



Izračun ključnih kazalnikov za oceno stanja energetske učinkovitosti

dr. Boris Sučić
Institut "Jožef Stefan"
Center za energetske učinkovitost
Jamova c. 39, 1000 Ljubljana
Tel: 01/ 5885 299
boris.sucic@ijs.si



innoveas
The power of energy audits



Institut "Jožef Stefan"
Center za energetske učinkovitost



Vsebina

- Kazalniki energetske učinkovitosti
- Izračun ključnih energetskih in okoljskih kazalnikov
- Računska naloga
- Primeri iz prakse
- Zaključek

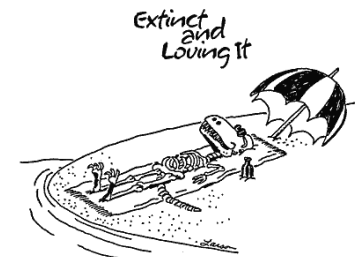


Aktivno gospodarjenje z energijo



innoveas
The power of energy audits

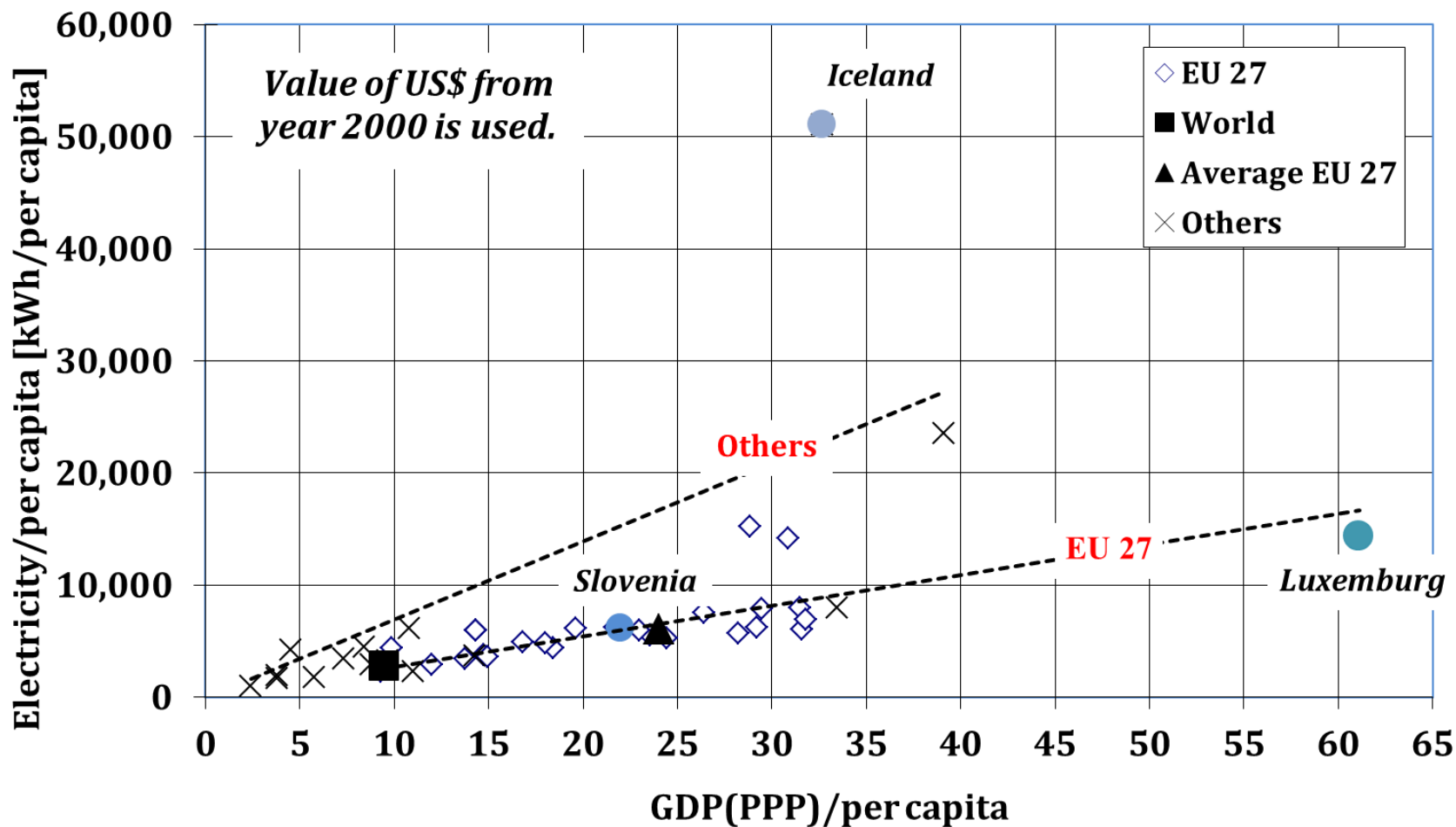
- Spremembe vedenja in razmišljanja - kultura URE in OVE
- Potrebno je razumeti aktivnost na lokaciji ter določiti karakteristične energetske kazalnike
- Kazalniki morajo biti **SMART** - *Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound*
- Nujno za vsak projekt energetske učinkovitosti, ker omogoča:
 - Vrednotenje stopnje učinkovitosti rabe energije
 - Natančno določanje učinkov ukrepov na področju rabe energije
 - Identifikacijo možnih prihrankov in znižanja porabe energije
 - Možnost uporabe OVE



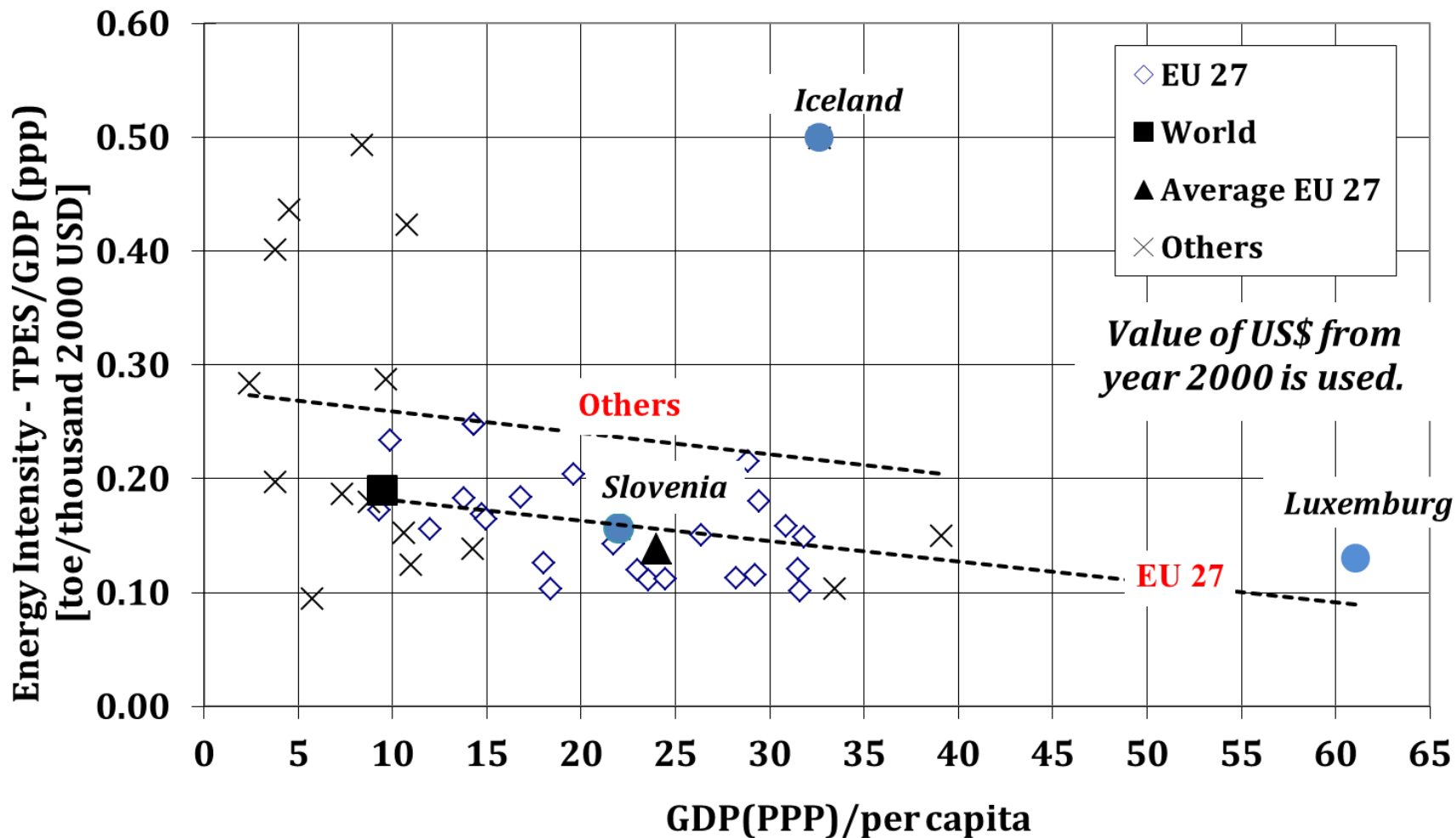
Kazalniki energetske učinkovitosti

- **Energetski kazalniki niso samo številke!**
- Obravnava in pravilno razumevanje energetskih kazalnikov zahteva kompleksna znanja in mora upoštevati naslednje nacionalne posebnosti:
 - tehnične,
 - ekonomske,
 - politične,
 - geografske,
 - družbene.
- Npr. ko primerjamo Slovenijo in Avstrijo ne smemo primerjati samo števil, temveč moramo upoštevati tudi lokalne značilnosti (kontekst)!

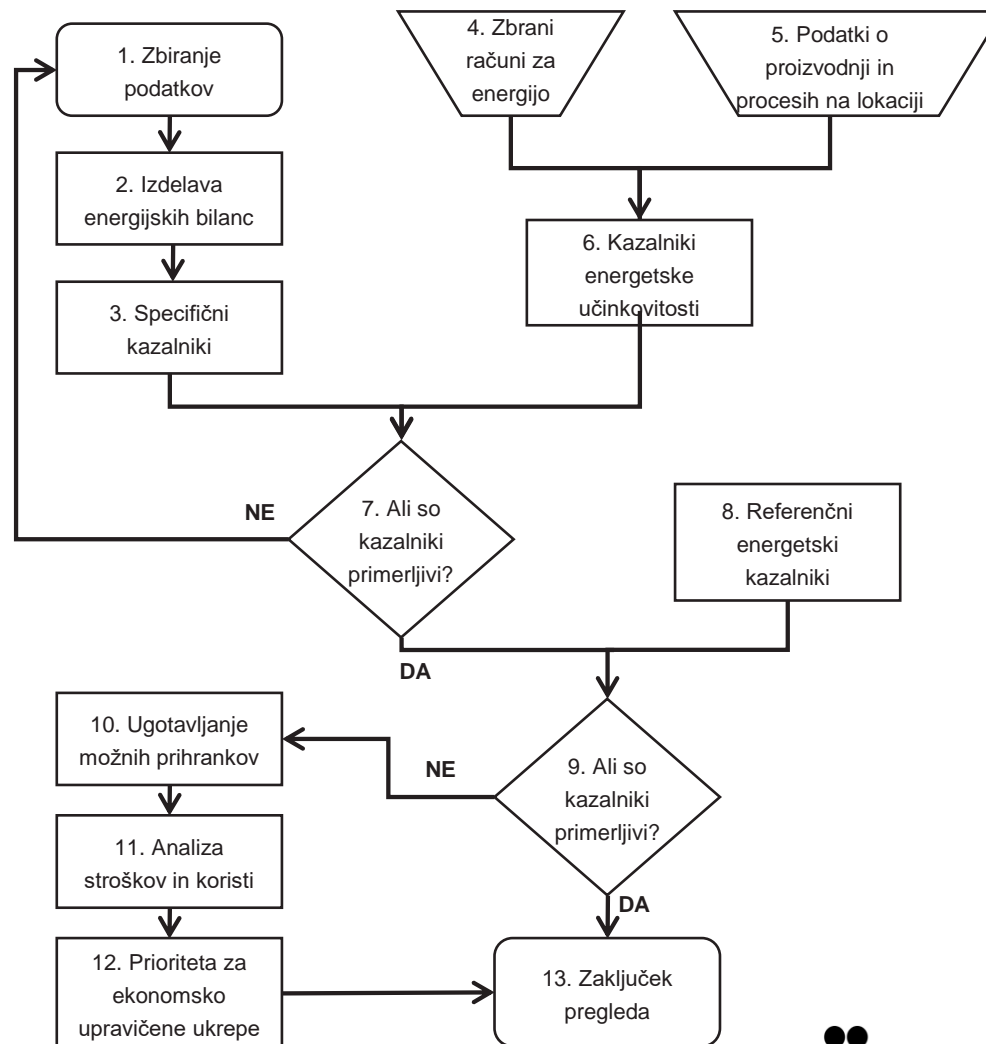
Kazalniki energetske učinkovitosti (2)



Kazalniki energetske učinkovitosti (3)



Določanje kazalnikov učinkovitosti



Izračun ključnih energetskih in okoljskih kazalnikov

■ Energetski kazalniki:

■ Splošna raba:

- EnK1 = raba energije / aktivnost na lokaciji [kWh / št. zaposlenih]
- EnK2 = raba energije / aktivnost na lokaciji [kWh / št. prip. obrokov]
- EnK3 = raba energije / aktivnost na lokaciji [kWh / št. izdanih naročil]
- EnK4 = raba energije / aktivnost na lokaciji [kWh / št. izdelkov]

■ Ogrevanje:

- EnK01 = raba energija za ogrevanje / skupna površina ogrevanih prostorov [kWh / m²]
- EnK02 = raba energija za ogrevanje / skupna prostornina ogrevanih prostorov [kWh / m³]
- Če želimo porabo energije primerjati po letih ali lokacijah moramo uporabljati temperaturni primanjkljaj
- EnK03 = raba energija za ogrevanje / skupna prostornina ogrevanih prostorov [kWh / m³]

■ Površina / Prostornina?  Prostornina!!

Izračun ključnih energetske in okoljskih kazalnikov (2)

■ Okoljski kazalniki:

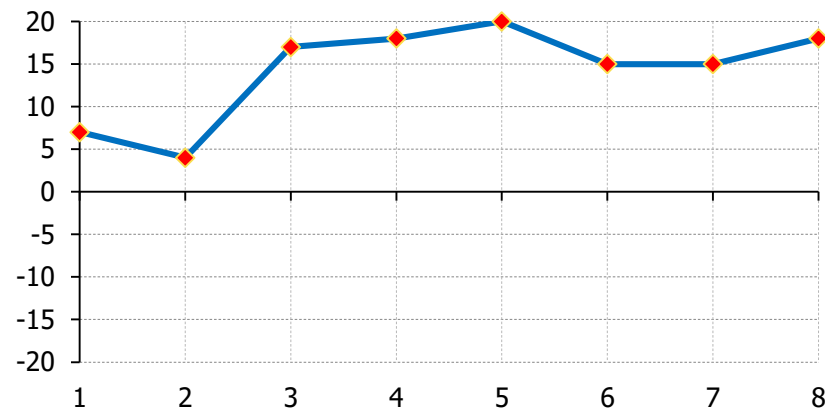
■ Direktne emisije (raba energentov):

- OK1 = direktne emisije CO₂ / aktivnost na lokaciji [t CO₂ / št. zaposlenih]
- OK2 = direktne emisije CO₂ / aktivnost na lokaciji [t CO₂ / št. pripravljenih obrokov]
- OK3 = direktne emisije CO₂ / aktivnost na lokaciji [t CO₂ / št. izdanih naročil]
- OK4 = direktne emisije CO₂ / aktivnost na lokaciji [t CO₂ / št. ali količina izdelkov]
- OK5 = direktne emisije CO₂ / skupna površina ogrevanih prostorov [t CO₂ / m²]
- OK6 = direktne emisije CO₂ / skupna prostornina ogrevanih prostorov [t CO₂ / m³]
- Če želimo emisije primerjati po letih ali lokacijah moramo uporabljati temperaturni primanjkljaj

Analiza podatkov in ciljno spremljanje rabe energije in vode

- Obstaja več različnih metod!
- CUSUM -> Kumulativna vsota razlik

	Pričakovana poraba	Dejanska poraba	Razlika	CUSUM
1	442	449	7	7
2	341	338	-3	4
3	261	274	13	17
4	136	137	1	18
5	81	83	2	20
6	120	115	-5	15
7	120	120	0	15
8	220	223	3	18



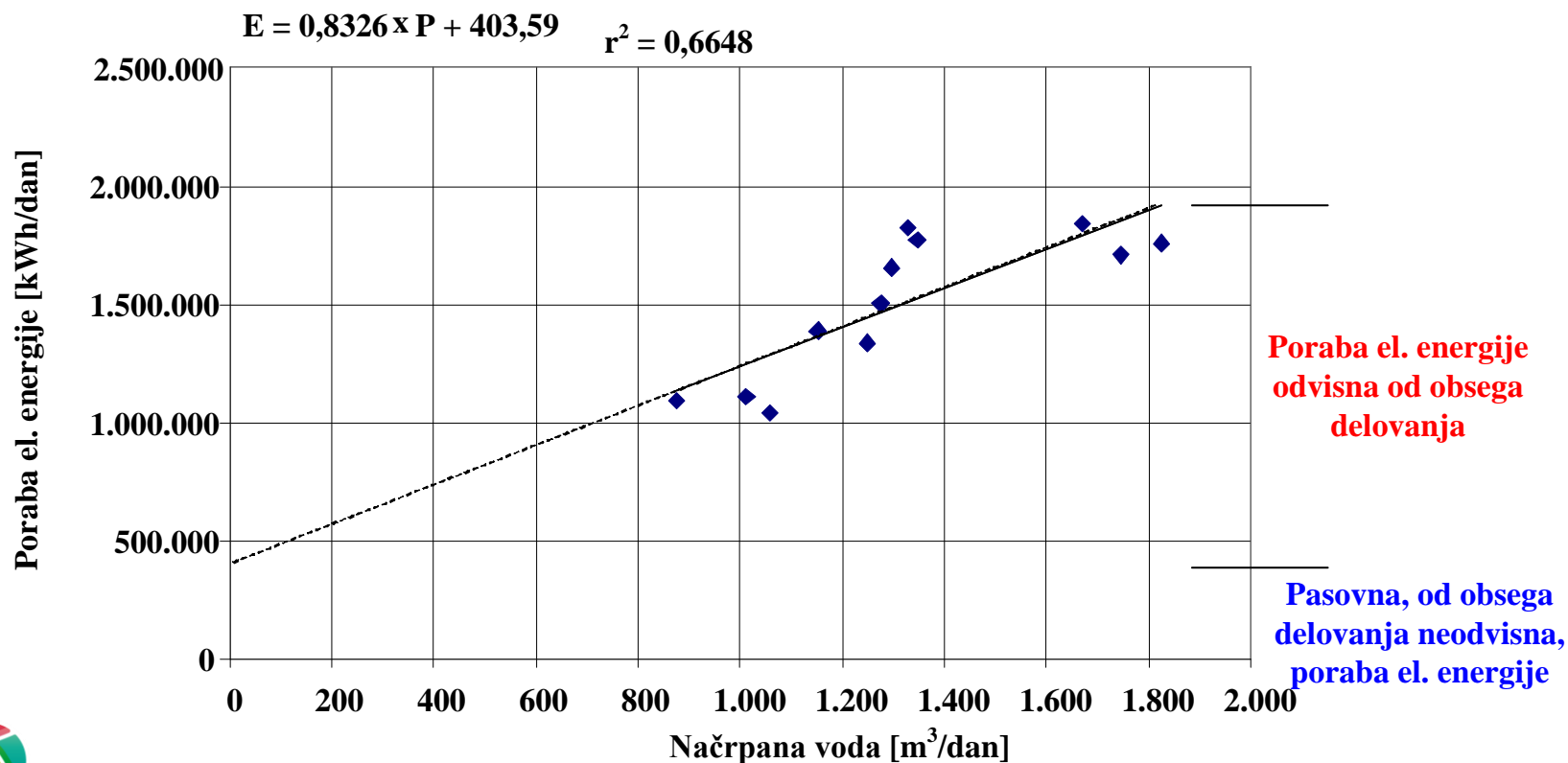
Vsaka sprememba naklona premice pomeni spremembo v sistemu, ki vpliva na energetska učinkovitost.

Omogoča natančno vrednotenje prihrankov.

Analiza podatkov in ciljno spremljanje rabe energije in vode (2)

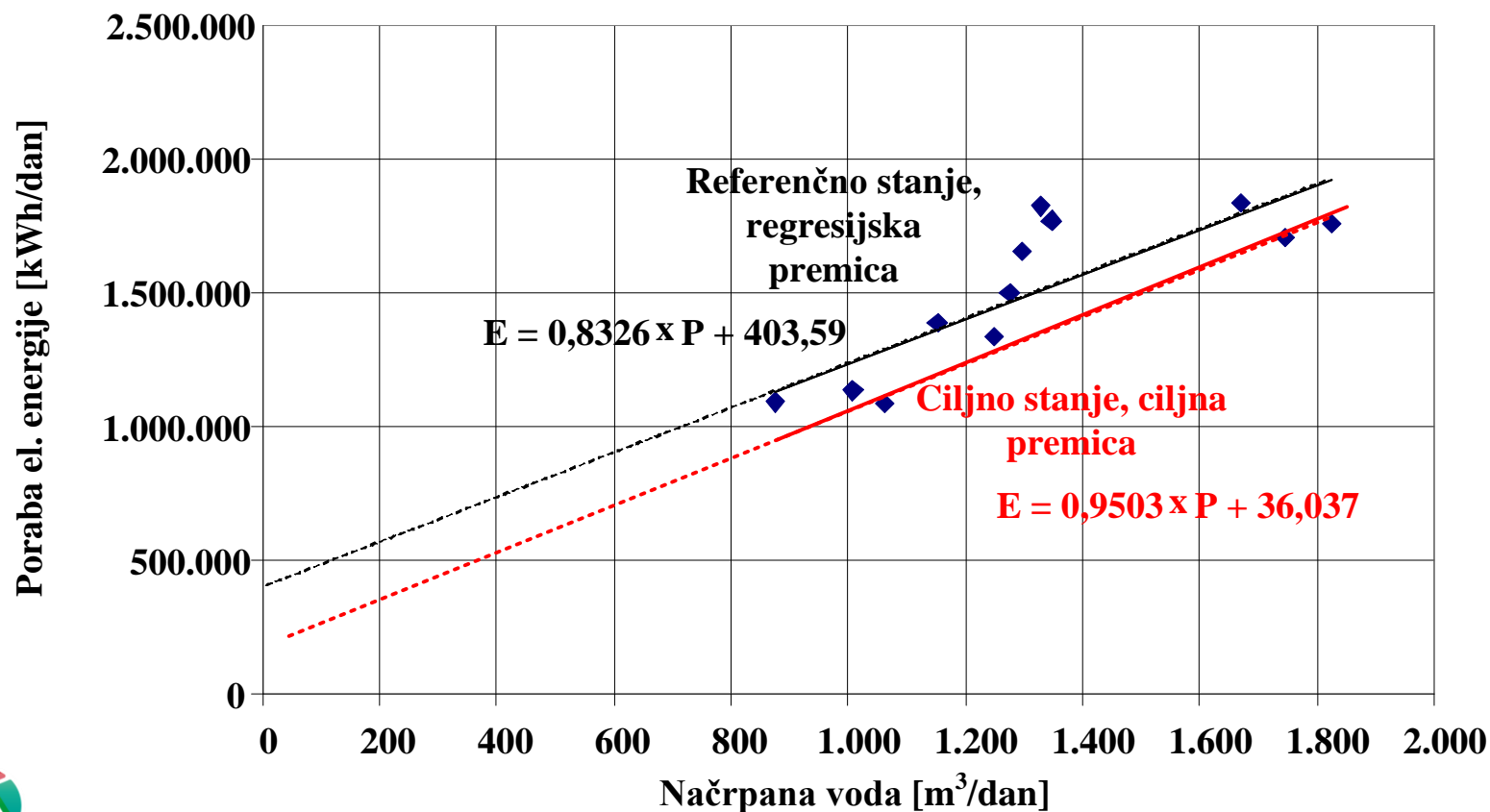
■ Regresijska analiza

M&T diagram (regresijska analiza)



Analiza podatkov in ciljno spremljanje rabe energije in vode (3)

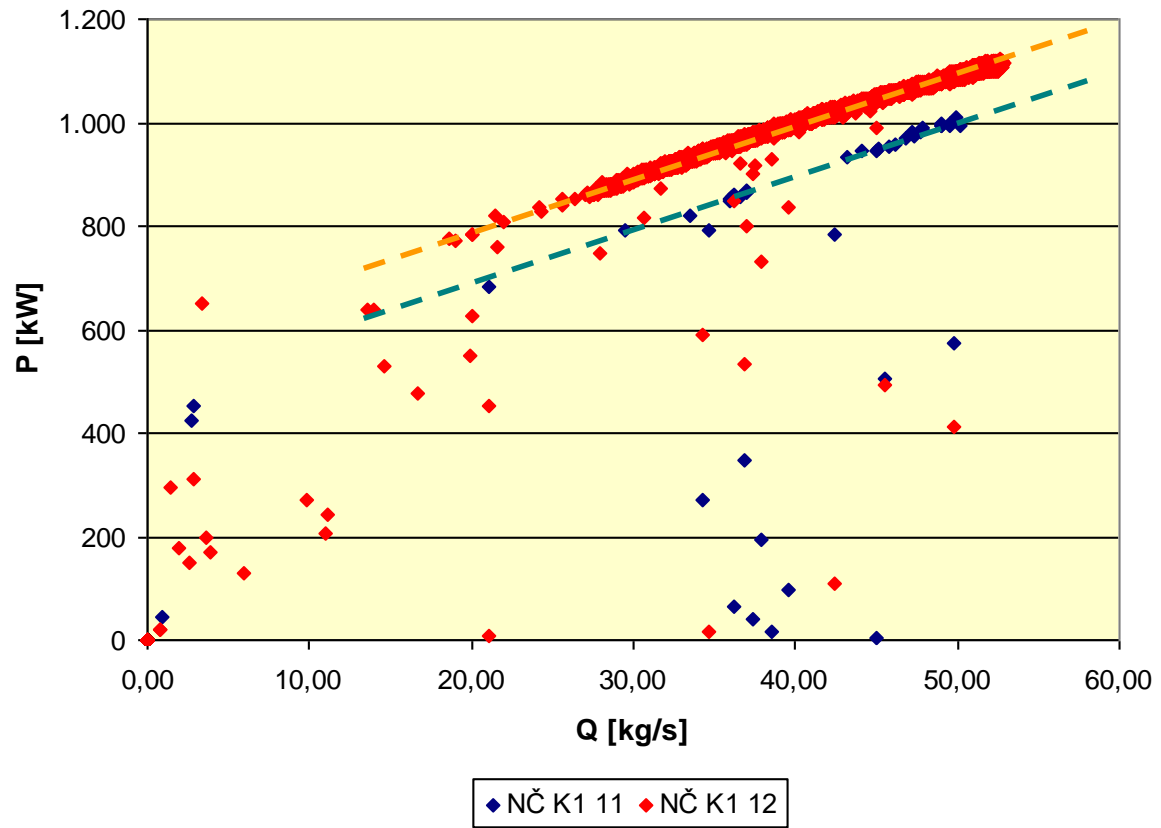
■ Regresijska analiza



Analiza podatkov in ciljno spremljanje rabe energije in vode (4)

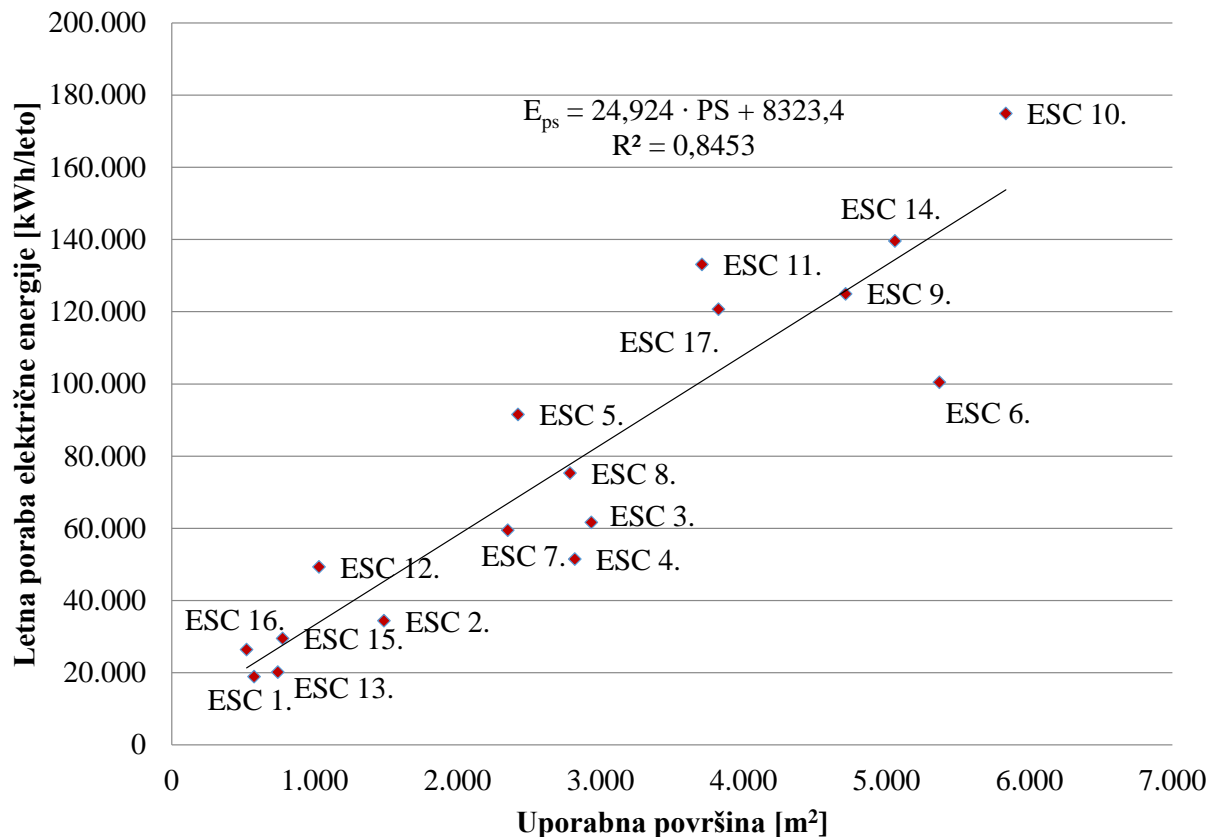
■ Regresijska analiza

Diagram odvisnosti odjema električne energije elektromotorja črpalke od pretoka



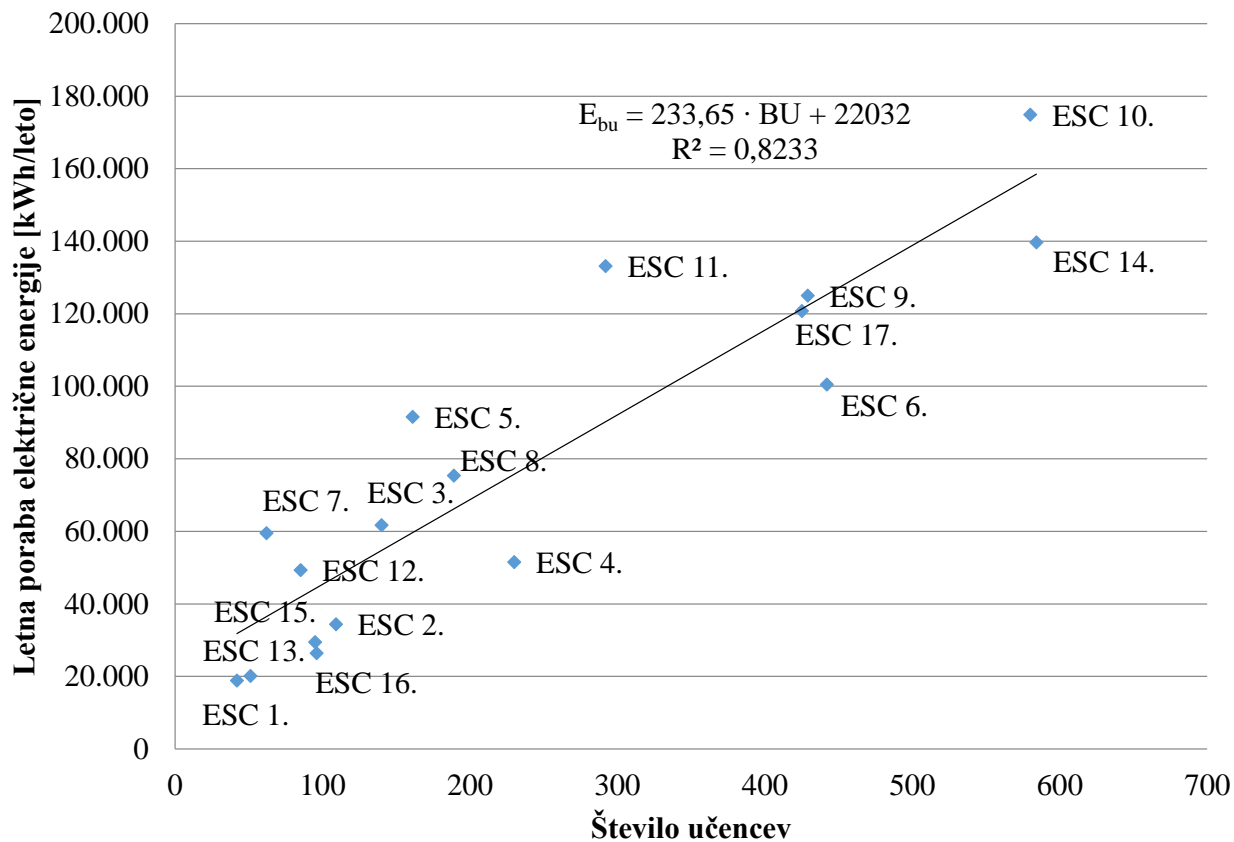
Analiza podatkov in ciljno spremljanje rabe energije in vode (5)

■ Regresijska analiza



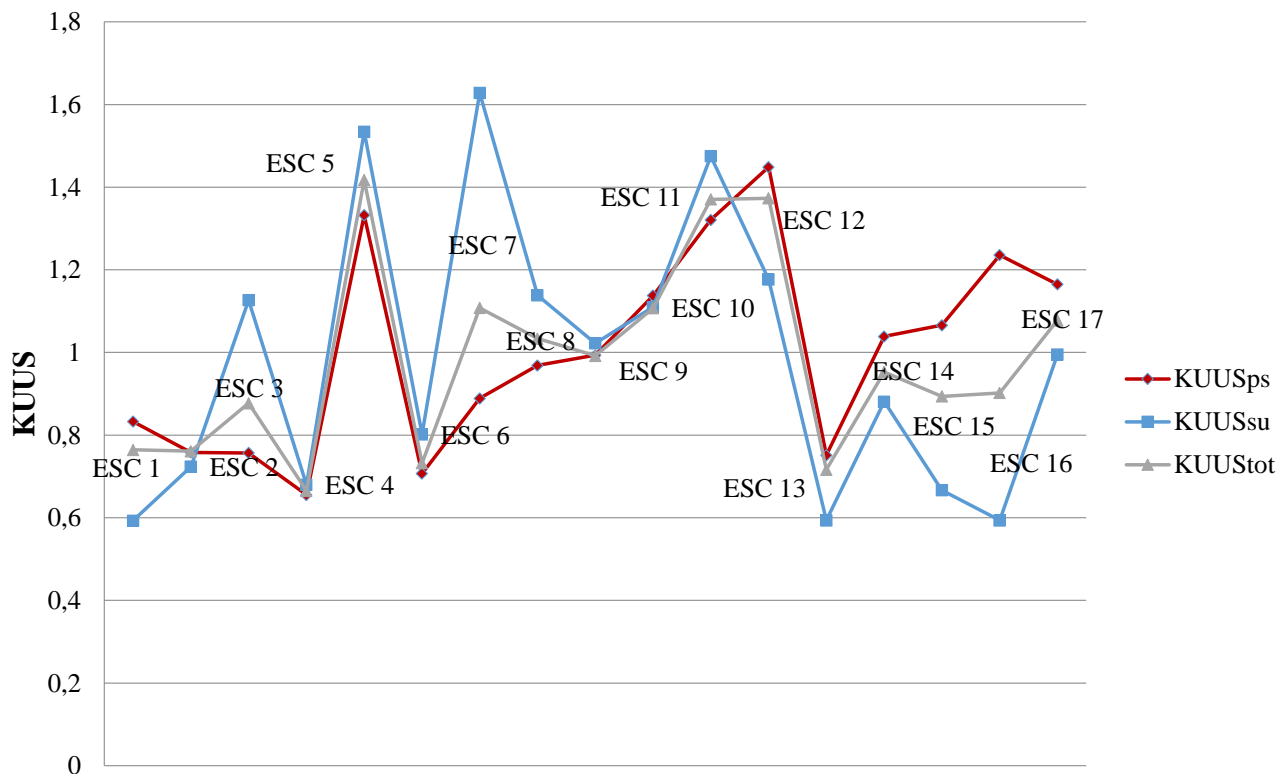
Analiza podatkov in ciljno spremljanje rabe energije in vode (6)

■ Regresijska analiza



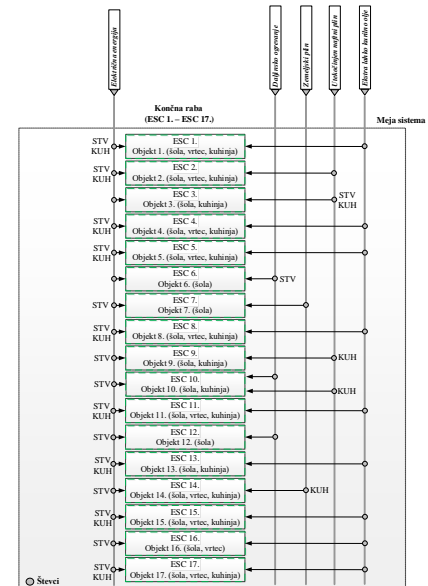
Analiza podatkov in ciljno spremljanje rabe energije in vode (7)

■ Uporaba kazalnika KUUS



Analiza podatkov in ciljno spremljanje rabe energije in vode (8)

- Struktura energetskega stroškovnega centra
- Možno je tudi kombinirati različne metode, npr. regresijsko analizo, KUUS, strukturo stroškovnih centrov, metodo ovijanja podatkov (angl. *data envelopment analysis*), različne večkriterijske metode, itn.



Kako preprečiti presenečenja (električna energija)?



innoveas
The power of energy audits

- Ugašajte luči in opremo kadar jih ne rabite
- Določite člana osebja, ki bo odgovoren za preverjanje pravilne nastavitve razsvetljave tekom dneva
- Luči v nezasedenih območjih je potrebno izklopiti, vendar upoštevajte posledice zdravstvenih in varnostnih zahtev, zlasti na hodnikih in stopniščih
- Imejte čista okna, strešna okna in svetila, zamenjajte stara, zatemnjena ali utripajoča svetila
- Ohranjajte kontrolne naprave v brezhibnem stanju, tako da so časovniki pravilno nastavljeni ter senzorji gibanja (prisotnosti) čisti



Kako preprečiti presenečenja (električna energija)? (2)



innoveas
The power of energy audits

- Spodbujajte zaposlene, da poročajo o vprašanih vzdrževanja
- Vedno poskrbite za izkoriščanje čim več dnevne svetlobe
- Prostor naravno prezračiti z odpiranjem oken ponoči in zgodaj zjutraj, čez dan je potrebno uporabljati senčila, ugašati luči in naprave, ki niso potrebne, nastaviti primerno notranjo temperaturo, ki sme biti največ 8 °C nižja od zunanje temperature
- Ne pustite, da ogrevanje in hlajenje deluje hkrati
- Opremo, ki oddaja toploto, postavite v ločen prostor z naravnim prezračevanjem





Računska naloga

- Pravni subjekt (menza) aktivno izvaja programe energetske učinkovitosti. Za kuhanje in ogrevanje prostorov uporabljajo zemeljski plin Pripravljajo pet glavnih jedi. Spodaj so navedeni podatki iz referenčnega leta ter podatki iz primerjalnega leta.

	Referenčno leto	Primerjalno leto (dejansko stanje)
– Jed A [kos]	250.000	300.000
– Jed B [kos]	450.000	250.000
– Jed C [kos]	350.000	450.000
– Jed D [kos]	350.000	550.000
– Jed E [kos]	280.000	440.000
■ Zemeljski plin (kWh)	11.600.000	11.800.000
■ Skupni kazalnik [kWh/kos]	7	6





Računska naloga (2)

- Dodatni podatki:
- Analiza je pokazala, da je poraba zemeljskega plina v času referenčne ogrevalne sezone bila 2.750.000 kWh (temperaturni primanjkljaj 2.810) in, da je poraba na posamezno jed kot je razvidno iz tabele (referenčno leto):

kWh/kos

■ $EnK_{\text{Jed A}}$	6
■ $EnK_{\text{Jed B}}$	7
■ $EnK_{\text{Jed C}}$	2
■ $EnK_{\text{Jed D}}$	6
■ $EnK_{\text{Jed E}}$	5

- Poraba zemeljskega plina za ogrevanje v primerjalnem letu je znašala 2.210.000 kWh. Temperaturni primanjkljaj je v primerjalnem letu znašal 2.450!





Računska naloga (3)

- Izračunajte:
- Letni prihranek zemeljskega plina.
- Vprašanje: Ali je poslovni subjekt v primerjalnem letu uspel znižati porabo zemeljskega plina za 5% v primerjavi z referenčnim letom?





Računska naloga (4)

- Rešitev:
- $$E_{ref} = EnK_{Jed A} \times Jed A_{ref} + EnK_{Jed B} \times Jed B_{ref} + EnK_{Jed C} \times Jed C_{ref} +$$
$$+ EnK_{Jed D} \times Jed D_{ref} + EnK_{Jed E} \times Jed E_{ref} + E_{oref}$$
- $$E_{prim-RAČ} = EnK_{Jed A} \times Jed A_{prim} + EnK_{Jed B} \times Jed B_{prim} +$$
$$EnK_{Jed C} \times Jed C_{prim} + EnK_{Jed D} \times Jed D_{prim} + EnK_{Jed E} \times Jed E_{prim} +$$
$$+ E_{oprim} \times TP_{ref}/TP_{prim}$$
- Prihranek = $E_{prim-RAČ} - E_{prim-DEJ}$ = (razlika med računsko korigirano (upoštevani kontekst) in dejansko doseženo porabo)



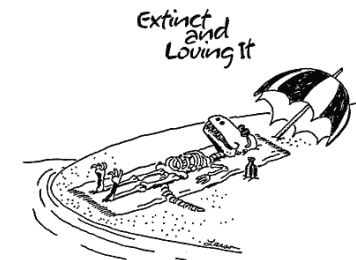
Računska naloga (5)

	Referenčno leto	Primerjalno leto (dejansko stanje)	Enota
Jed A	250.000	300.000	št. kosov
Jed B	450.000	250.000	št. kosov
Jed C	350.000	450.000	št. kosov
Jed D	350.000	550.000	št. kosov
Jed E	280.000	440.000	št. kosov
Skupna poraba ZP	11.600.000	11.800.000	
Skupni kazalnik EnK_{skupni}	7	6	kWh/kos
Temperaturni primanjkljaj	2.810	2.450	
Poraba ZP za ogrevanje	2.750.000	2.210.000	kWh
Ključni referenčni kazalniki			
$EnK_{Jed A}$	6		kWh/kos
$EnK_{Jed B}$	7		kWh/kos
$EnK_{Jed C}$	2		kWh/kos
$EnK_{Jed D}$	6		kWh/kos
$EnK_{Jed E}$	5		kWh/kos
Skupna poraba ZP (izračun)	11.600.000	12.484.735	kWh
Razlika med računsko in dejansko porabo	0	684.735	kWh
% prihnaka	NA	5,80%	



Zaključek

- Pravilna izbira kazalnikov je ključna za uspešno spremljanje doseganja zastavljenih ciljev
- Razumeti kontekst rabe energije
- Za obsežno uvajanje trajnostnih energetske tehnologije so potrebni novi koncepti pri načrtovanju, izvajanju in spremljanju ukrepov URE
- Določiti cilje z jasno določeno odgovornostjo za izvajanje ukrepov ter zagotoviti pomoč za prevladovanje ovir





Hvala za pozornost!

dr. Boris Sučić
Institut "Jožef Stefan"
Center za energetska učinkovitost
Jamova c. 39, 1000 Ljubljana
Tel: 01/ 5885 299
boris.sucic@ijs.si



innoveas
The power of energy audits



Institut "Jožef Stefan"
Center za energetska učinkovitost