnim sustavom za nadzor i obračun. Napredna brojila imaju dodatno ugrađene određene funkcionalnosti: senzore za nadzor rada brojila, zapis događaja i nestanaka napona, nadzor kvalitete isporuke krajnjem korisniku, mogućnost komuniciranja s uređajima za prikaz potrošnje kupcima, mogućnost komuniciranja sa mjerilima drugih energenata.

## Funkcionalnosti naprednih brojila (2010.)

1. Daljinsko očitavanje brojila
2. Mjerenje krivulje opterećenja
3. Pristup podacima na zahtjev kupca
4. Pristup podacima na zahtjev treće strane
5. Daljinsko upravljanje i parametrisiranje brojila
6. Daljinsko smanjenje priključne snage
7. Priklučenje/isključenje
8. Omogućavanje promjenjivih time of use tarifa
9. Dinamičke obavijesti kupcu o promjeni cijene

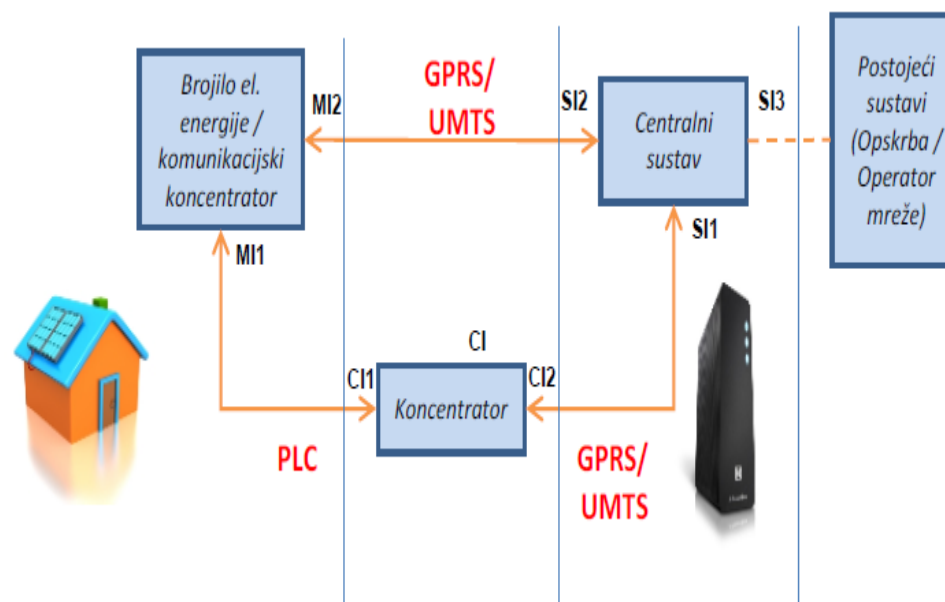


# Komunikacija

Komunikacija je najkritičniji dio tehnologije naprednog mjerenja

Koriste se žične i bežične veze: GSM/GPRS, PLC, CS, RS485, RS232, ethernet, ZigBee, euridis, RF, m-bus, bluetooth ... s različitim protokolima: IEC 62056-(21,31), TCP/IP, DLMS/COSEM...

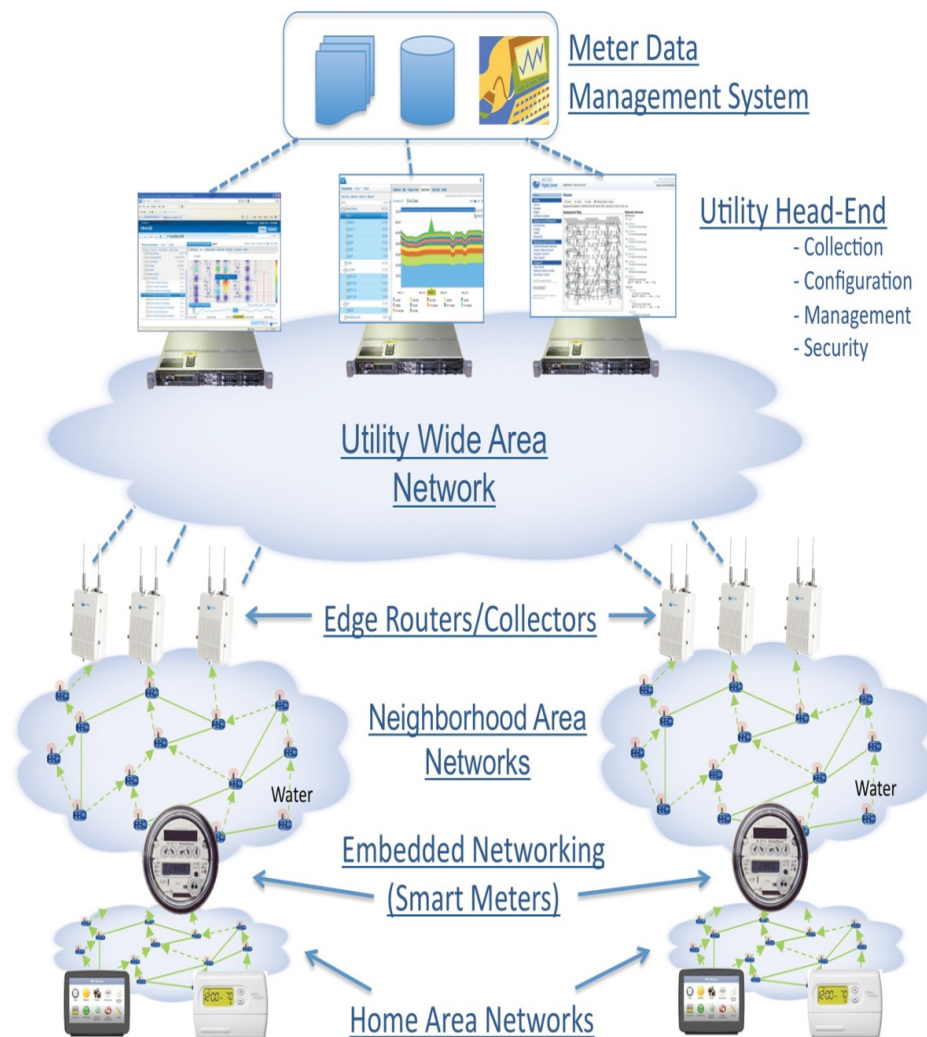
Pred proizvođače brojila postavlja se problem interoperabilnosti kao najveća prepreka masovnijoj implementaciji naprednih mjernih sustava.





## Napredna mjerna infrastruktura

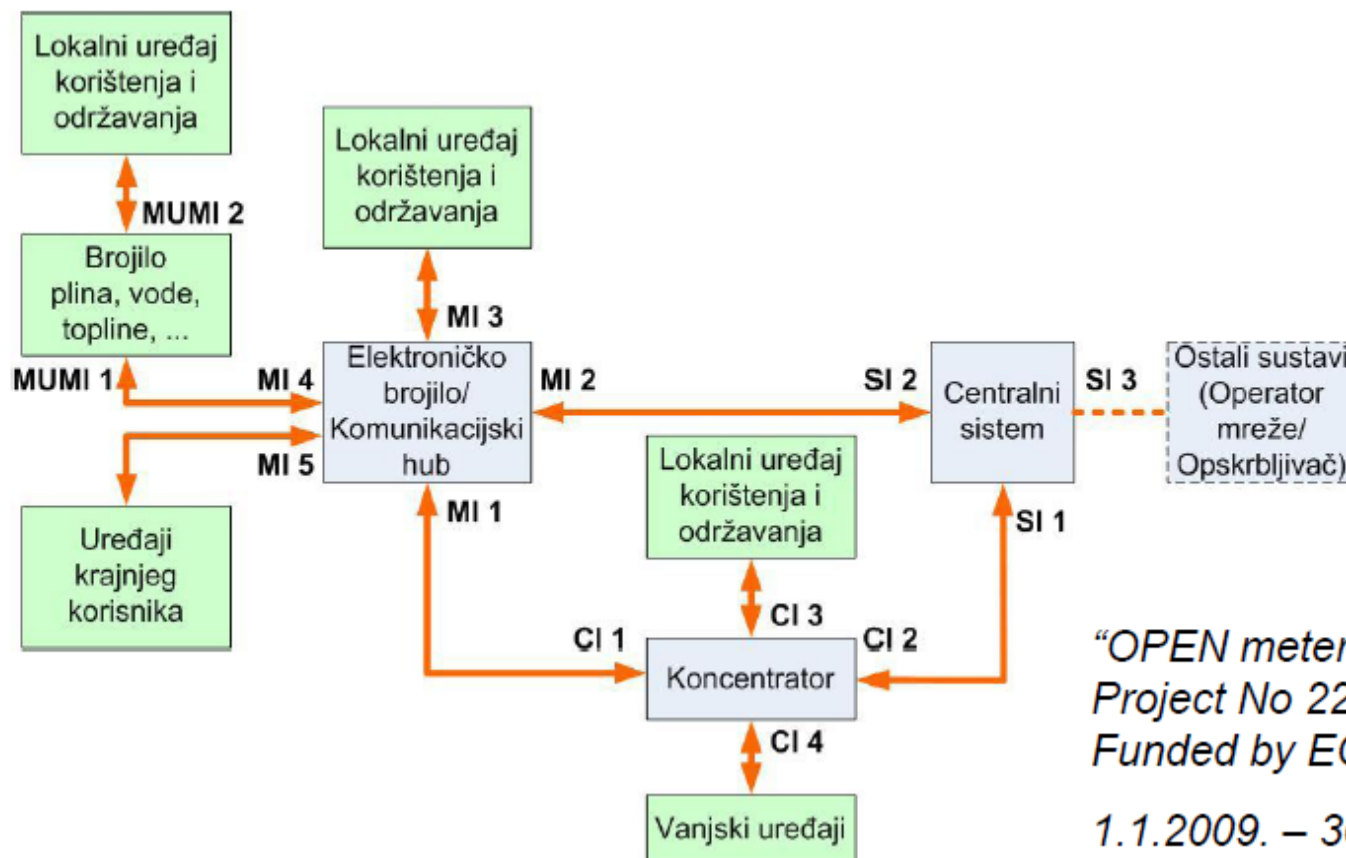
## AMR, AMM, AMI?



*Napredna mjerna infrastruktura (Advanced Metering Infrastructure - AMI) je sustav koji mjeri, prikuplja i analizira način korištenja energije te komunicira s mjernim uređajima kao što su elektroničko ili plinsko brojilo, brojilo topline ili vode, prema definiranom rasporedu ili na zahtjev.*

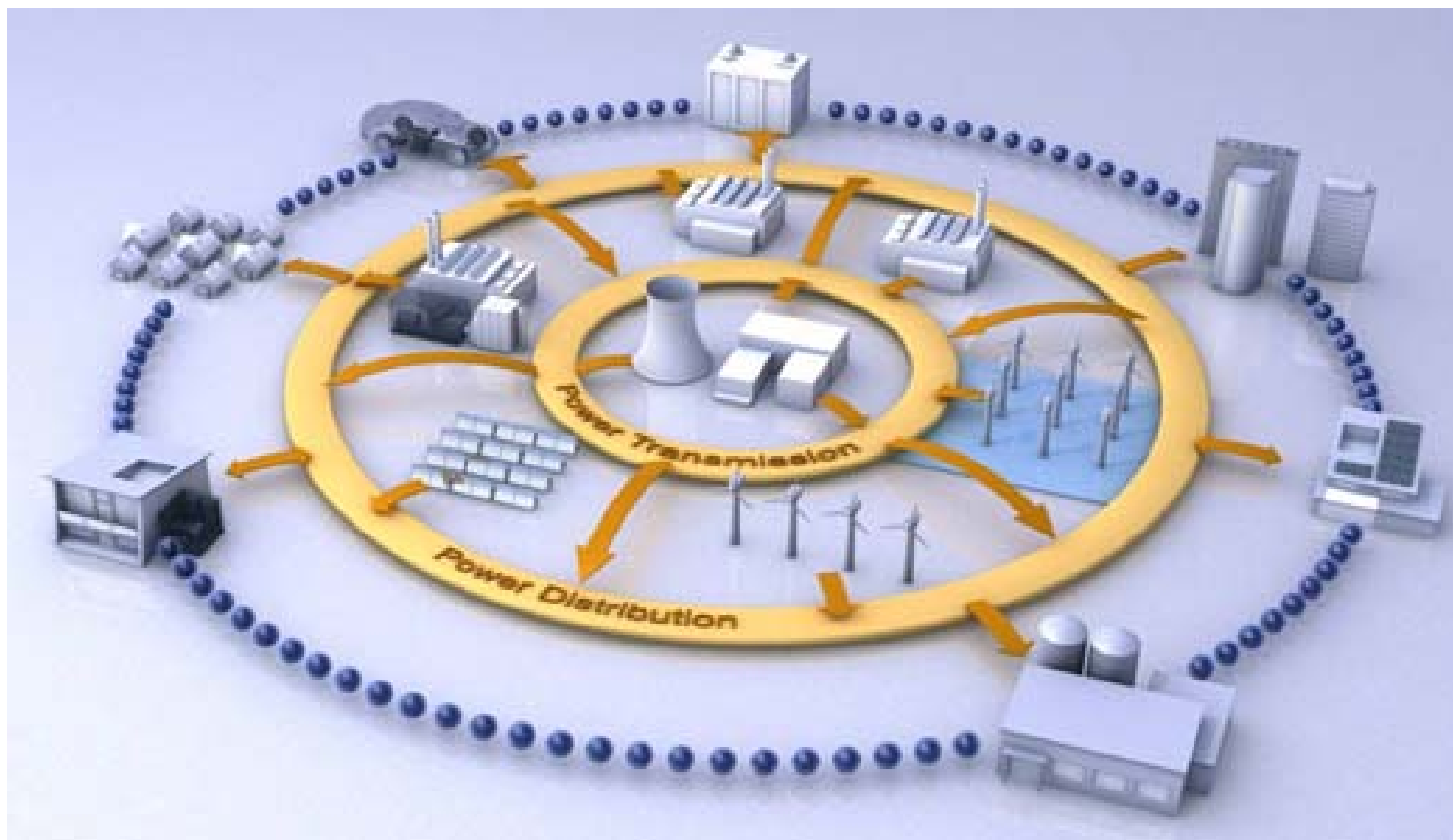
Ovi sustavi uključuju hardware, software, komunikacije, energetske pokaznike i kontrolere za kupce, sustave koji koriste kupci, aplikacije za upravljanje mjernim podacima te poslovne sustave opskrbljivača.

# Komponente AMI sustava



## Smart grid, Smart network ?

Napredna brojila mogu biti dio Smart grid-a (napredne mreže), ali sami za sebe ne mogu je tvoriti. Stavovi idu od toga da je napredno mjerenje baza napredne mreže do toga da napredni mjerni uređaji nisu potrebni za ostvarenje koncepta Smart grid.



# Motivacija

Uvođenje tehnologije naprednog mjerenja u Europi potaknuto je Trećim energetske paketom kojim je naznačeno da se do 2020 opremi bar 80% mjernih mjesta za koja se financijskom studijom dokaže isplativost opremanja.

Ova aktivnost provoditi će se na više od 200 milijuna mjernih mjesta.

Prve procjene predviđaju investicije u napredno mjerenje do kraja 2020. godine u iznosu preko 40 milijardi EUR-a.



# Zakonska podloga za uvođenje naprednog mjerenja

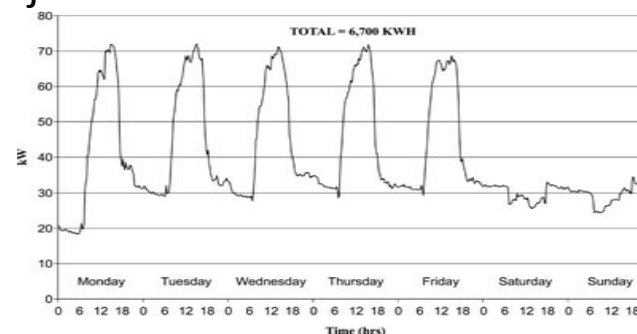
- Tehnički uvjeti za obračunska mjerna mjesta u nadležnosti HEP ODS-a (1993. ... 2011.)  
... EIC 1107, EIC 1142 protokoli



- Mrežna pravila (NN 36/2006)

Uređuje se pogon i način vođenja, razvoj i izgradnja te uspostavljanje priključaka na prienosnu i distribucijsku mrežu u elektroenergetskom sustavu, kao i mjerna pravila za obračunsko mjerno mjesto

Poglavlje 6. MJERNA PRAVILA - definiraju se minimalne standardne mjerne značajke za pojedine vrste mjernih mjesta



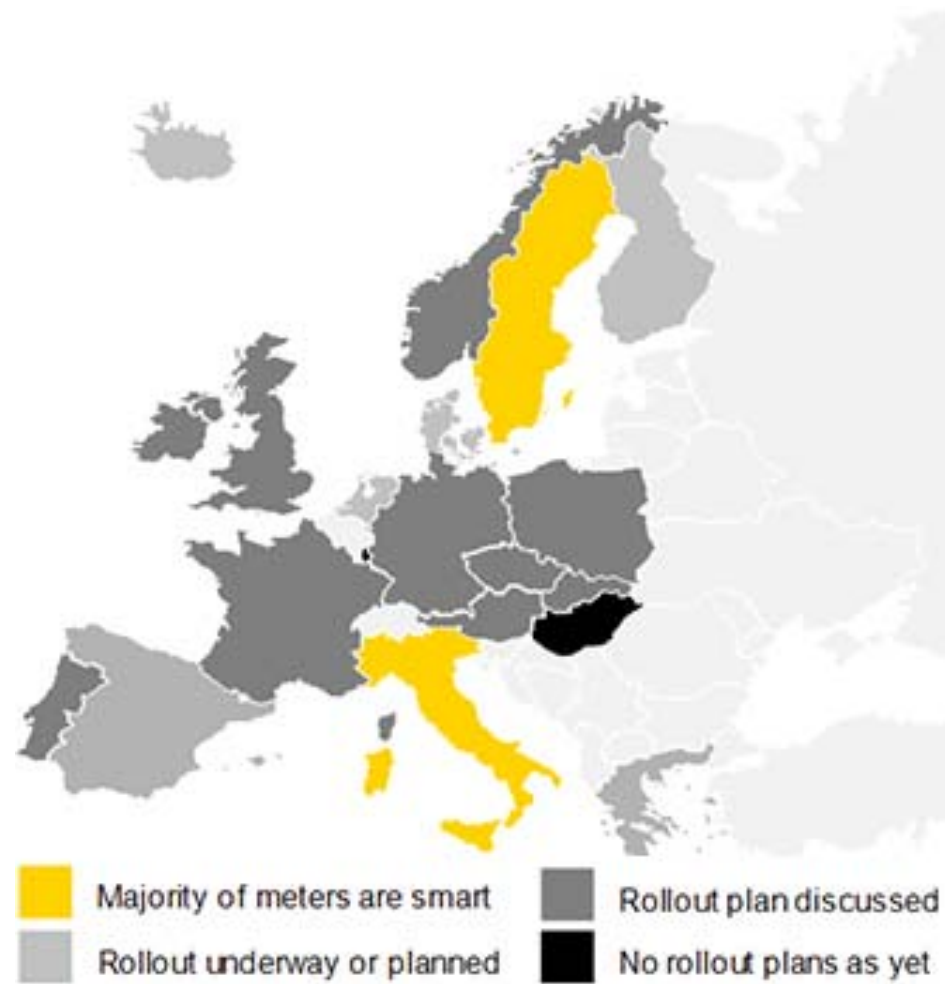
# Pravila o mjernim podacima

2008. godine HEP ODS, definiranje lista OBIS kodova po tipovima mjernih mjesta

<u>OBIS kod</u>	<u>Opis vrijednosti</u>
1-0:1.8.1	Radna energija A+ tarife VT
1-0:1.8.2	Radna energija A+ tarife NT
1-0:1.6.1	Maksimalna radna snaga P+ tarife VT
1-0:1.6.2	Maksimalna radna snaga P+ tarife NT
1-0:3.8.0	Jalova energija R+
1-0:4.8.0	Jalova energija R-
01.1.5.0	Srednje 15-min vrijednosti radne snage P+



Implementacija  
naprednog  
mjerjenja u EU  
(rollout)



Source: Ernst & Young based on ERGEG (Status Review of Regulatory Aspects of Smart Metering, October 2009)

## Italija

Površina:	301.000 km <sup>2</sup>
ODS-a:	162 tvrtki
Kupaca el. energije:	36 milijuna
Godišnja potrošnja:	3.000 kWh po kućanstvu
Kupaca plin:	20,7 milijuna



Enel SpA, najveća distribucijska tvrtka u Italiji, provela je najveći svjetski projekt implementacije naprednih brojila, kod gotovo 27 milijuna kupaca.

Projekt je započeo 2000.-e godine, planirano je da završi 2006.

Tri najveće distribucije električne energije:

Enel	31.000.000 kupaca	vlastiti PLC
ACEA	1.550.000 kupaca	PLC Landis&Gyr
A2A	1.090.000 kupaca (+1.200.000 kupaca plina)	



## Italija

OMM opremljena su elektroničkim *smart* brojila, s integriranom dvosmjernom komunikacijom, naprednim funkcionalnostima za mjerenje i upravljanje opterećenjem, kontroliranim isklopnikom. Brojila komuniciraju putem niskonaponske mreže korištenjem standardizirane tehnologije Echelon Korporacije do Echelon koncentratora podataka, a od te točke različitim žičnim i bežičnim vezama prema Enel-ovim serverima.

Sistem omogućava različite napredne funkcionalnosti kao što su daljinsko isključenje/uključenje instalacije kupca, korištenje podataka o načinu potrošnje iz brojila, detektiranje ispada napona, detektiranje neovlaštene potrošnje, promjena prepay/postpay, promjena tarifa.

Opremanje svih mjernih mjesta završeno je 2011. godine, a planira se daljnje opremanje plinskih mjernih mjesta (povezivanje sa brojilima el. energije ili vlastita bežična mesh mreža).

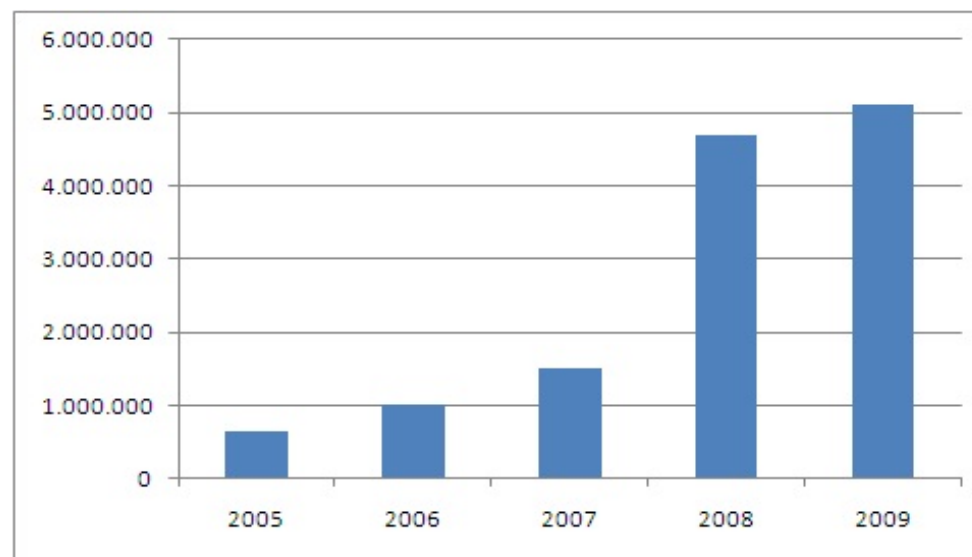


## Švedska

Površina:	450.000 km <sup>2</sup>
ODS-a:	158 tvrtki
Kupaca el. energije:	5,2 milijuna
Godišnja potrošnja:	9.200 kWh po kućanstvu



Sjever Europe postao je centralno mjesto implementacije AMM-a 2003. godine kada je Švedska objavila zahtjev o mjesečnom očitavanju svih brojala električne energije do 2009. godine.



Tri su najveće energetske tvrtke:

**E.ON Švedska** (19%), - piloti 2004, , 2005. Metrima (L&G), TietoEnator(Echelon), 2006. ES Matteknik, 2007. Landis&Gyr

**Fortum** (17,1%) - Telenor Cinclus (Landis+Gyr)

i državni **Vattenfall** (17,8%, 2009.) - Actaris 2003, Iskraemeco 2004, Telvent & Echelon (70 % OMM).

## Nordijske zemlje

Nakon Švedske aktivnosti uvođenja smart brojila proširile su se na ostale Nordijske zemlje. Vattenfall, Fortum i E.ON kao vodeće energetske tvrtke i u Švedskoj i u Finskoj odlučili su da izgrade sustav daljinskog očitavanja i upravljanja brojilima (AMM) i u Finskoj.

Unutar Danske su najveće distribucijske tvrtke započele 2004. nekoliko ambicioznih projekata ugradnje naprednih brojila.

Norveška dosta opreznije ide u implementaciju naprednih brojila, ali je u lipnju 2007. godine Norwegian energy authority NVE objavio da će predložiti nove pravne akte kako bi se podržala ugradnja novih brojila sa ciljem završetka projekta do kraja 2013. godine.

2009. Finska je imala 23%, a Danska je imala 15% ugovorenih zamjena brojila svojih OMM-a, dok je Norveška imala tek za 6%.



## Francuska

Površina:	552.000 km <sup>2</sup>
ODS-a:	166 tvrtki
Kupaca el. energije:	34 milijuna
Godišnja potrošnja:	5.100 kWh po kućanstvu



ERDF (Electricité Réseau Distribution France) - pilot projekt ugradnje 300.000 naprednih brojila s PLC komunikacijom (7.000 NN transf. stanica) (LINKY projekt). Projekt vodi tvrtka Atos Origin, a uključene su i tvrtke Actaris, Landis+Gyr i Iskraemeco.

Eksperimentalna faza započela je u ožujku 2010. godine. Ključni faktor uspjeha pilot projekta je dokazivanje interoperabilnosti opreme različitih proizvođača.

Ovisno o rezultatima pilot projekta planirano je zamjenu svih 35 milijuna brojila provesti od 2012. do 2017. godine.

Pokrenuta je i izrada specifikacija za novu generaciju PLC tehnologije (G3), koja se uklapa u postojeće standarde i u budućim nadogradnjama osigurava kompatibilnost starijih uređaja.



## Velika Britanija

Površina:	324.000 km <sup>2</sup>
ODS-a:	8 tvrtki
Kupaca el. energije:	29,1 milijuna
Godišnja potrošnja:	3.300 kWh po kućanstvu



U prosincu 2009. je DECC (United Kingdom's Department of Energy and Climate Change ) objavio je namjeru o ugradnji naprednih brojila u sva kućanstva do 2020. godine.

2010. Vlada je izjavila da želi ubrzati implementaciju, ali je DECC izjavio da u tom slučaju postoji rizik za kupce u vidu povećanog troška mjerne usluge.



Zamjena brojila u UK smatra se da će biti najveći projekt naprednog mjerenja u kojem će se unutar 27 milijuna kućanstava zamijeniti brojila el. energije i plina.

Službeni početak zamjene brojila planiran je za 2012. godinu, ali je zamjena već počela, British Gas očekuje da će do kraja 2012. godine već ugraditi 2 mil. brojila (dinamika ugradnje 1.000 brojila dnevno).

## Njemačka

Površina:	357.000 km <sup>2</sup>
ODS-a:	876 tvrtki
Kupaca el. energije:	43,4 milijuna
Godišnja potrošnja:	3.600 kWh po kućanstvu



Od 01.-og siječnja 2010. godine napredni mjerni uređaji moraju biti instalirani u novim zgradama i u slučaju velikog renoviranja postojećih zgrada.

Udruženje VDE razvija eHZ standard za brojilo za kućanstvo i MUC standard za komunikacijski uređaj. Za opremanje OMM-a koristi se osnovno elektroničko brojilo (EDL21 brojilo) i modularni koncept, a posebna pozornost se daje zaštiti podataka.

Do kraja 2010. godine kupcima se moraju ponuditi TOU tarife, kako bi se potaknula štednja energije. Značajniji pilot projekt je 100.000 kućanstva koje je planirano ugraditi od 2008. do 2011.



## Irska

Površina:	70.000 km <sup>2</sup>
ODS-a:	1 tvrtka
Kupaca el. energije:	2,0 milijuna
Godišnja potrošnja:	5.900 kWh po kućanstvu



2007. godine regulatorno tijelo CER (Communications, Energy and Natural Resources), objavilo je plan ugradnje naprednih brojila za sva kućanstva u slijedećih 5 godina (završetak 2013. godine).

2009. u prvoj fazi je ugrađeno 25.000 brojila (četiri različita proizvođača).

CER je procijenio da će ukupni trošak opremanja mjernih mjesta biti 500 milijuna EUR ili 225 EUR po brojilu.

Do 2020. godine ESB planira investirati 6,5 milijardi EURa u smart energy network i 22 milijarde EURa u obnovljive izvore energije.



<b>Hrvatska</b>	Površina:	56.542 km <sup>2</sup>
	ODS-a:	1 tvrtka
	Kupaca el. energije:	2,3 milijuna
	Godišnja potrošnja:	3.100 kWh po kućanstvu



2007. godine donesena je odluka da se sva nova mjerna mjesta opremaju elektroničkim komunikacijskim brojilima.

Ukupan broj brojila u AMI je 38.500.

Početakom 2011. godine završena zamjena brojila na mjernim mjestima VN, SN i NN priključne snage iznad 30 kW (18.000 OMM-a).

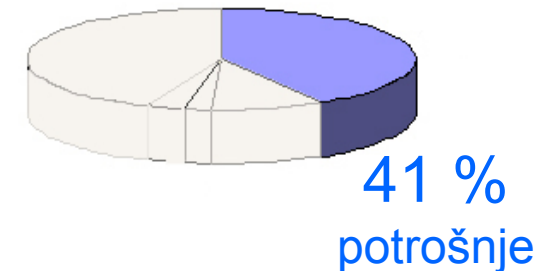
Brojila imaju mogućnost mjerenja potrošnje u 15-min intervalima, mogućnost praćenja parametara napona, struje i faze, a omogućeno je i daljinsko očitavanje mjernih podataka. 15-minutno mjerenje pokriva oko 40% ukupne potrošnje električne energije kupaca na distribucijskoj mreži.

2011. godine imenovana je radna grupa sa ciljem definiranja daljnje strategije brojila te radna grupa za izgradnju i vođenje AMI sustava.



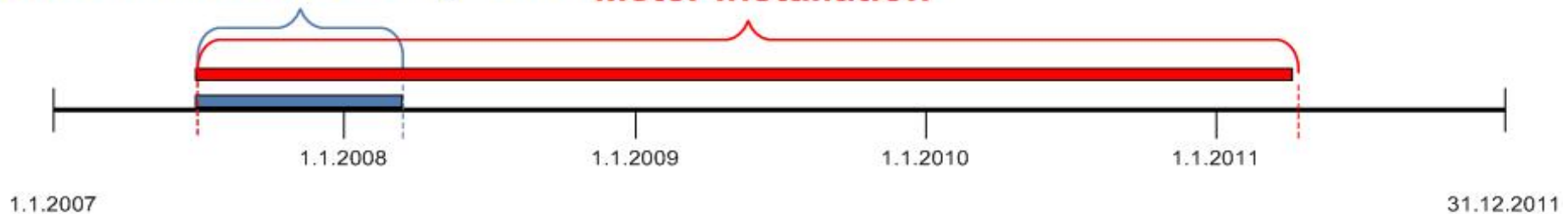
# Dizajn sustava daljinskog očitavanja HEP ODS-a

- sustav je dimenzioniran za čitanje 30 000 krivulja opterećenja
- višekorisnički sustav (min. 50 korisnika)
- prijenos mjernih podataka u sustav za obračun
- sustav mora prihvatiti 30 GB mjernih podataka po mjesecu
- sustav pohranjuje i osigurava podatke 2 godine
- registri stanja i profili od 1 tjedna moraju biti prikupljeni u roku od 7 sati
- pristup sustavu unutar i izvan tvrtke
- siguran i pouzdan rad sustava



1.7.2007 - 15.3.2008  
Construction of AMR system

1.7.2007 - 15.4.2011  
Meter installation



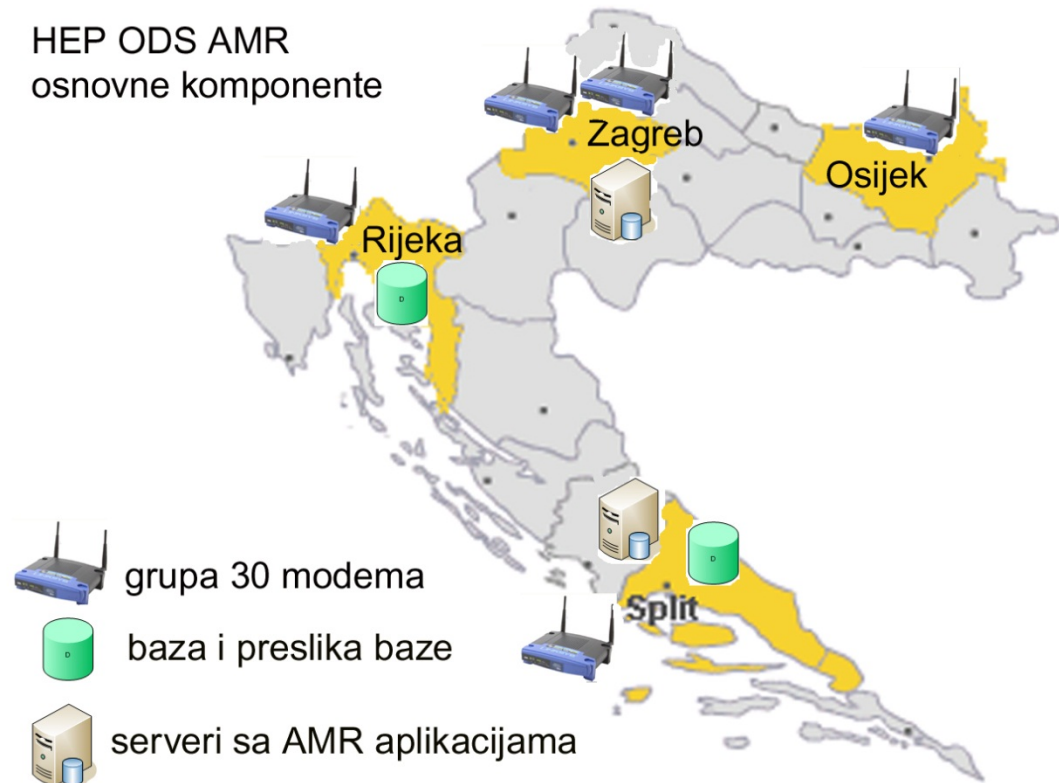
# Sustav daljinskog očitavanja HEP ODS-a

- paralelan sustav, dvostruka sigurnost

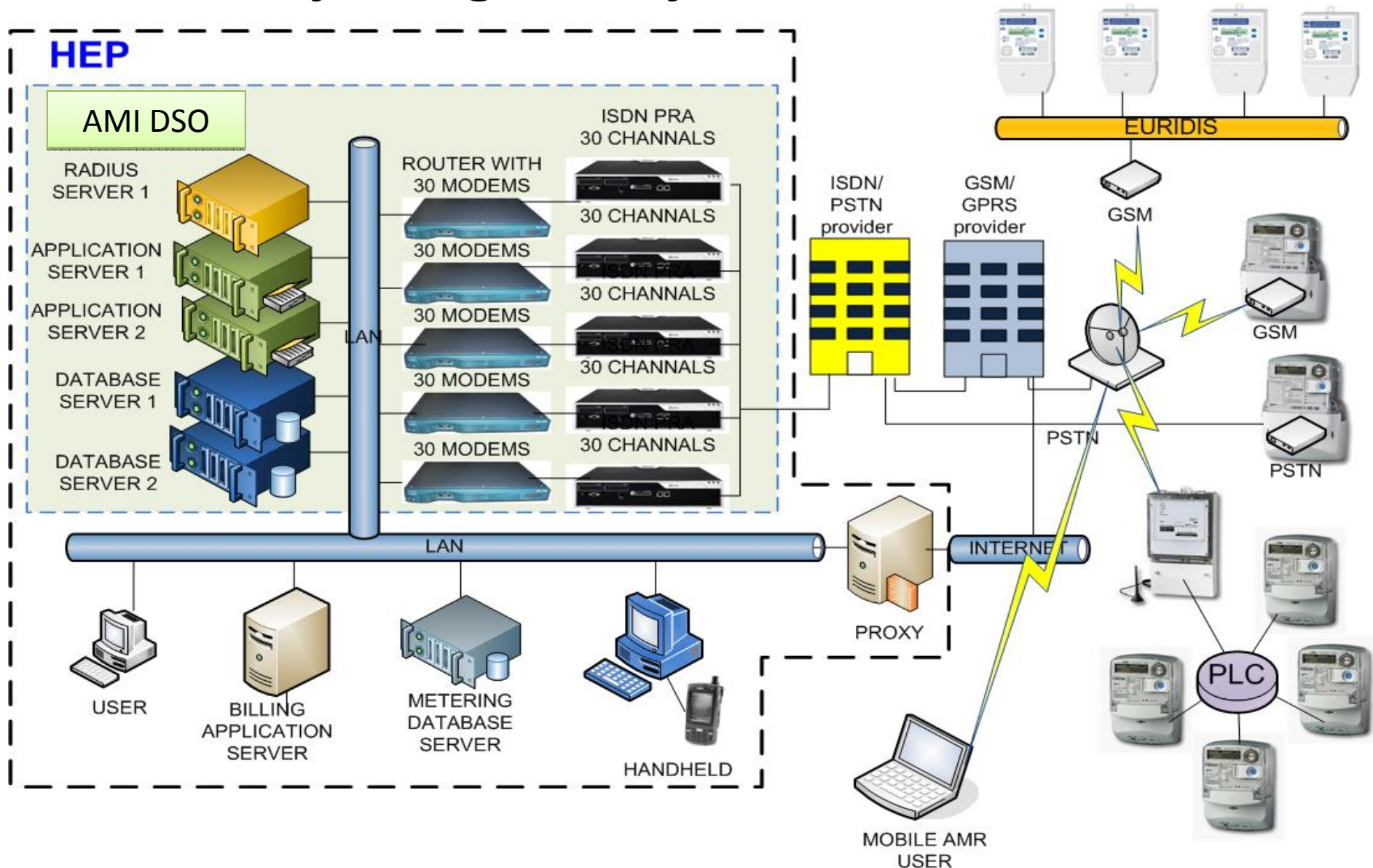
- udaljenosti između glavnih i pomoćnih sustava:

- Zagreb – Rijeka 182 km
- Zagreb – Split 365 km
- Zagreb – Osijek 280 km
- Rijeka – Split 393 km

HEP ODS AMR  
osnovne komponente



# Sustav daljinskog očitavanja HEP ODS-a



# Trenutno stanje AMI sustava

- travanj 2011. završeno opremanje 18.500 intervalnih industrijskih brojila iznad 30 kW priključne snage
- u sustavu je i 18.000 brojila za malo poduzetništvo i kućanstvo
- sustav prikuplja krivulje sa 1 600 istraživačkih mjernih mjesta



- popularna „Mamutica ” u Zagrebu, 513 brojila povezanih Euridis protokolom sa 3 GSM modema za daljinsko očitavanje
- trajanje očitavanja - 19 min

## Usporedba AMI sustava

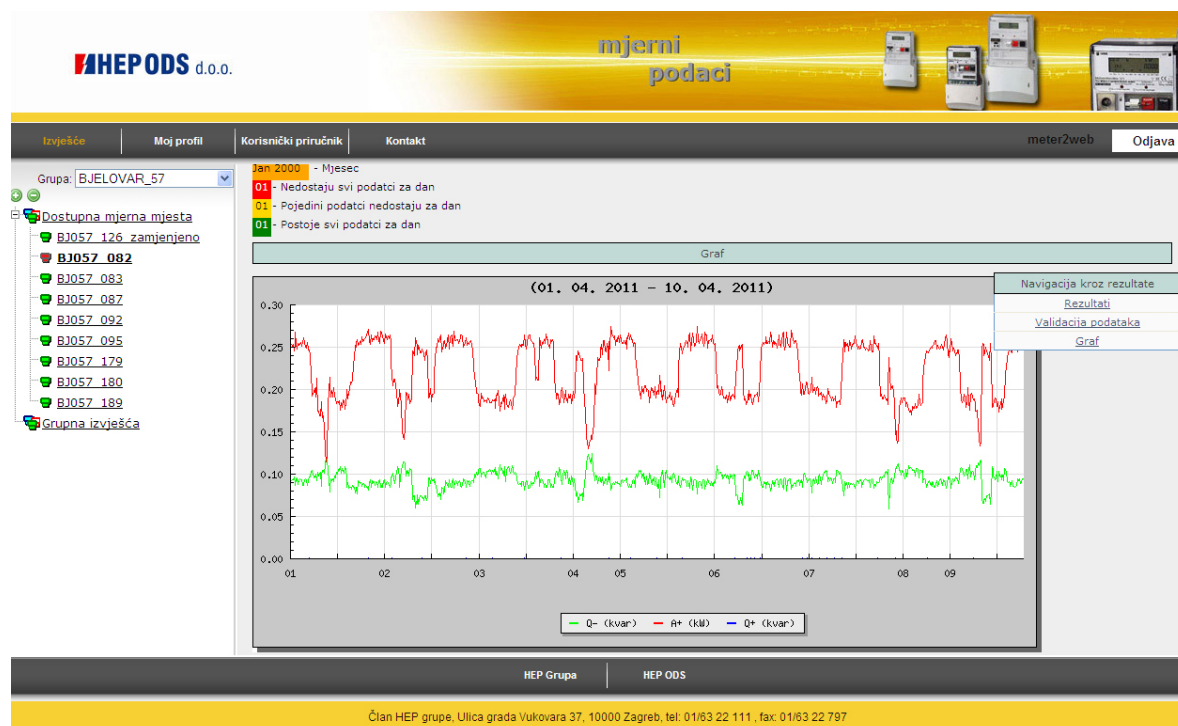
	AMI ODS	AMI ČEZ*
Godina izgradnje	2007.	2008.
Područje	Hrvatska	Češka, Bugarska, Rumunjska
Broj servera	5	16
Server za bazu podataka	2	1
Broj modema	150	600
Broj routera	5	8
Broj mjernih mjesta	38.000	46.000
Sustav dizajniran za LP mjernih mjesta	30.000	85.000
Broj krivulja za očitavanje	180.000	300.000
Web pristup za kupce	Meter2web	www100

\* "Landis+Gyr & Czech utility, CEZ, grade najveći mjerni centar za industriju, poduzetništvo i mrežu u Europi", Metering, 2008.



# Meter 2 Web

- <http://mjerjenje.hep.hr>
- pristup mjernim podacima i podacima o mjernom mjestu
- pregled podataka do 2 mjeseca u prošlost



# Pilot projekti

- Korištenje brojila i vanjskog isklonika
- PLC komunikacija,
- Interoperabilnost
- Umrežavanje brojila po RS485, CS
- Uvođenje DLMS protokola
- Elektromobilnost







## Problemi u primjeni

- Različita primjena komunikacijskih standarda
- Složenija ugradnja, održavanje
- Veći broj propisa, zahtjeva stručnije djelatnike
- Velika količina podataka,
- Pojavljuje se pitanje privatnosti tvrtki ili pojedinaca pri očitavanju detaljnih podataka o načinu potrošnje energije...



# Smanjenje rizika uvođenje smart meteringa

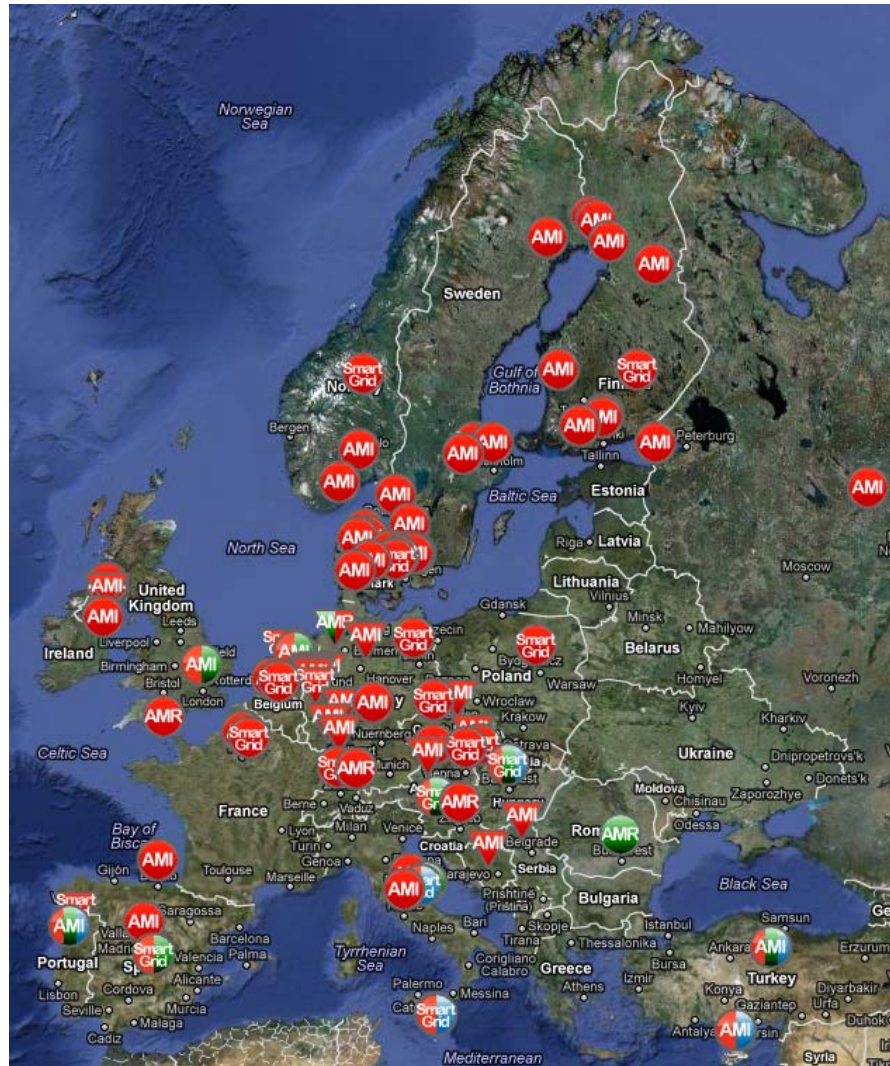
1. Uključiti sve interesne skupine, unutarnje i vanjske, od samog početka projekta kako bi se smanjili rizici i troškovi.
2. Ne smiju se podcijeniti pogreške i propusti koji se pojavljuju tijekom laboratorijskih i terenskih testiranja. Potrebno ih je riješiti prije pokretanja masovne zamjene brojila.
3. Uspješno upravljanje projektom masovne ugradnje naprednih brojila je projekt sam za sebe. Potrebno je imati dobro uhodano upravljanje procesom zamjene mjernih uređaja.
4. Potrebno je od samog početka razmotriti kako se nositi sa ogromnom količinom podataka. Većina tvrtki se odlučila za fazni pristup implementacija sustava za upravljanje podacima (MDM – Meter Data Management). Vrlo je važno imati modularno rješenje koje nije statično.
5. Ne zanemariti ulogu potrošača u procesu (pasivnu ili aktivnu)!

Izvor IDC Energy




# Smart Metering Projects Map

<http://maps.google.com/maps>





# Demonstracija uživo

- demonstracija spajanja na brojilo
  - očitavanje brojila iz AMI sustava
  - prikaz krivulje i očitavanja preko weba
- 

Hvala na pozornosti!

**NAPREDNA MJERENJA U UVJETIMA OTVORENOG TRŽIŠTA ELEKTRIČNE ENERGIJE U  
REPUBLICI HRVATSKOJ**

*Vedran Gaće e-mail: [vedran.gace@hep.hr](mailto:vedran.gace@hep.hr)*

*Marin Bošković e-mail: [marin.boskovic@hep.hr](mailto:marin.boskovic@hep.hr)*

*HEP ODS d.o.o.*

