



Процена на оптоварување на потрошувачи

Предмет:

Дистрибутивни системи

Наставник:

Проф. д-р Властимир Гламочанин



Содржина

- Обработувано подрачје
- Каде се користи информацијата за големината на оптоварувањето
- Актуелност на проблематиката
- Како до информацијата за големината на оптоварувањето?
 - Статистички пристап
 - Примена на интелигентни броила
 - Методи за краткорочна прогноза
 - Системи за мониторинг и контрола на потрошувачка на електрична енергија



Прашања

- Потрошувачи
 - Домаќинства, бизнис корисници
 - Енергија, моќност



Потрошувачи на низок напон

Тарифен став (денари)

Пресметковна величина	Единица	Подгрупа(I)		Подгрупа(II)		Јавно осветлување
		Тарифно време	тарифен степен	тарифен степен	тарифен степен	
Активна моќност	kW		752.41			
Активна ел. енергија	kWh	BT	3.60	8.70	5.61	
		HT	1.77			
Прекумерно превземена реактивна ел. енергија	kVarh	BT	0.89	1.66		
		HT	0.46			



Потрошувачи на среден напон

Тарифен став (денари)

Пресметковна величина	Единица	Тарифно Време	Тарифен став (денари)		
			35 kV директни	35 kV	10(20) kV 6 kV
Активна моќност	kW		952.03	1003.53	773.98
Активна ел. енергија	kWh	BT	2.35	2.95	3.25
		HT	1.18	1.52	1.59
Прекумерно превземена реактивна ел. енергија	kVarh	BT	0.58	0.77	0.71
		HT	0.22	0.37	0.44

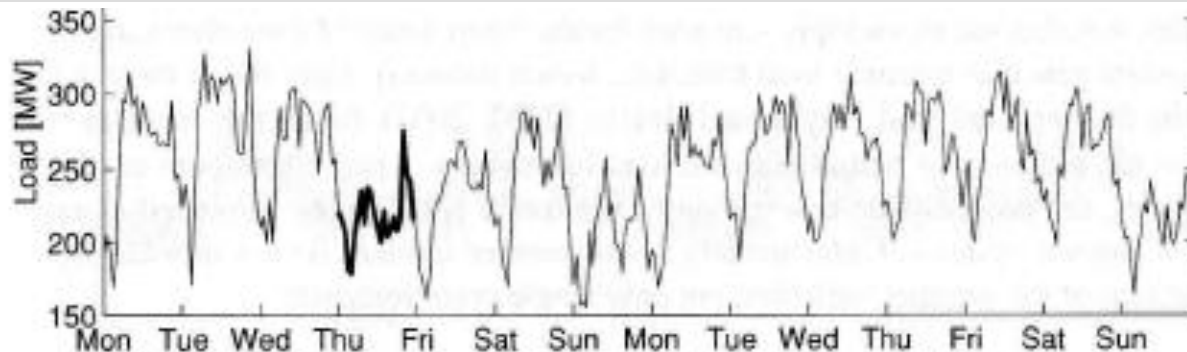


Прашања

- Зошто е потребна информацијата за големината на оптоварувањето?
- Методи за добивање на информацијата за големината на оптоварувањето?



Зошто е потребна информацијата за големината на оптоварувањето



- Дозволено струјно оптоварување на водовите и трансформаторите, како и напонската состојба во одредени јазли на мрежата,
- Оптоварување (активна моќност) на одделни групи потрошувачи на различни локации во дистрибутивната мрежа.
- За потребите на анализа и планирање на дистрибутивниот систем.
- Обезбедување (купување) на електрична енергија и моќност за покривање на потрошувачката на електричната енергија



КАКО ДО ИНФОРМАЦИЈАТА ЗА ГОЛЕМИНАТА НА ОПТОВАРУВАЊЕТО?



Методи

- Статистички пристап
- Примена на интелигентни броила
- Методи за краткорочна прогноза
- Системи за мониторинг и контрола на потрошувачка на електрична енергија



СТАТИСТИЧКИ ПРИСТАП



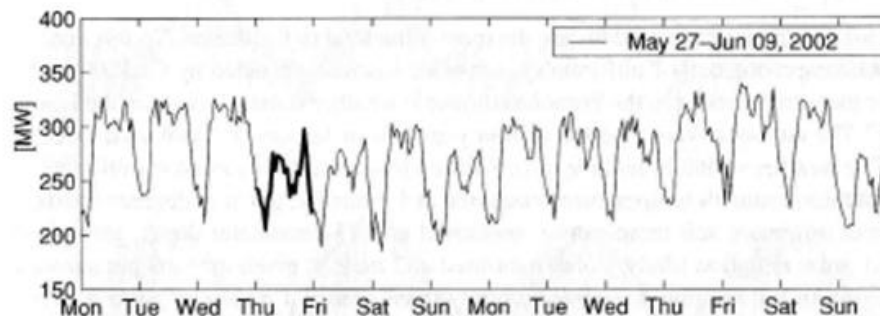
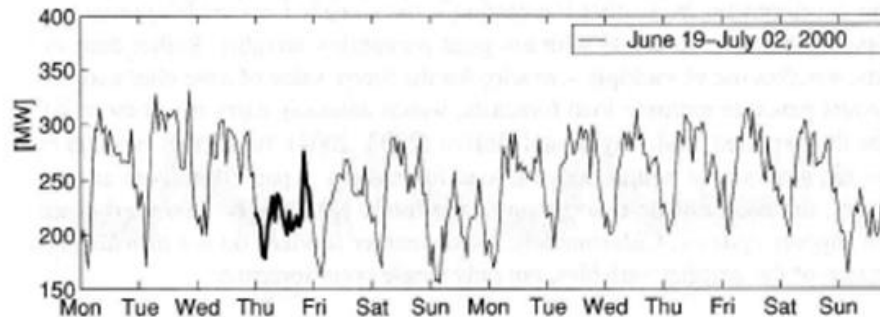
Претпоставки за успешност на проценката на оптоварувањето

- Детектирање на репрезентативни класи на потрошувачи;
- Време: сезона, ден;
- Климатски фактори;
- Мерења (број на мерни точки, број на извршени мерења);
- Точност на проценката на оптоварувањето и криви на оптоварувањето во минатото.



Влијание на надворешни фактори - отстапување од вообичаената потрошувачка на електрична енергија

Оптоварување во дистрибутивниот систем во југо-западна Полска. Националниот празник “Corpus Christi Day” во Полска, кој е означен со зајакната линија, се случува секогаш во четврток на крај на мај или јуни. Според сликите за 2000 и 2002 година оптоварувањето во тие денови се разликува од типичното оптоварување во четврток, и е многу слично на оптоварувањето на двоен врв во неделите. Дополнително може да се забележи дека националниот празник влијае и на оптоварувањето во следниот ден (петок) заради спојување на деновите за одмор.





Можни класификации на оптоварувањето

- локација на потрошувачите
- класа потрошувачи
- време на мерењето на оптоварувањето
- димензија на оптоварувањето
- временска резолуција на снимање на оптоварувањето



Достапни податоци за оптоварувањето на потрошувачите

- потрошувачката на електрична енергија, добиена од сметките на потрошувачите
- измерени часовни или максимални оптоварувања (моќности) за поголемите потрошувачи

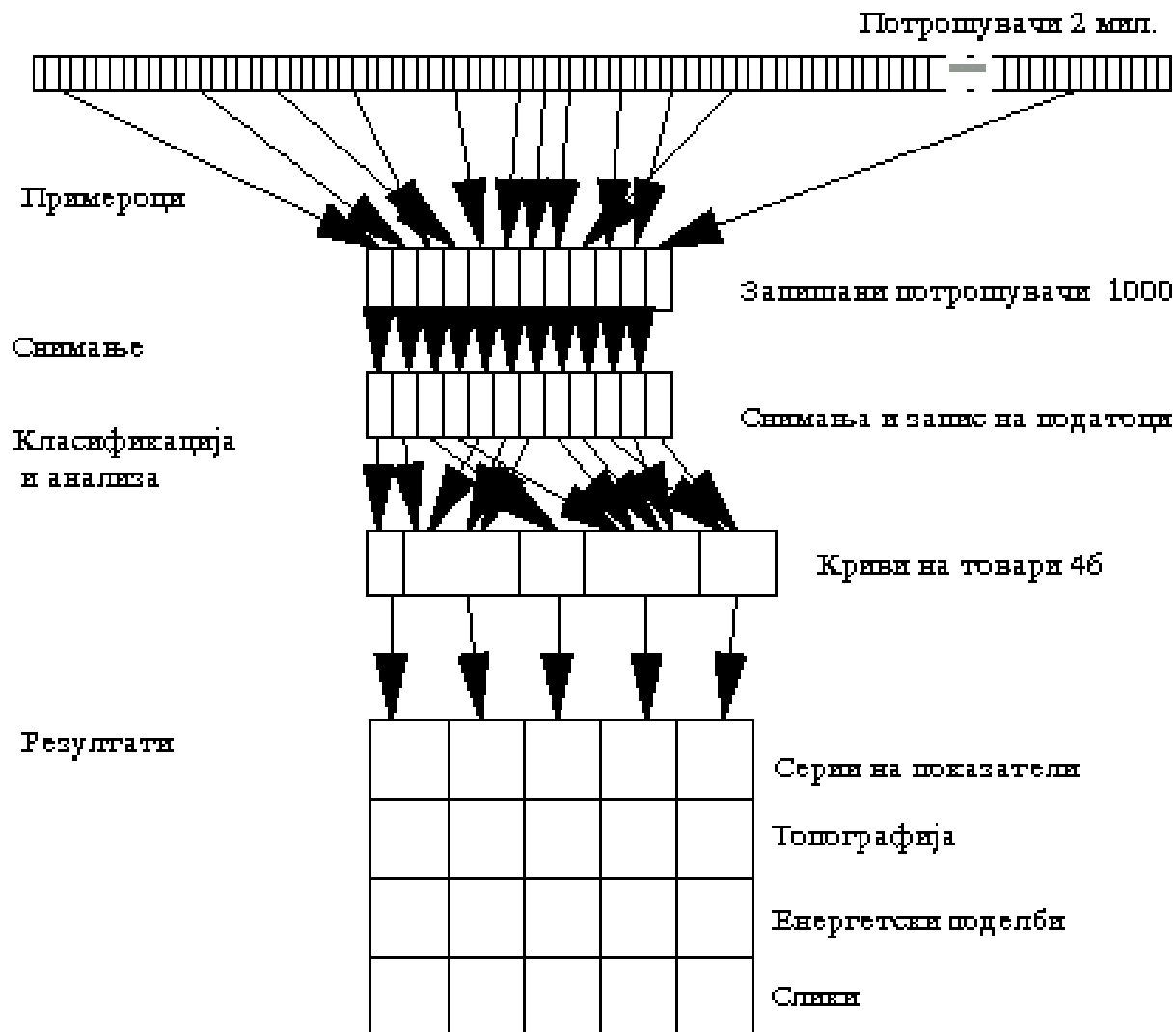


Избор на математичкиот модел

- Избор на математичкиот модел
 - успешно да ја симулира промената на оптоварувањата на класите и промената на стандардната девијација;
 - минимално влијание на неконтролираните влијанија и грешки при собирањето на податоците на системот
 - зависност на параметрите на моделот од расположивите податоци за оптоварувањето во минатото
- Верификација и тестирање на моделот на постоечки податоци од минатото;
- Примена на моделот за процена на товарите

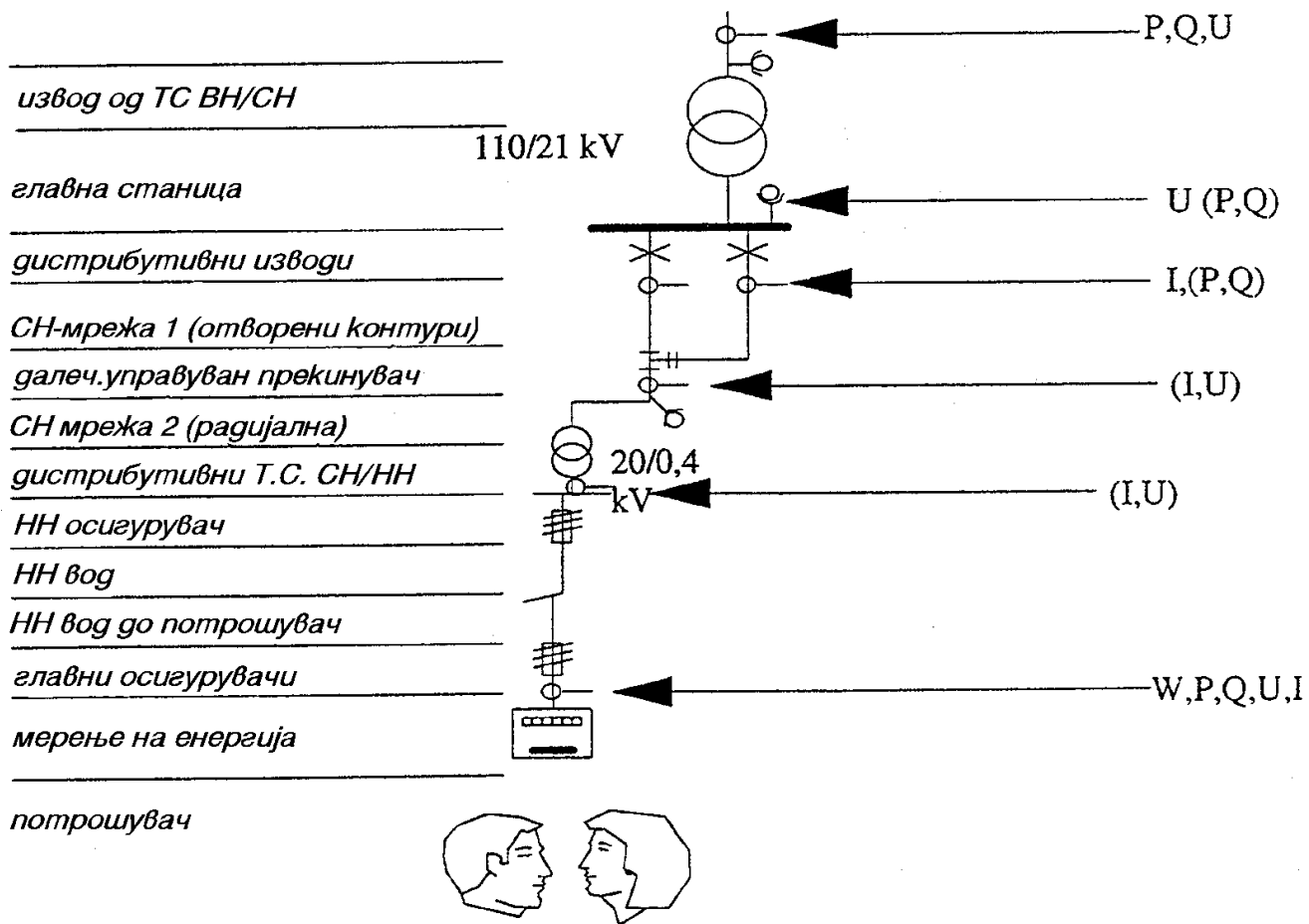


Повеќеслојно земање на примероци



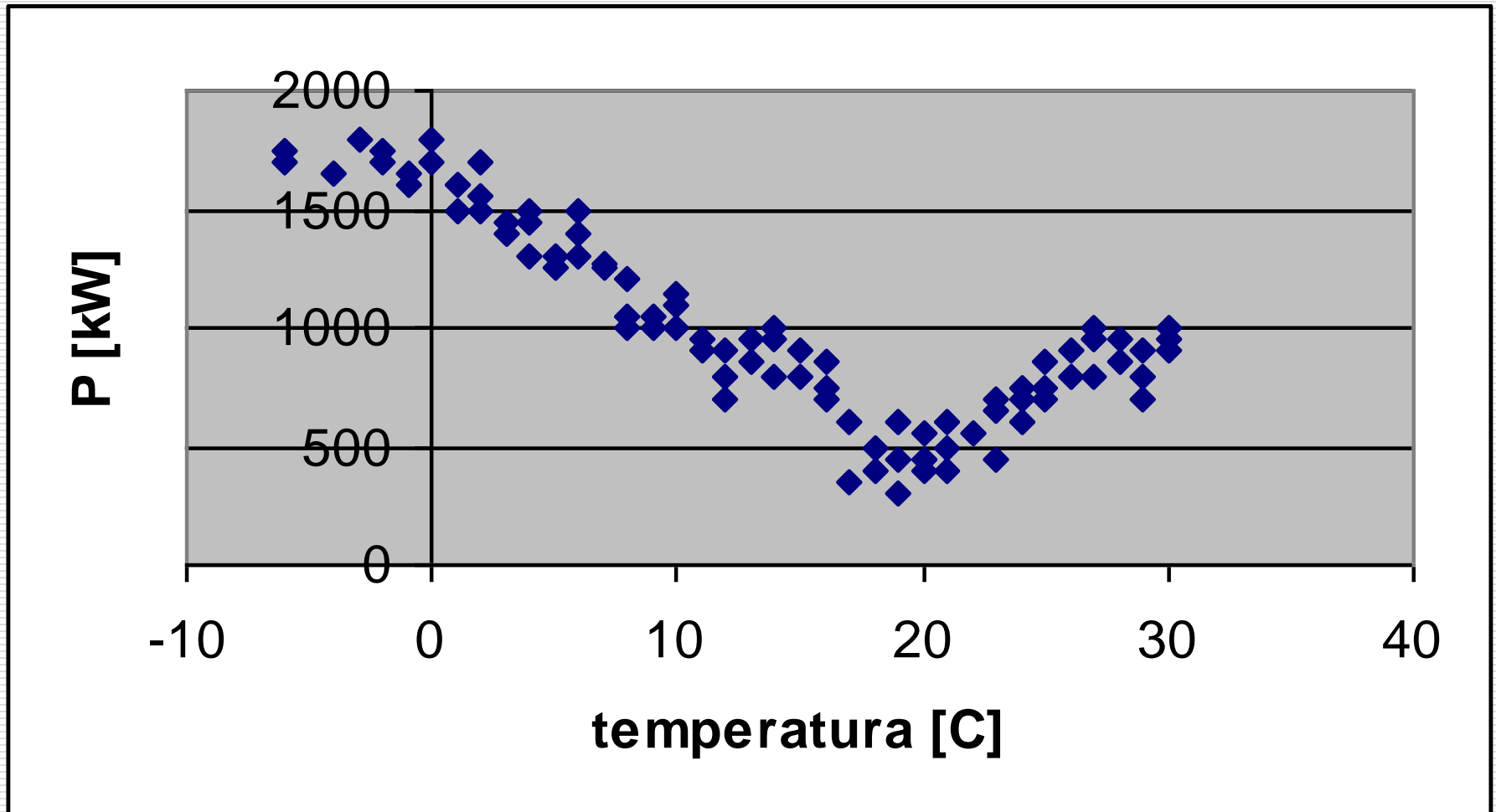


Локации за мерење на оптоварувањето во дистрибутивна мрежа





Распределба на паровите измерени вредности средно оптоварување - средна дневна температура





ИНТЕЛИГЕНТНИ БРОИЛА



„Неинтелигентни“ броила

- Можат да се употребат за евидентирање на:
 - потрошената електрична енергија од домаќинствата,
 - произведена електрична енергија од обновливи извори или мини когенеративна постројка која се пласира во мрежата
 - Инкасатор ја чита потрошената електрична енергија во одредени временски интервали
-



ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА

ГАС

Класични броила



Интелигентни броила

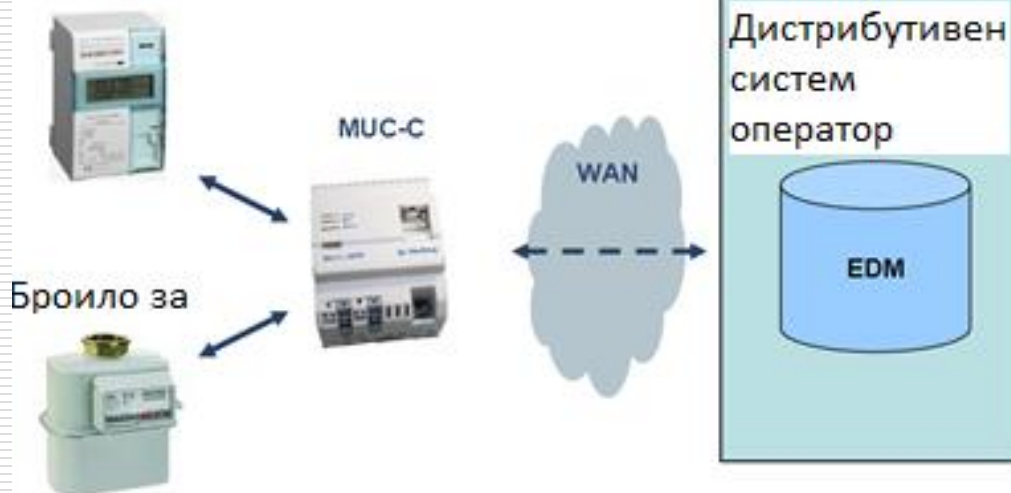




Основни карактеристики на интелигентни броила

- Примената на автоматското читање на броилата е во согласност со директивите на ЕУ
- Двострана комуникација помеѓу домаќинството и дистрибутивниот систем оператор (ДСО) која овозможува пренос на информации во одредено време (на пр. на секои 30 мин.)
- Му овозможува на домаќинствата самоконтрола на големината на потрошувачката бидејќи имаат информација за потрошувачката во реално време преку web портал или домашен монитор кој е приклучен на интелигентното броило
- Пристап на потрошувачите до информацијата за понудите на различни снабдувачи на електрична енергија

Електрично броило





Основни карактеристики на интелигентни броила

- Интелигентните енергетски мрежи не се состојат само од автоматско читање на броилата - со нив се контролира целиот енергетски систем
 - Едноставно приклучување или исклучување на напојувањето, префрлување на нов снабдувач на електрична енергија
 - Елиминирање на отчитувања на потрошената електрична енергија во различни датуми, а со тоа и различни сметки за потрошена електрична енергија
 - Интелигентното броило (нема потреба потрошувачот да се јавува по телефон) ќе го извести ДСО во реално време за прекин напојувањето. Со тоа ќе се овозможи ефикасна обнова напојувањето бидејќи лоцирањето на причината за прекин ќе биде направено многу побрзо.
 - Верификација на воспоставеното напојување на броилото (по настанатиот прекин).
-



Придобивки од примената на интелигентни броила (ДСО)

- Читање на потрошена електрична енергија
 - Ефикасна наплата и информирање
 - Смалени можности за злоупотреба
 - детекција на нерегистрирана потрошувачка, крајби
 - елиминација на нетехнички (комерцијални) загуби
 - Мониторирање на произведена електрична енергија која е пласирана во мрежата, како и вкупната произведена електрична енергија
 - Дизајн на тарифниот систем
 - Критичен и комплексен дизајн на тарифите
 - Динамички цени на електрична енергија со оглед на времето на потрошувачката на електрична енергија
 - Поддршка на студии на случаи (експерименти) на тарифи
 - Субвенционирана потрошувачка
 - Поддршка во инвестициските одлуки на ДСО
-



Придобивки од примената на интелигентни броила (ДСО)

- ❑ Пресметување на IEEE индикатори за испади (прекини во напојувањето)
 - ❑ Далечинско исклучување
 - ❑ Планирање на исклучувања (заради преоптоварувања)
 - ❑ Планирани исклучувања за одржување на ДС
 - ❑ Нотификација за испади
 - ❑ Усовршувања на мрежните правила
 - ❑ Подобрување на стандардите за одржување
 - ❑ Менаџирање на средства
 - ❑ Оптовареност на изводите
 - ❑ Подобро диспечирање на интервенции во мрежата (автоматизација на налозите)
 - ❑ Менаџирање на дистрибуирани компензациски уреди и батерии
 - ❑ Поддршка на замена на опремата
 - ❑ Менаџирање на вегетацијата на СН и НН мрежа
-



Придобивки од примената на интелигентни броила (ДСО)

- Поддршка на SCADA функции
 - Гео-локација
 - Статус на вклученост
 - Валидација на поврзаност на елементите на мрежата (водови, трансформатори) и потрошувачите
 - Анализа на заштитата
 - Верификација на обнова на напојувањето
 - Заштита при поплави
 - Зголемување на сигурноста на ДС
 - Категоризација (класификација) на потрошувачите
 - Прогноза на потрошувачката
 - Планирање (возен ред) на потрошувачката
 - Симулации и анализи на ДС
 - Известување до „дистрибуираното производство“ за островско работење
-

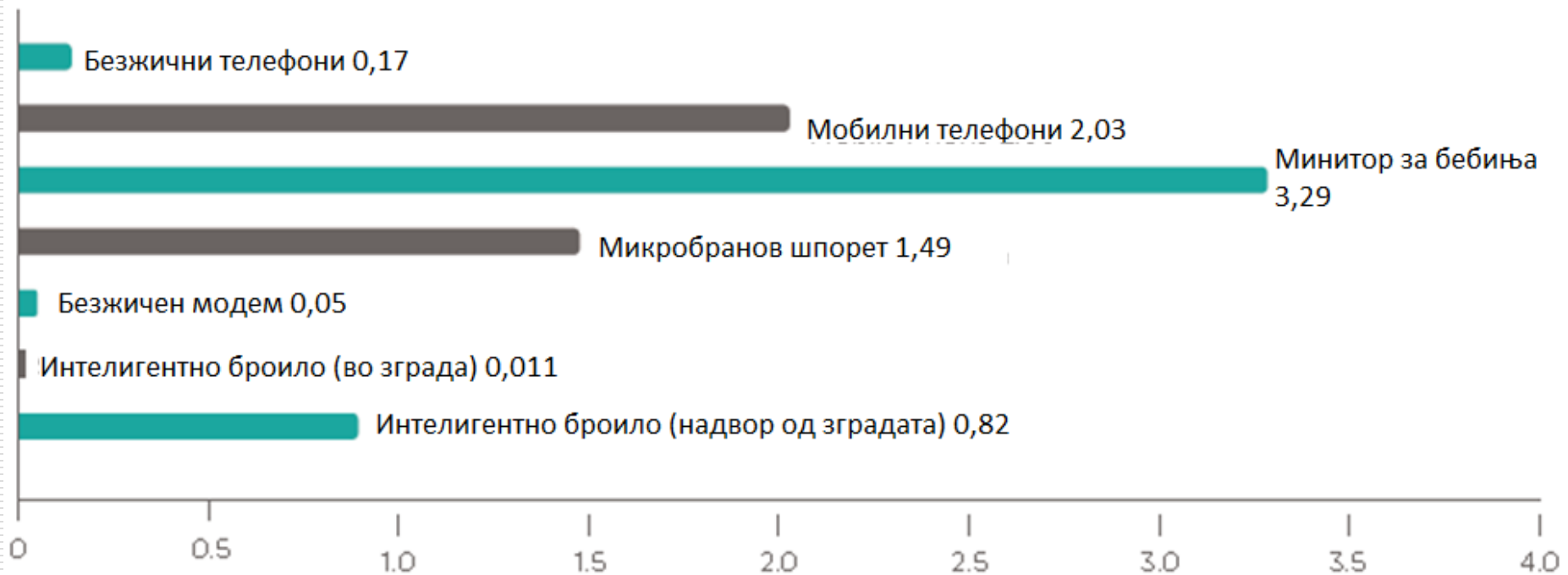


Придобивки од примената на интелигентни броила (потрошувачи)

- Динамички цени на електрична енергија во времето на критична потрошувачка
 - Потрошувачи кои плаќаат однапред (припејд)
 - Давање на совети и информации на потрошувачите
 - ДСО ќе може многу брзо и точно да ги извести засегнатите потрошувачи за причината за прекин во напојувањето (на пример од невреме, пожар итн.)
 - Смалување на повиците кон „Центарот за повици“
 - Ефикасно менаџирање на поплаките на потрошувачите
 - Мониторирање на квалитетот на електрична енергија
 - Балансирање на оптоварувањето на одделните фази
 - Мониторирање на уредите во домаќинствата
 - Мониторирање на сигурноста на домаќинствата
 - Овозможување на HEMS (Home Energy Management System)
-



Отпор против воведување на интелигентни броила со оглед на зрачења



Проценти од допуштени стандарди на изложеност според ARPANSA

Густина на моќноста на радиофреквенции (RF) од интелигентни броила во споредба со уреди во домаќинствата (на 30 cm)



Заклучок

- Со појавата на интелигентни броила **се елиминира потребата од естимација (проценка)** на оптоварувањето за краткорочни потреби
 - прибирање на податоци во реално време,
 - увид во состојбата на оптоварувањата на трансформаторите, водовите и потрошувачите во реално време,
 - контрола и управување со потрошувачката на електрична енергија во реално време.
 - податоците се користат за долгорочно планирање



МЕТОДИ ЗА КРАТКОРОЧНА ПРОГНОЗА



Потребни информации за процена на оптоварувањето

- Информации за време
- Информации за клима
 - Индекс за температура-влажност (THI)
 - Индекс за влијание на ветер (WCI)
- Можни класи на потрошувачи



Методи за краткорочна прогноза*

□ Пристап на сличен ден

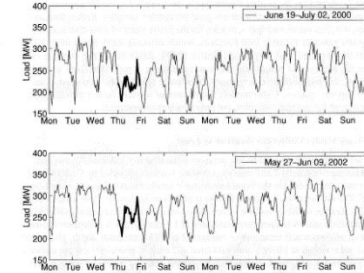


Figure 3.2 Two weeks of system load for an electric utility company in southwestern Poland. The load pattern during Corpus Christi Day (bold line in the plots) – a national holiday in Poland, always on a Thursday in late May or June – significantly deviates from the typical late spring Thursday load profile, both in 2000 (top panel) and 2002 (bottom panel). It rather resembles the ‘double peak’ Sunday structure. Also the next day’s profile is influenced, as many people take a day-off on Friday following Corpus Christi Day.

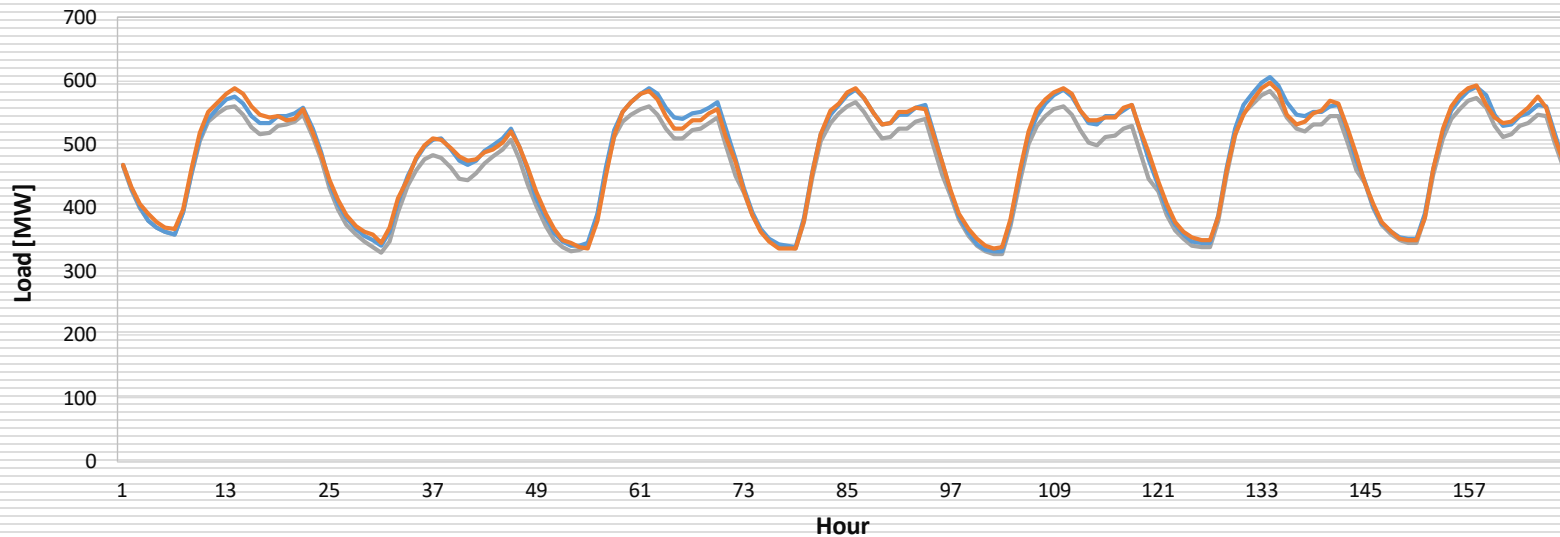
- Регресиони модели (The Bagged Regression Trees BRT)
- Метод на временски серии
- Невронски мрежи FNN
- Експертски системи
- Фази логика
- Статистички алгоритми на учење

*Rajmonda Bualoti, A. Lushi, A. Gjukaj: „THE IMPACT OF SMART METERING INFRASTRUCTURE ON LOAD FORECASTING OF KOSOVO DISTRIBUTION SYSTEM”, 8 Mako Cigre Conference, 2013



Пилот проект на Крит – тестирање и валидација краткорочна прогноза на потрошувачка 24 часа однапред

✓ Недела: 01 (сабота)- 07 (петок) август 2015



— Load Forecast With Temperature Forecasts — Load Forecast With Temperature Measurements — Load Measurements

➤ MAPE со прогноза на
температурата: **3.3%**
(MAPE - Mean absolute percentage error)

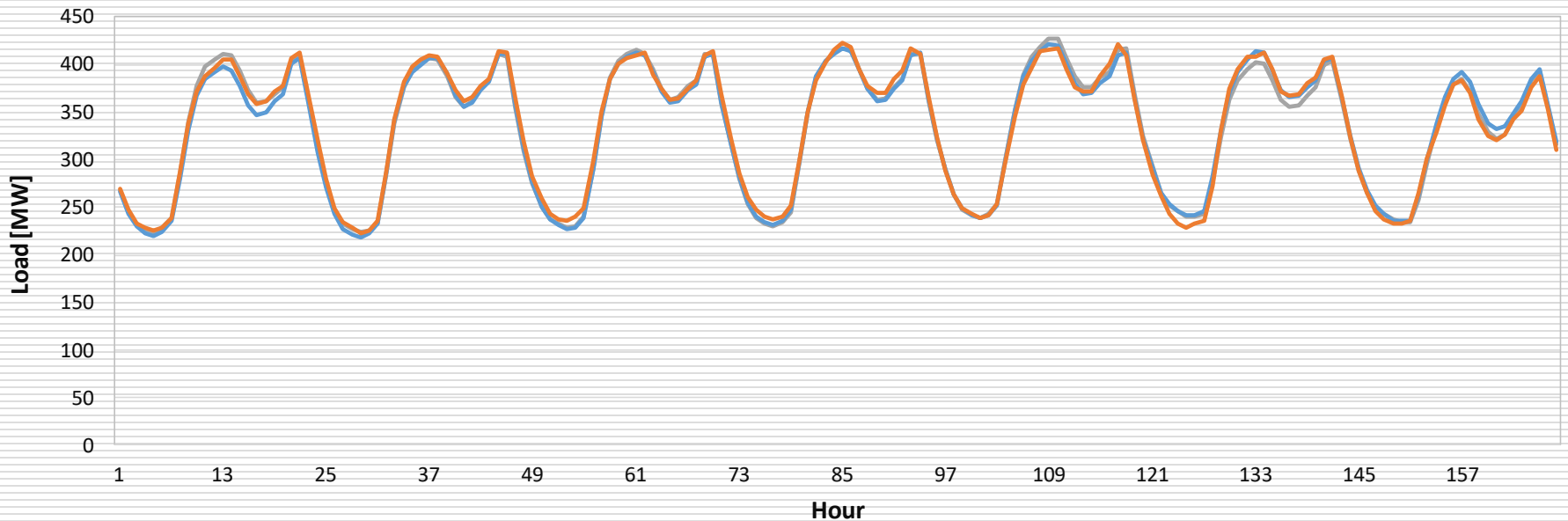
➤ MAPE со мерење на
температурата: **1.2%**
(MAPE - Mean absolute percentage error)





Пилот проект на Крит – тестирање и валидација Придонес на AUTH / STLF - 24 часа однапред

✓ Недела: 18 (понеделник) - 24 (недела) мај 2015



— Load Forecast With Temperature Forecasts — Load Forecast With Temperature Measurements — Load Measurements

➤ MAPE со прогноза на
температурата: **1.58%**

➤ MAPE со мерења на
температурата: **1.55%**



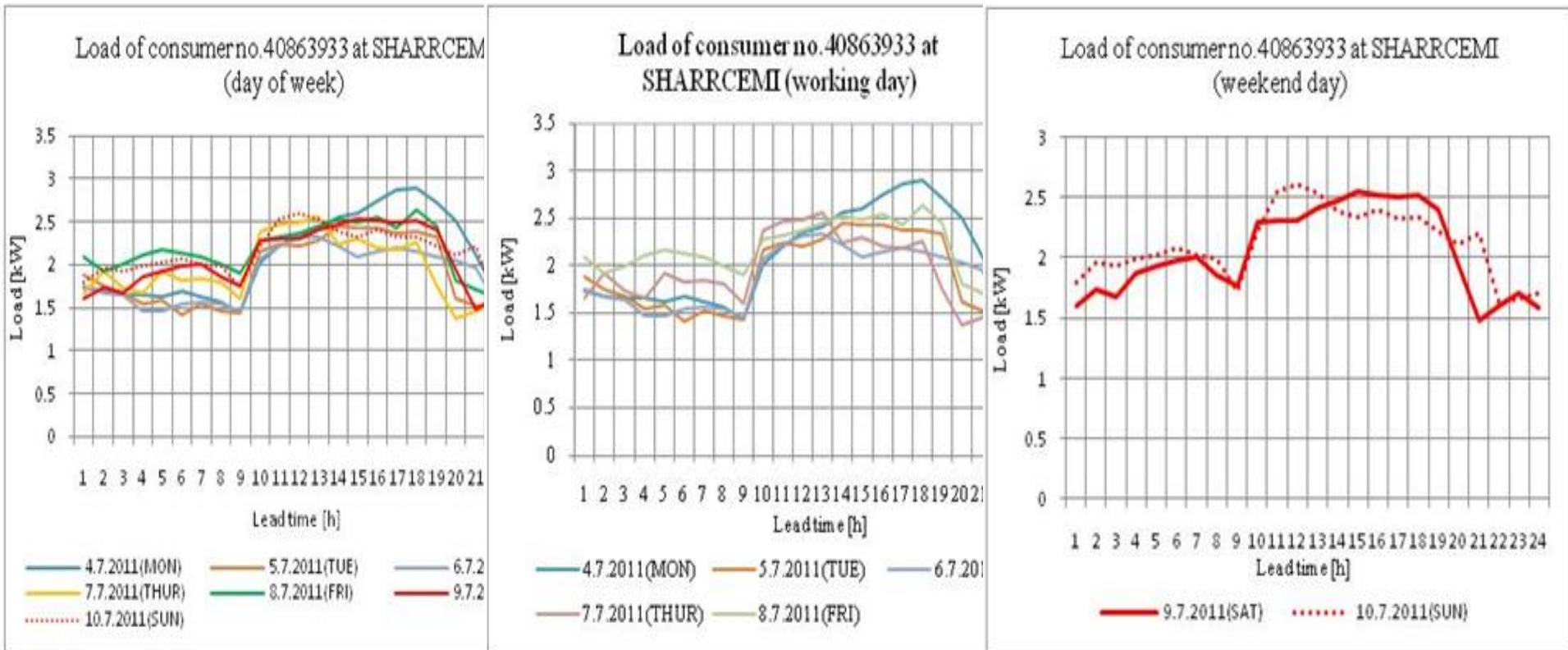


Влезни променливи

Календарски променливи	Климатски променливи	Променливи на оптоварување
час во денот	точка на кондензација	оптоварување од претходниот час
ден во неделата	влажност	оптоварување во истиот час од претходниот ден
сезона	брзина на ветер	оптоварување во истиот час од претходните два дена
ден во годината	облачност	оптоварување на утринскиот час од претходниот ден
одмор/викенд	температура на воздух без радијација и влажност	оптоварување од вечерниот час од претходниот ден
претходен ден на одмор		
ден/ноќ		
промена на мерење на времето		



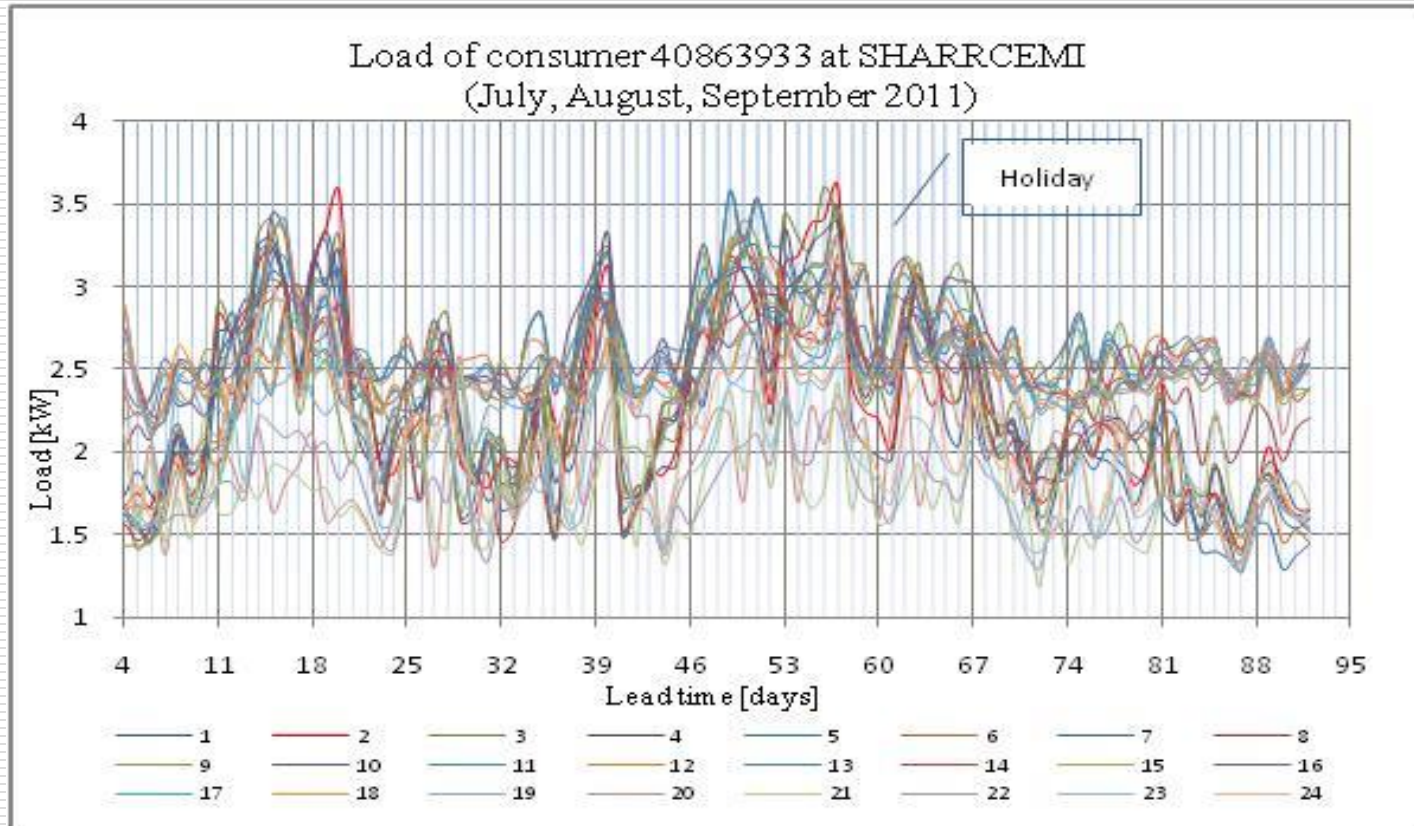
Оптоварување на потрошувачот бр. 40863933, SHARRCEMI за истите часови во јули, август и септември 2011, празник на 30 август 2011*



*Rajmonda Bualoti, A. Lushi, A. Gjukaj: „THE IMPACT OF SMART METERING INFRASTRUCTURE ON LOAD FORECASTING OF KOSOVO DISTRIBUTION SYSTEM”, 8 Mako Cigre Conference, 2013



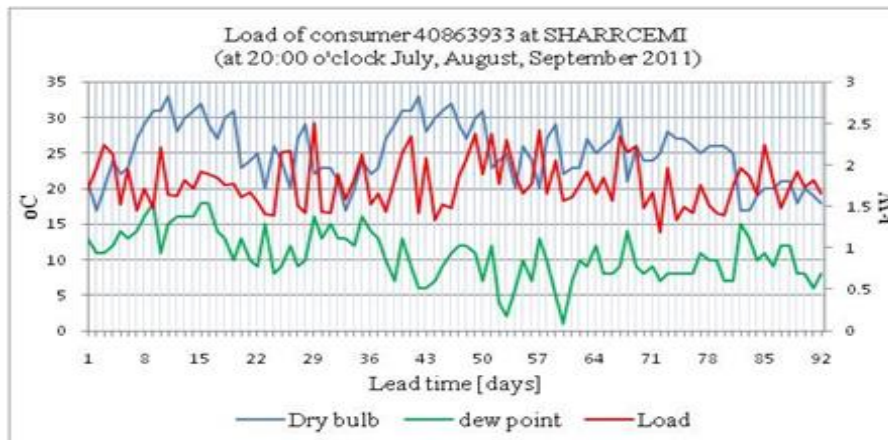
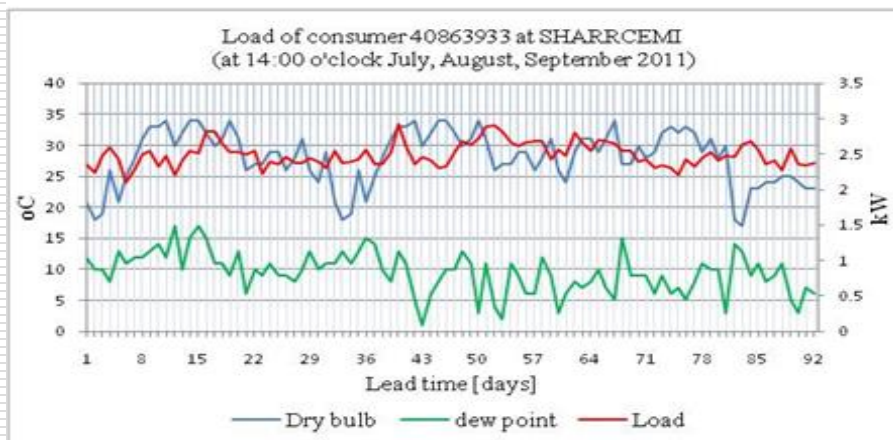
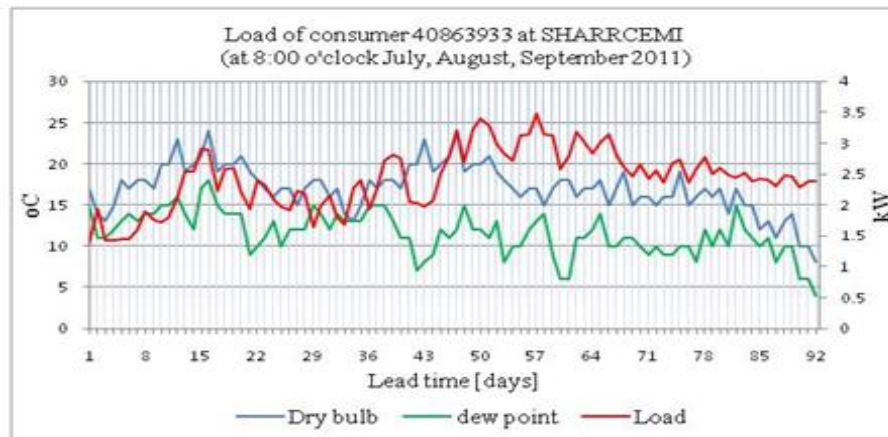
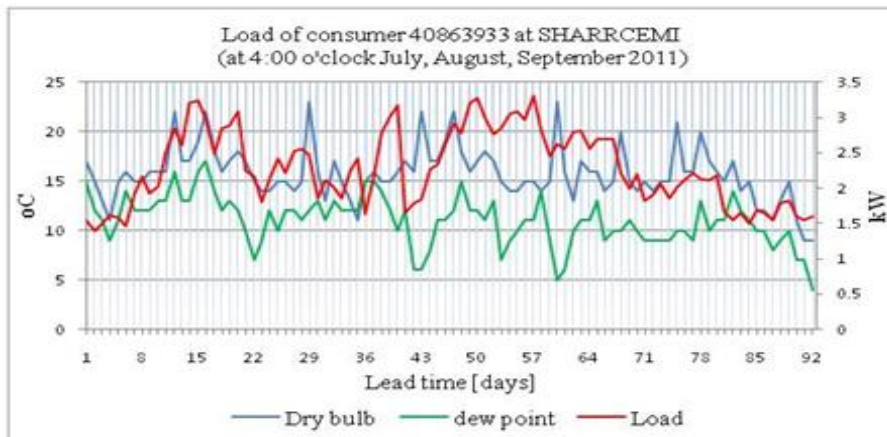
Оптоварување на потрошувачот бр. 40863933, SHARRCEMI за истите часови во јули, август и септември 2011, празник на 30 август 2011*



*Rajmonda Bualoti, A. Lushi, A. Gjukaj: „THE IMPACT OF SMART METERING INFRASTRUCTURE ON LOAD FORECASTING OF KOSOVO DISTRIBUTION SYSTEM”, 8 Mako Cigre Conference, 2013



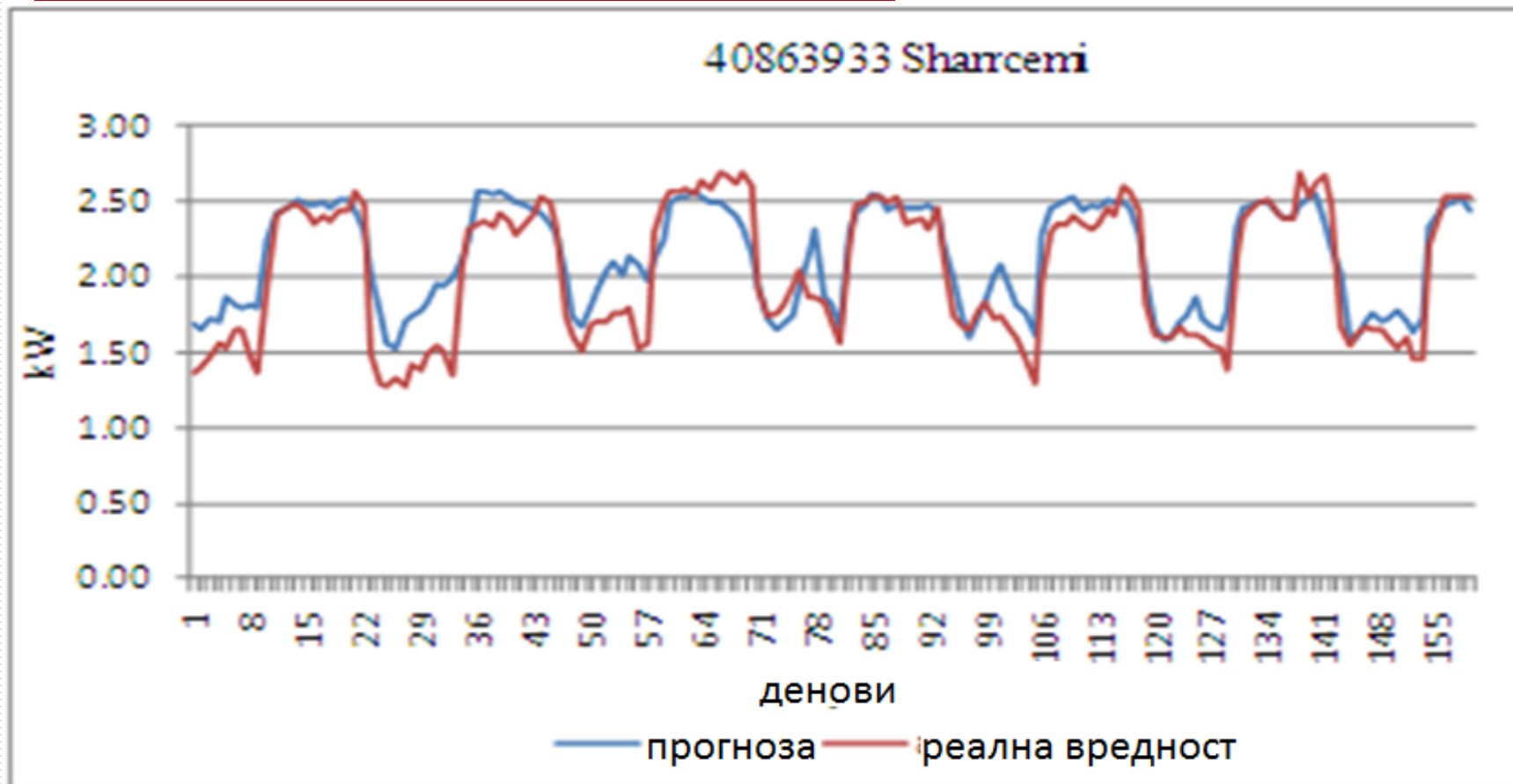
Оптоварување на потрошувачот бр. 40863933, SHARRCEMI и временски податоци за типични часови на оптоварување во јули, август и септември 2011*



*Rajmonda Bualoti, A. Lushi, A. Gjukaj: „THE IMPACT OF SMART METERING INFRASTRUCTURE ON LOAD FORECASTING OF KOSOVO DISTRIBUTION SYSTEM”, 8 Mako Cigre Conference, 2013



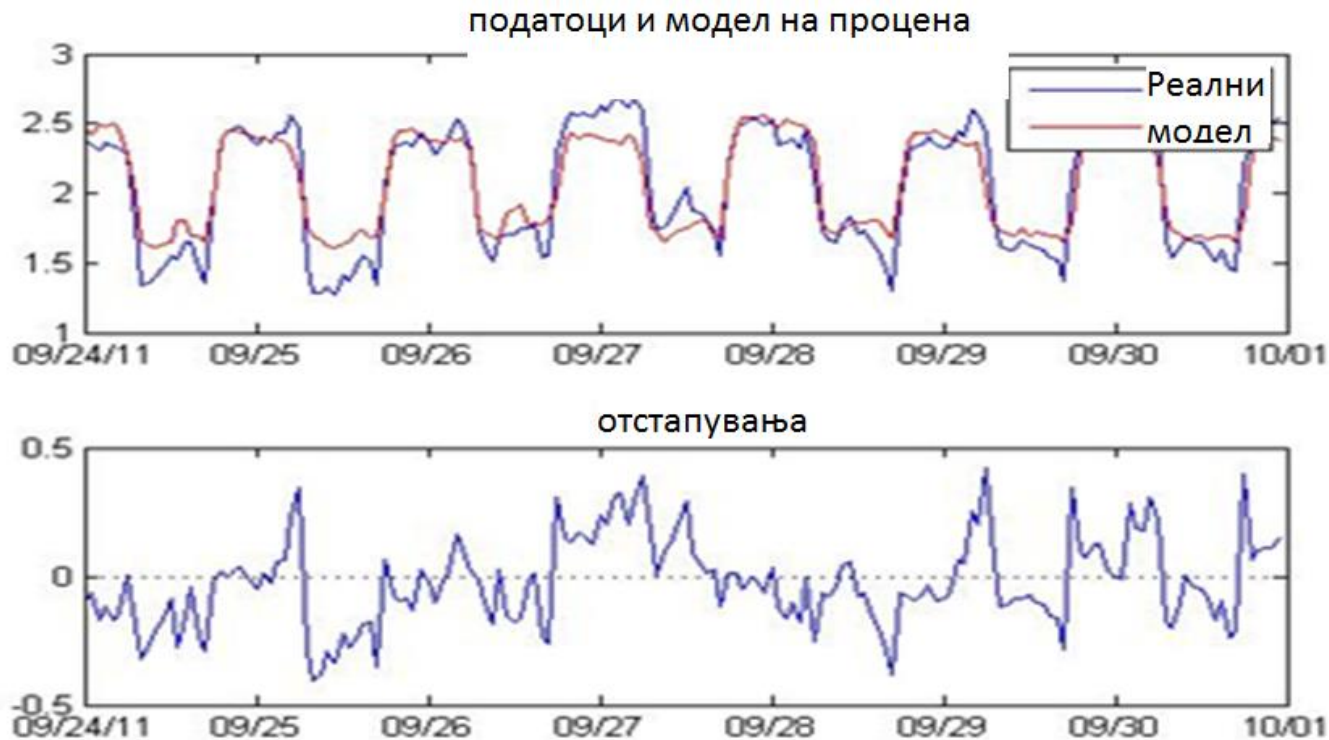
Процена на оптоварувањето со примена на FNN*



*Rajmonda Bualoti, A. Lushi, A. Gjukaj: „THE IMPACT OF SMART METERING INFRASTRUCTURE ON LOAD FORECASTING OF KOSOVO DISTRIBUTION SYSTEM”, 8 Mako Cigre Conference, 2013



Регресиона анализа BRT*

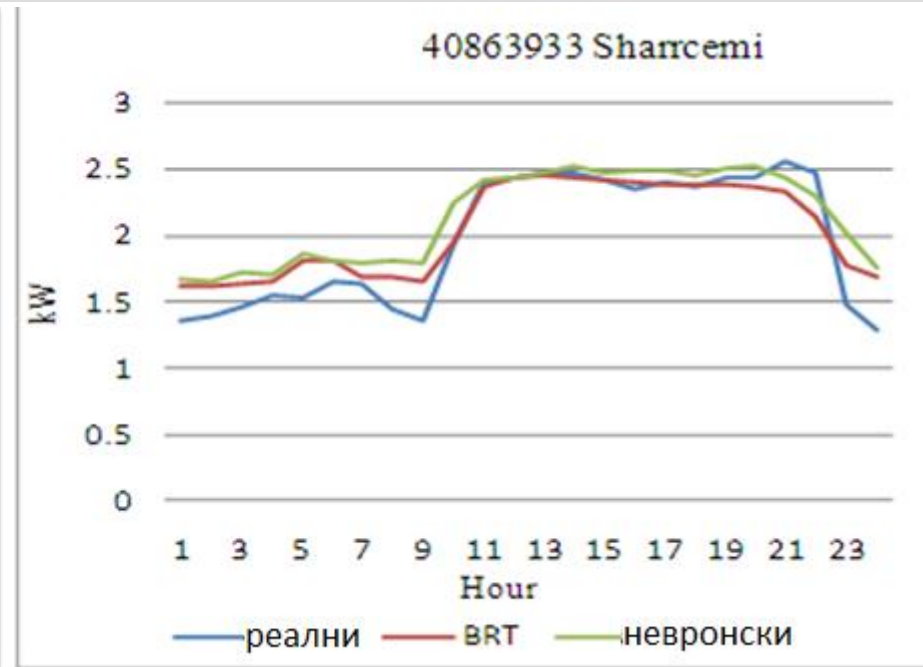
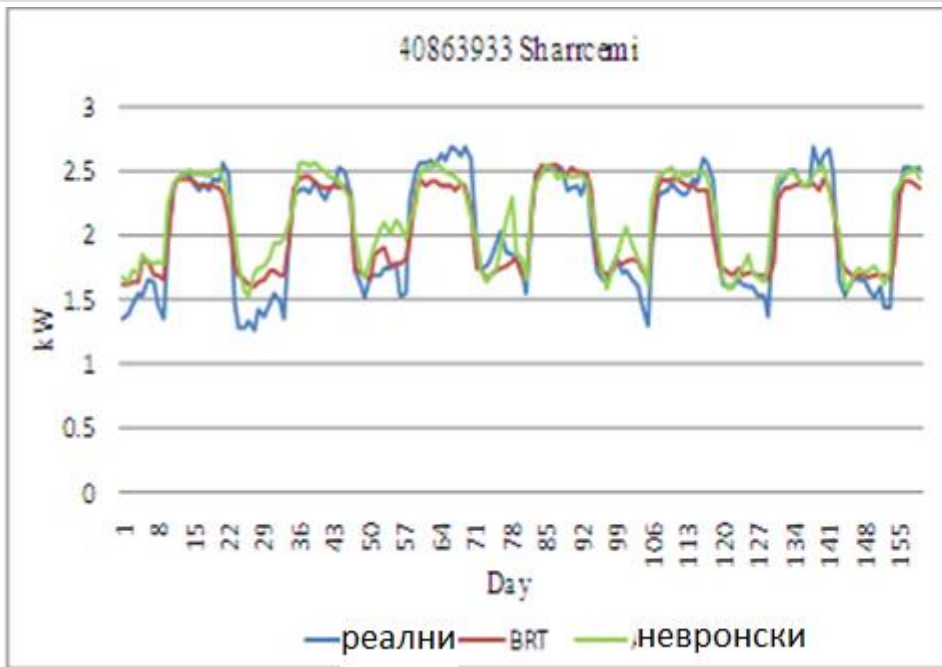


*Rajmonda Bualoti, A. Lushi, A. Gjukaj: „THE IMPACT OF SMART METERING INFRASTRUCTURE ON LOAD FORECASTING OF KOSOVO DISTRIBUTION SYSTEM”, 8 Mako Cigre Conference, 2013



Споредба на методите на невронски мрежи и регресиона анализа*

*Rajmonda Bualoti, A. Lushi, A. Gjukaj: „THE IMPACT OF SMART METERING INFRASTRUCTURE ON LOAD FORECASTING OF KOSOVO DISTRIBUTION SYSTEM”, 8 Mako Cigre Conference, 2013





Системи за мониторинг и контрола на потрошувачка на електрична енергија



Системи за мониторинг и контрола на потрошувачка на електрична енергија

- Примена на системи за енергетски менаџмент во домови:
 - HEMS (Home Energy Management System)
 - IHEMS (Intelligent Home Energy Management System)

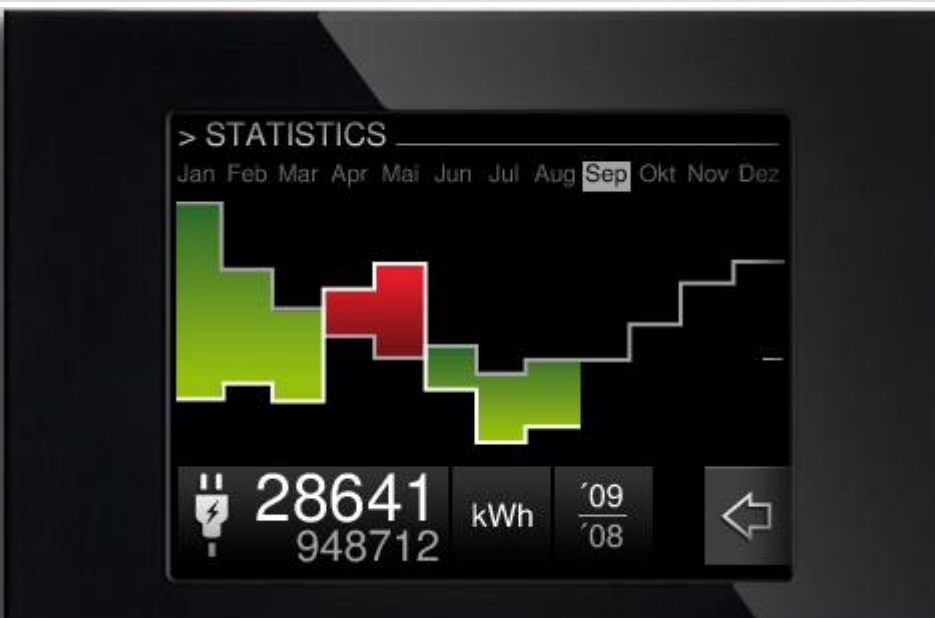


HEMS



Busch-EnergyControl

Energy management display for Busch-Jaeger Elektro GmbH, 2010





ENERGYDISPLAY > STATISTICS

Vergleichsintervall:

1/2010 gesamt:
19,04 kWh
4,46 €
Bis 5.1.:
0,16 kWh
0,04 €

Vorgabe:

2/2010 gesamt:
375,00 kWh
Bis 5.2.:
52,50 kWh

Bisher:

13,12 kWh
3,07 €

Strom Haushalt ▼

Intervall:

- Tag
- Woche
- Monat
- Jahr

Zurück



Start



EnergyDisplay



Verbrauchswerte



Solarwechselrichter



Wärmepumpe



Do 06.01.11 19:54

19,3 °C





Актуелност на проблематиката

HORIZON 2020 - Work Programme 2016 - 2017 'Secure, Clean and Efficient Energy'

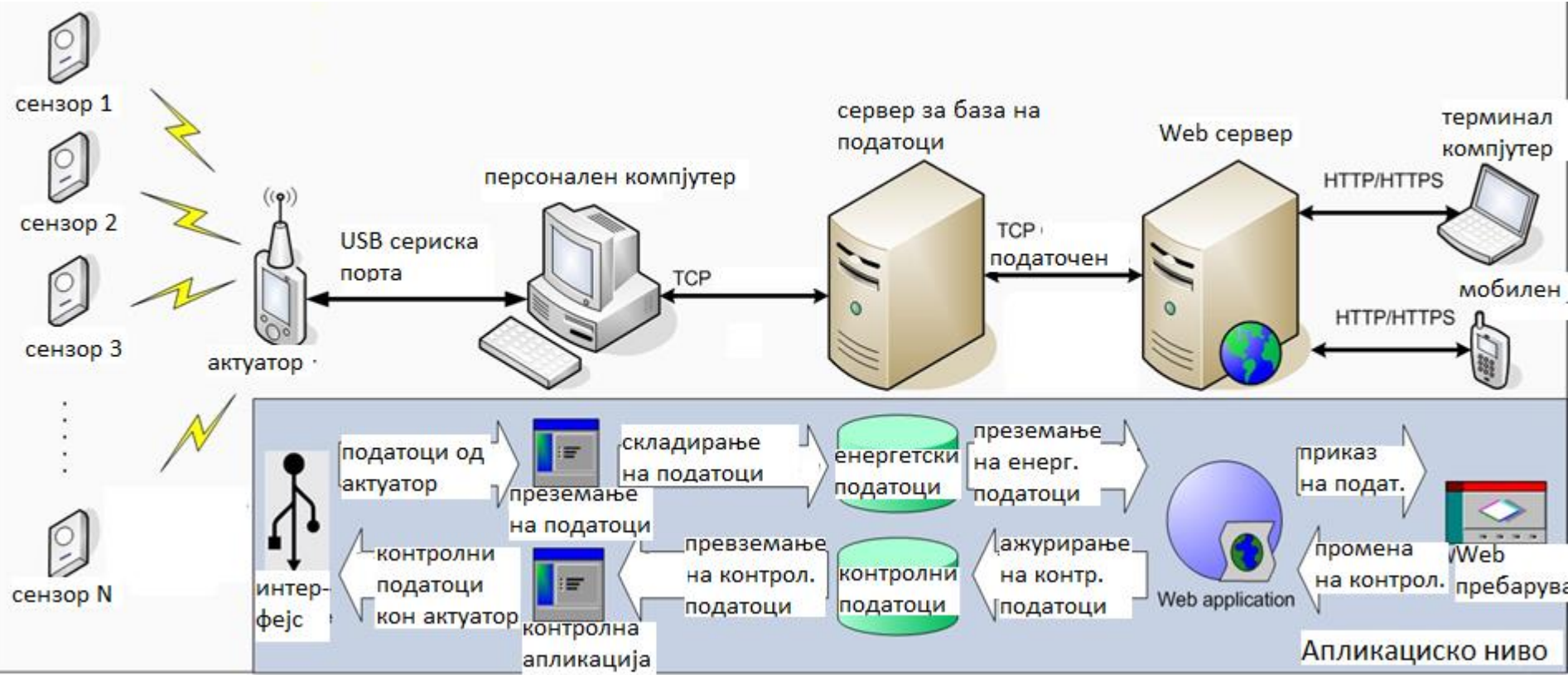
EE-07-2016-2017: Behavioural change toward energy efficiency through ICT

Specific Challenge: The objective is to demonstrate that ICT-based solutions can contribute to saving energy by motivating and supporting behavioural change of energy end-users.

The main challenges are (i) establishing cost-effectiveness, i.e. demonstrating that solutions allow a good return on investment through energy savings (ii) making energy usage data accessible to the consumer and to designated third parties (for application development or designing new business models around them) and (iii) demonstrating that energy savings can be achieved without compromising comfort levels.



Пример – HEMS*



***Veleva Sanja**, Davcev Danco, Kacarska Marija: "Wireless Smart Platform for Home Energy Management System", 2nd IEEE Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe 2011 (ISGT-EUROPE 2011), Manchester, United Kingdom, December 5 – 7, 2011



Функционалности

Дизајнирањето на IHEMS се базира на следните цели:

- Да ги исполнува основните барања за следење и далечинска контрола на потрошувачката на електрична енергија на уредите во домаќинствата.
- Да овозможи контрола на приклучници преку кои се напојуваат:
 - повеќекратни приклучници (преку т.н. продолжен кабел) на кои се приклучуваат повеќе уреди во исто време, и
 - разни уреди кои се приклучуваат (според произволен редослед) на иста приклучница.



Функционалности

- Да бидат дизајнирани и имплементирани алгоритми за податочно рударење за извлекување на сознанија од собраните податоци, и тоа:
 - идентификација на приклучените уреди во реално време,
 - идентификација на однесувањето (навиките) на станарите со оглед на потрошувачката на електрична енергија, која е потребна за подигање на свеста за потрошувачката,
 - идентификација на уреди кои се приклучени во исто време во повеќекратна приклучница која се напојува од иста сензорска приклучница,
 - идентификација на потрошувачка на електрична енергија на уредите кои се наоѓаат во режим на мирување,
 - идентификација на некорисна потрошувачка на електрична енергија на уредите,
 - идентификација на вредности на напонот на напојување кои не се во дозволените граници.

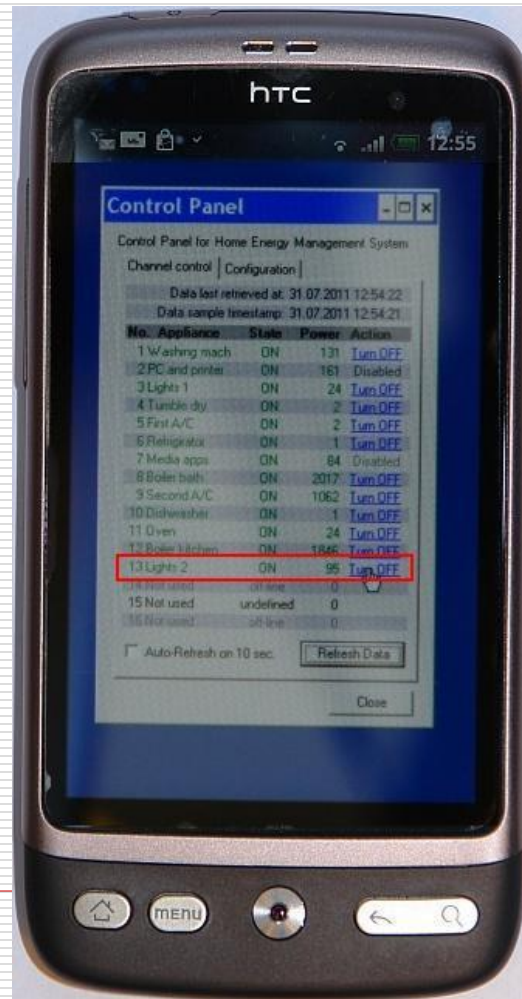


Функционалности

- Да управува со множество од контролни процедури создадени со примена на генератор на правила кој преку едноставен и флексибилен интерфејс му овозможува пристап на корисникот до системот.
- Дизајнот на контролните правила ќе се базира на критериуми кои произлегуваат од податоците за потрошувачката, режимот на работа (вклучен, исклучен, мирување) и работните циклуси на уредите, потребите и навиките за потрошувачка на електрична енергија на крајните корисници, и постоечките тарифни ставови (ниска и висока тарифа) во зависност од времето на потрошувачката на електрична енергија.
- Да овозможи контрола на сигурносно работење на приклучените уреди која ќе се базира на извлекување на сознанија за критични вредности на параметрите кои се надгледуваат.



Контрола на вклученост на уредите преку интелигентни телефони





Експериментална поставка

- Бидејќи повеќекратната приклучница може да напојува конечен број на уреди, бројот на можни комбинации на работните состојби (приклученост) на уредите може да биде голем, но тој број е сепак конечен. На пример, требаше да се генерираат 64 кластери за потребите на експериментална поставка која се состои од 6 уреди за домаќинство кои се приклучуваат на повеќекратна приклучница.



Повеќекратна
приклучница

ТВ



DVD снимач



DVD репродукција



сателитски приемник

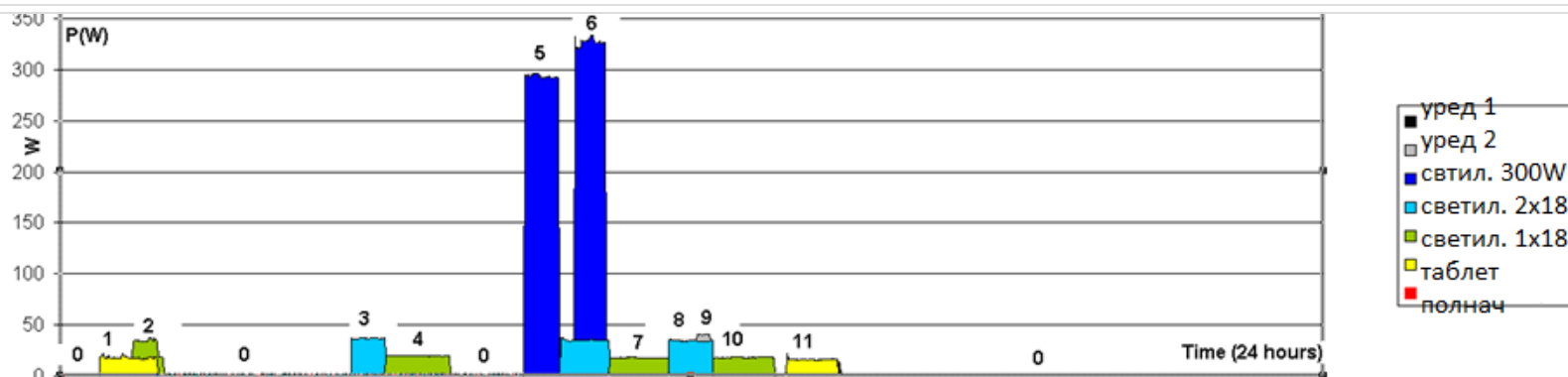
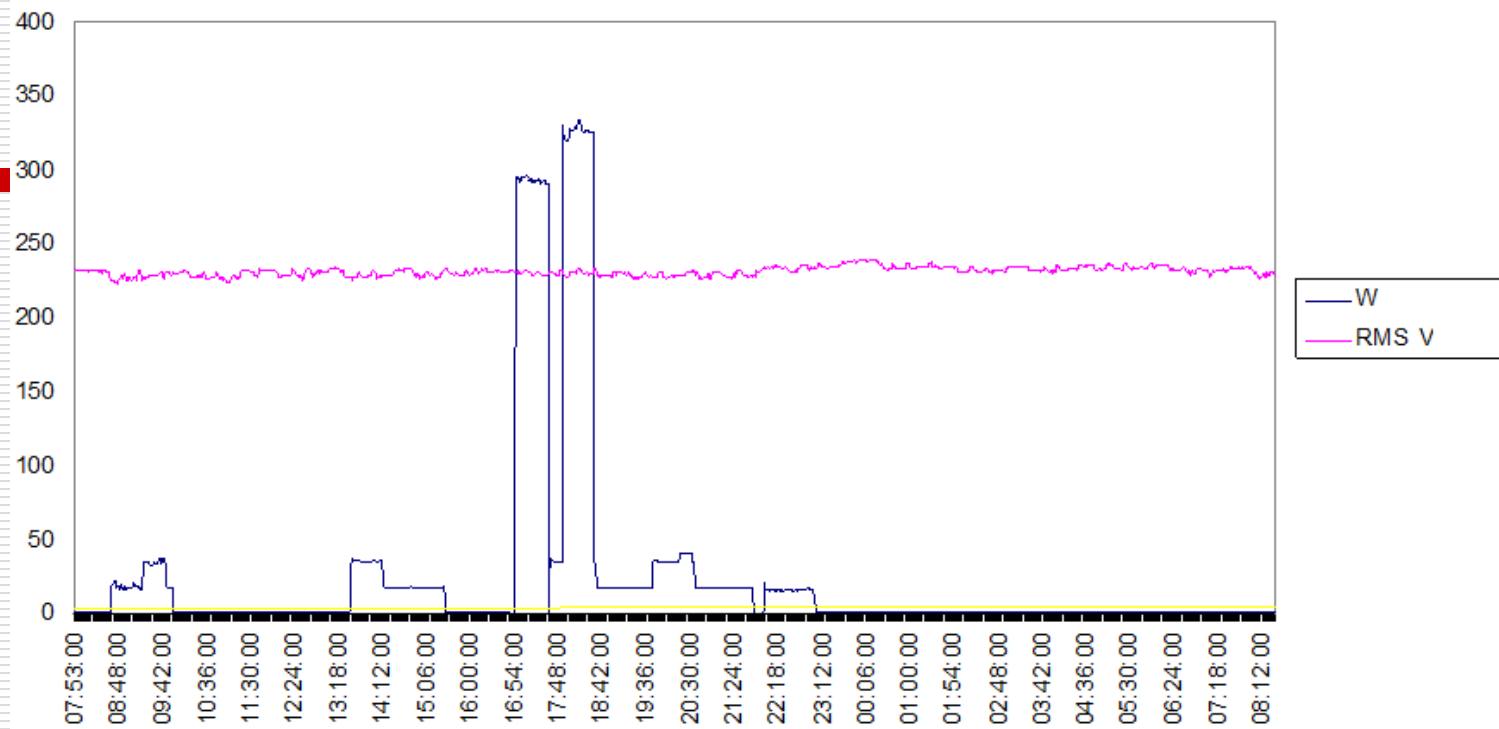


тјунер



засилувач







Нивоа на контрола на работните состојби на уредите во домаќинството

1-во ниво одлука на корисник (уред)	2-ро ниво одлука на корисник (сензор)	3-то ниво Наредба од HEMS	Работна состојба на уредот
Вклучен	Вклучен	Вклучен	Работи
Вклучен	Вклучен	Исклучен	Не работи
Вклучен	Исклучен	/	Не работи
Исклучен – тривијален	/	/	Не работи



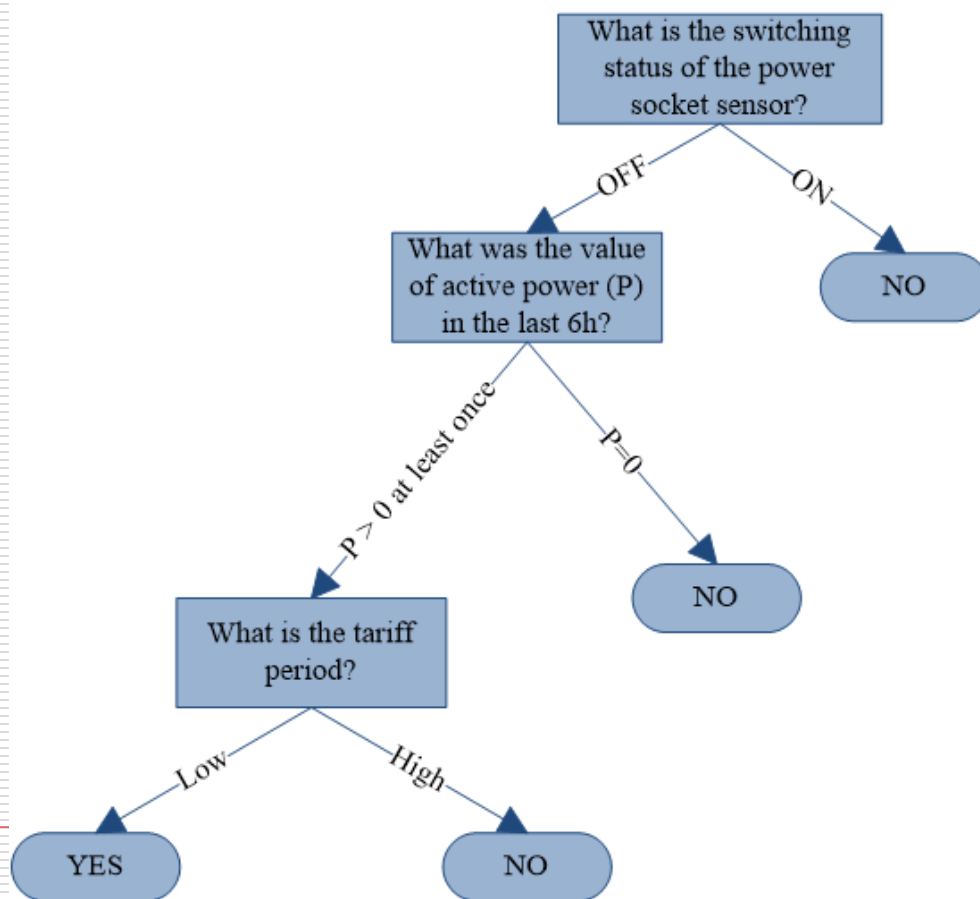
Интелигентна контрола

- Потребата прецизно да се одреди работната состојба на уредите е важна за да може да се постигнат следните цели:
 - да се избегне нарушување на удобноста на корисникот. Имено, корисниците не сакаат нарушување на нивната удобност, како што е на пример ако HEMS автоматски го исклучи ТВ спротивно од желбите на корисникот,
 - да се исклучат уредите кои непотребно трошат електрична енергија, како на пример, состојба кога ТВ приемникот е намерно исклучен од корисникот, а сателитскиот приемник е сèуште вклучен, па според тоа тој непотребно троши електрична енергија.
 - да се информира корисникот кои уреди не се користат, но се вклучени: на пример ако ТВ приемникот е вклучен, а аудио засилувачот е исклучен, тогаш сензорската приклучница (на која е приклучена повеќекратната приклучница) не смее да биде исклучена.
 - соработка меѓу HEMS и крајниот корисник: на пример, ако уредите се вклучени во период кој не е вообичаен според навиките на домаќинството (на пример доцна навечер или во период на работно време), тогаш системот треба да испрати предупредување и ако корисникот не реагира на предупредувањето, тогаш сензорот треба да биде исклучен.



Дрво на одлучување за вклучување на машина за перење

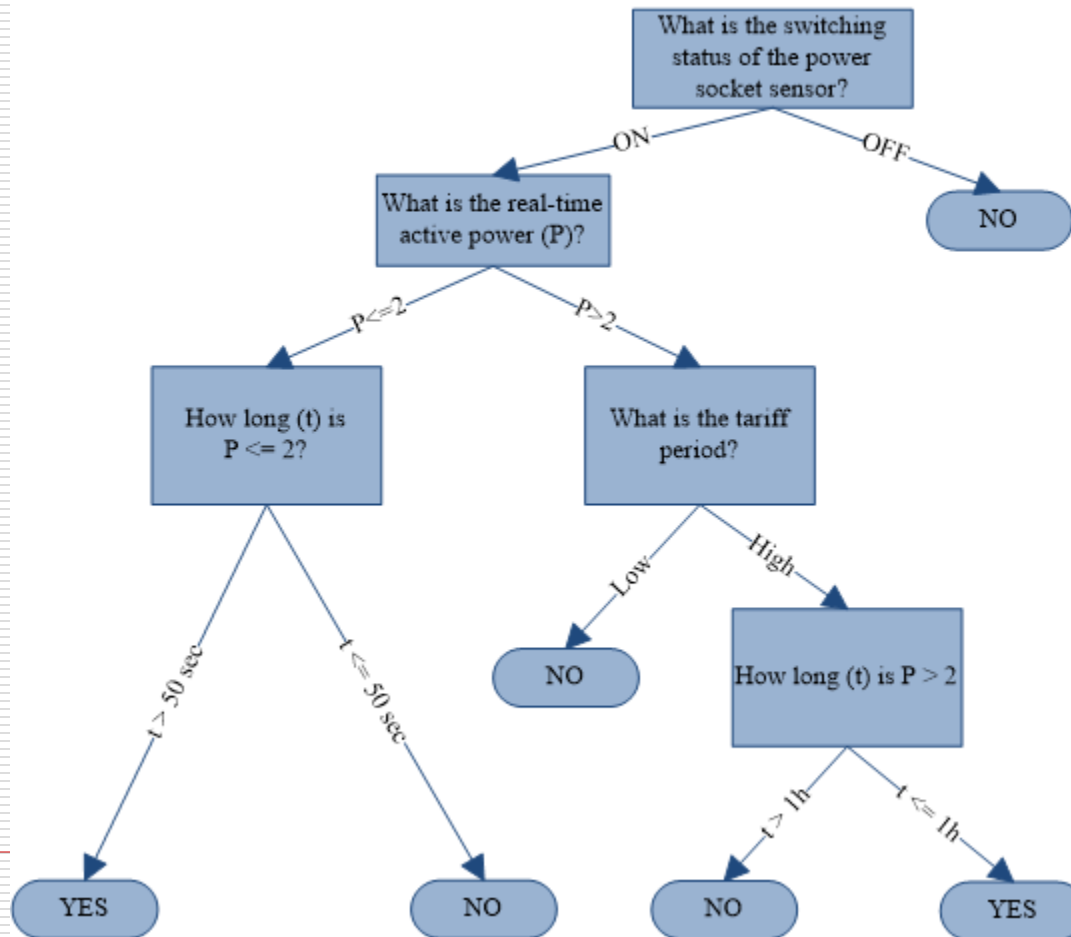
Дали сензорската приклучница треба да се вклучи





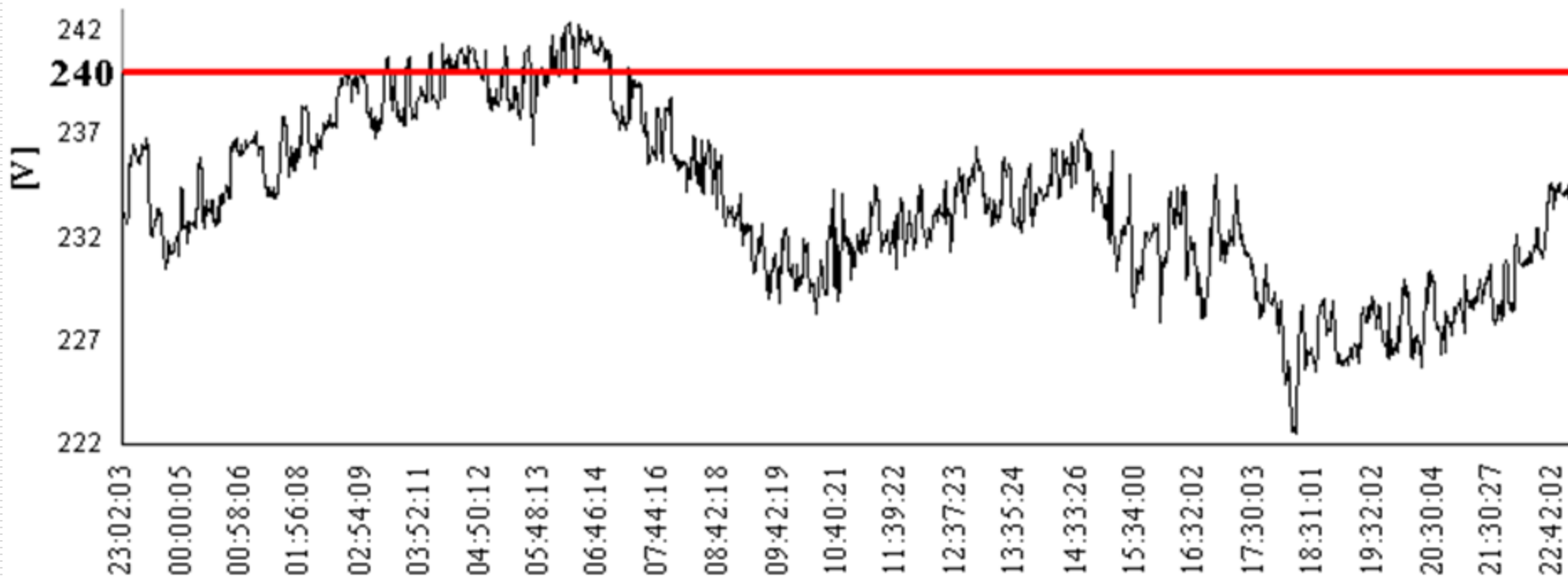
Дрво на одлучување за исклучување на машина за перење

Дали сензорската прклучница треба да се исклучи





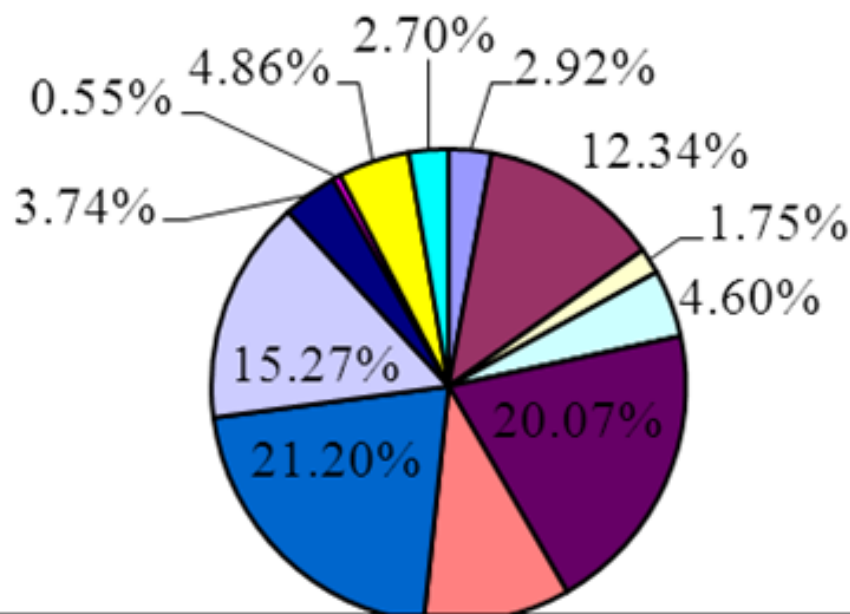
Флуктуација на напонот која е забележана во нисконапонската мрежа





Процентуално учество на разгледуваните уреди за домаќинство во вкупната потрошувачка на електрична енергија

Разгледуван случај на потрошувачка на уреди во домаќинства

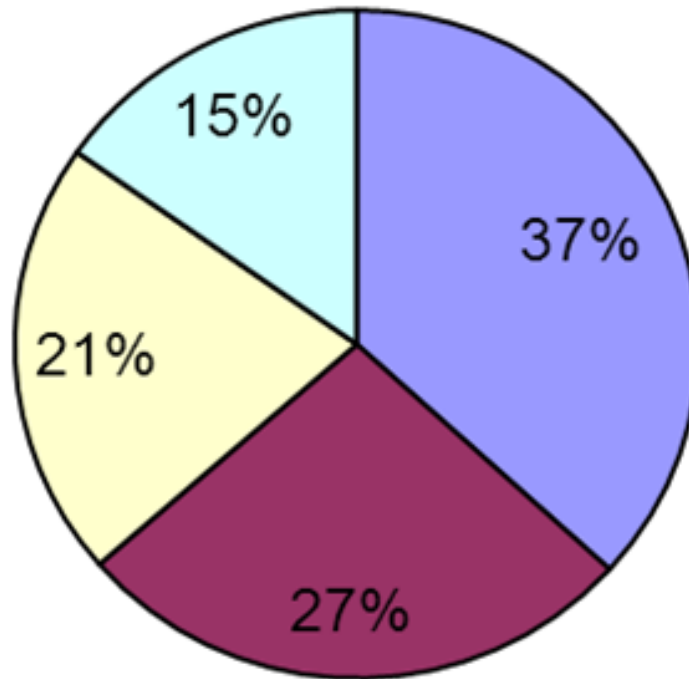


- | | | |
|------------------|-------------------|------------------|
| Машина за перење | Персон. компјутер | Подвижни уреди |
| Клима 1 | Фрижидер | ТВ и забава |
| Бојлер купатило | Клима 2 | Машина за садови |
| Печка | Бојлер кујна | Осветлување |



Процентуално учество на одделните ставки кои ја формираат сметката за потрошена електрична енергија за неконтролирана потрошувачка

Разгледуван пример - сметка за потрошена електрична енергија без контрола на потрошувачката на уредите

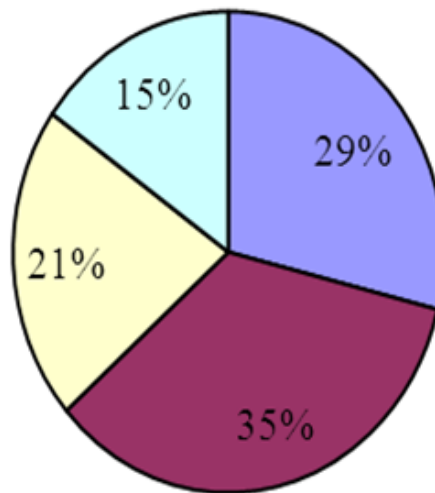


■ Висока тарифа ■ Ниска тарифа ■ 33.33% за P ■ ДДВ (18%)



Процентуално учество на одделните ставки кои ја формираат сметката за потрошена електрична енергија за контролирана потрошувачка

Разгледуван пример - сметка за потрошена електрична енергија при контрола на потрошувачката на уредите (тарифи и мерки за енергетска ефикасност)



■ Висока тарифа ■ Ниска тарифа ■ 33.33 % за P ■ ДДВ (18%)



Резултати

- Резултатите за разгледуваниот пример покажуваат охрабрувачки 10 % заштеди на електрична енергија ако потрошувачката на уредите се контролира, а во исто време и 18 % заштеда во сметката за електрична енергија.
- Високиот процент на заштеди во сметката на електрична енергија произлегува од кумулативниот ефект на заштеда на електрична енергија и префрлувањето на потрошувачката од периодот на високи тарифни ставови во периодот на ниски тарифни ставови, со соодветно учество на ДДВ.
- Се разбира, процентот на заштеди на електрична енергија зависи од бројот и типот на избраните уреди, нивото на ефикасност со оглед на означувањето со етикети за енергетска ефикасност, потрошувачко однесување (дисциплина) на крајните корисници итн.