

Maribor, 21. oktober 2011



Elektroinštitut Milan Vidmar



Javna agencija Republike Slovenije za energijo

Metodologija za analizo vplivnih dejavnikov na neprekinjenost napajanja v Sloveniji

Študija št.: 2073/1

Analiza vplivov posameznih dejavnikov na neprekinjenost napajanja v Sloveniji

Študija št.: 2073/2

mag. Tomaž Mohar

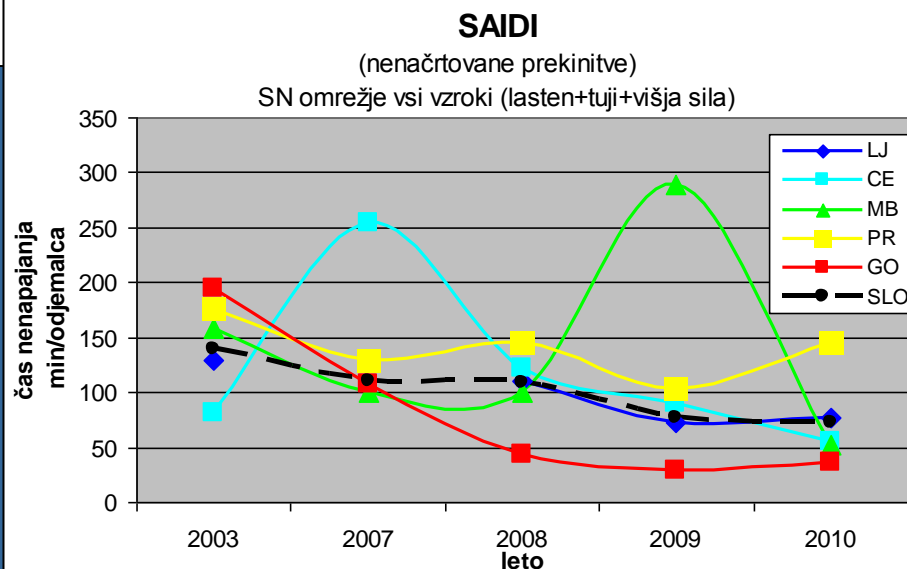
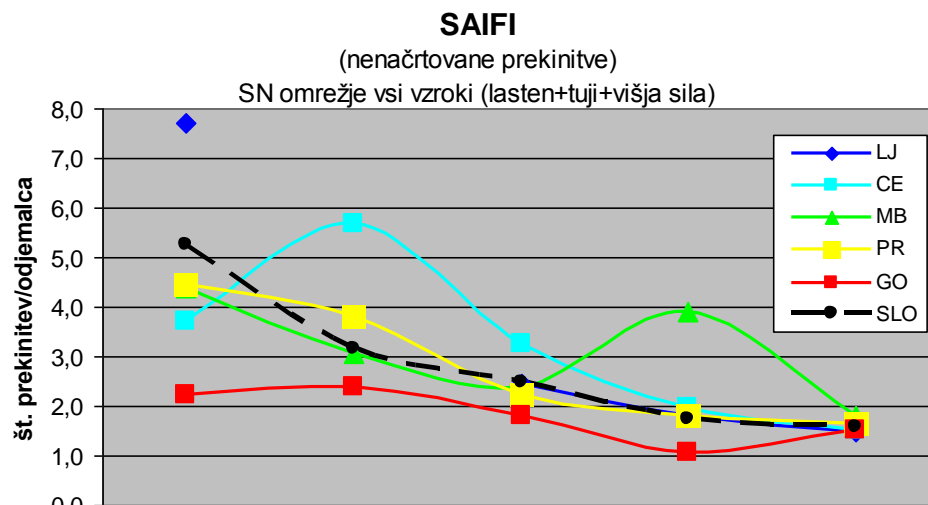
Vsebina predstavitve

→ program naloge

- I. del
 1. Analiza stanja zanesljivosti -> postavitve hipotez
 2. Identifikacija glavnih vplivnih dejavnikov
 3. Analiza in ocena vplivov dejavnikov po posameznih distribucijskih področjih
 4. Določitev metodologije za dokazovanje vpliva posameznih dejavnikov
 5. Ugotovitve
- II.del
 1. Izvedba primerjalne analize na podlagi metodologije
 2. Predlog ukrepov za zmanjšanje razlik v neprekinj. napajanja
 - predlog usmeritev oblikovanja minimalnih standardov neprekinjenosti napajanja
 3. Ocena učinkovitosti predlaganih ukrepov
 4. Ugotovitve / predlogi
 5. RAZPRAVA

Analiza stanja kazalcev zanesljivosti

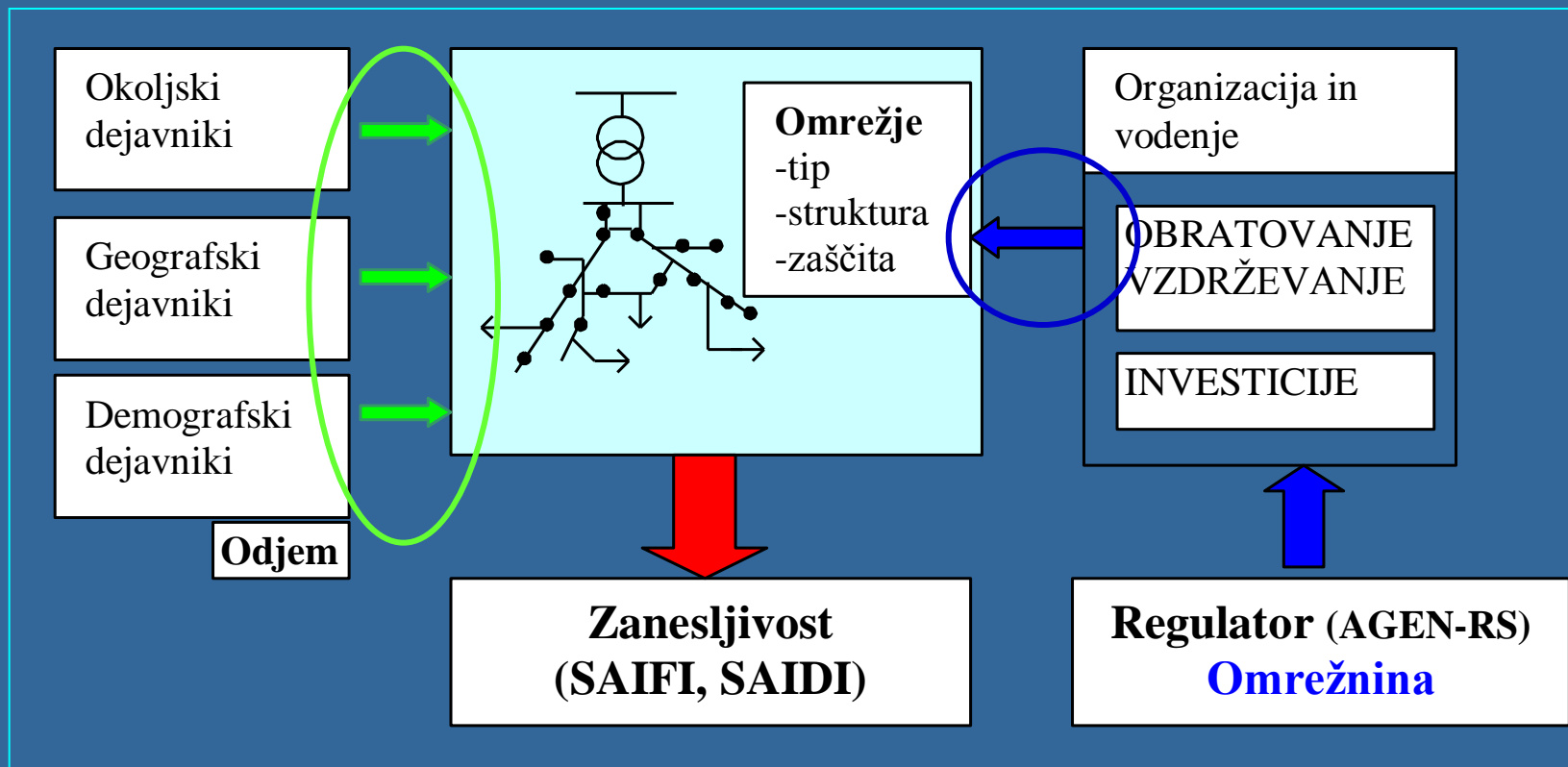
- Vir 2003: Študija EIMV, 2007-2010 AGEN-RS (sistematično zbiranje)



OPAŽANJA:

1. Razlike med podjetji
2. Velika medletna nihanja
3. Splošen trend izboljšanja

Postavitev hipotez vplivnih dejavnikov (splošno)



Identifikacija vplivnih dejavnikov

Splošna teorija zanesljivosti:

Frekvenca prekinitev:

$$F_{X_i} = \sum_{\forall l} \lambda_{X_l} \cdot Y_{X_l} \left[\frac{\text{prekinitev}}{\text{leto}} \right];$$

Struktura
(razvejanost)

$$\lambda_{X_l} = \lambda_{km}^{tip} \cdot l$$

Dolžina izvoda
(gostota odjema, razpršenost)

Pogostost odpovedi (tip: DV/KB),

Trajanje prekinitev:

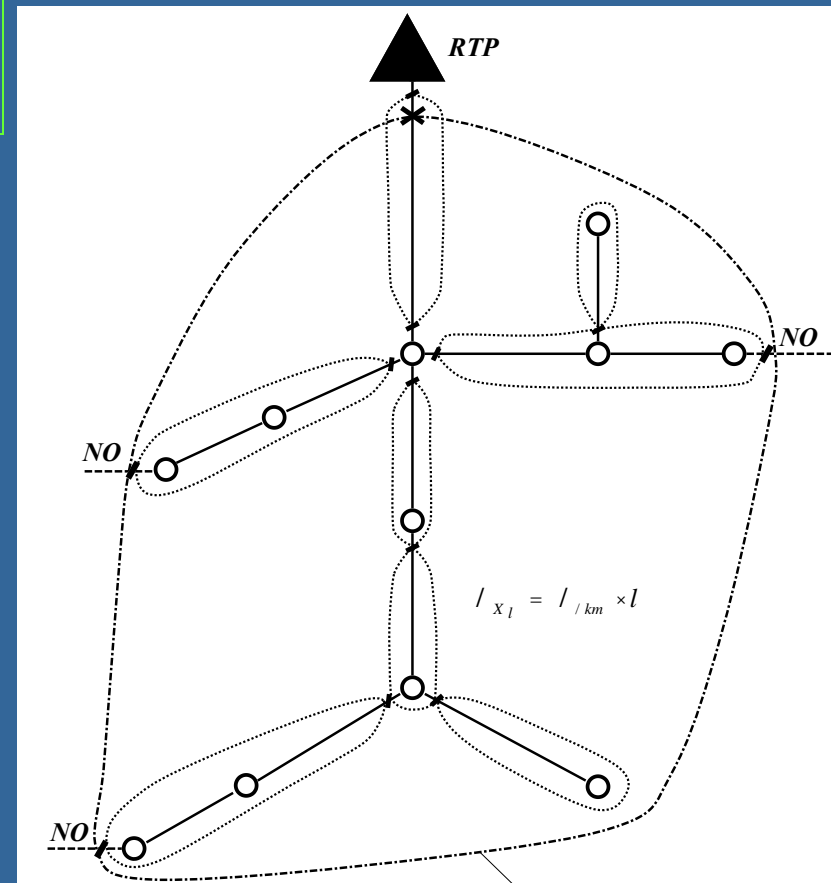
$$H_{X_i} = \sum_{\forall l} \lambda_{X_l} \cdot Y_{X_l} \cdot T_{X_l} \left[\frac{\text{min}}{\text{leto}} \right]$$

Struktura
(zazankanost)

Čas prekinitve
(sekcioniranja, popravila)

$$SAIFI = \frac{\sum F_i \cdot N_i}{\sum N_i} \left[\frac{\text{IZPADOV}}{\text{ODJEMALCA}} \right]$$

$$SAIDI = \frac{\sum H_i \cdot N_i}{\sum N_i} \left[\frac{\text{TRAJANJE}}{\text{ODJEMALCA}} \right]$$



Legenda

— odprt ločilnik

— zaprt ločilnik

× odklopnik z začetno

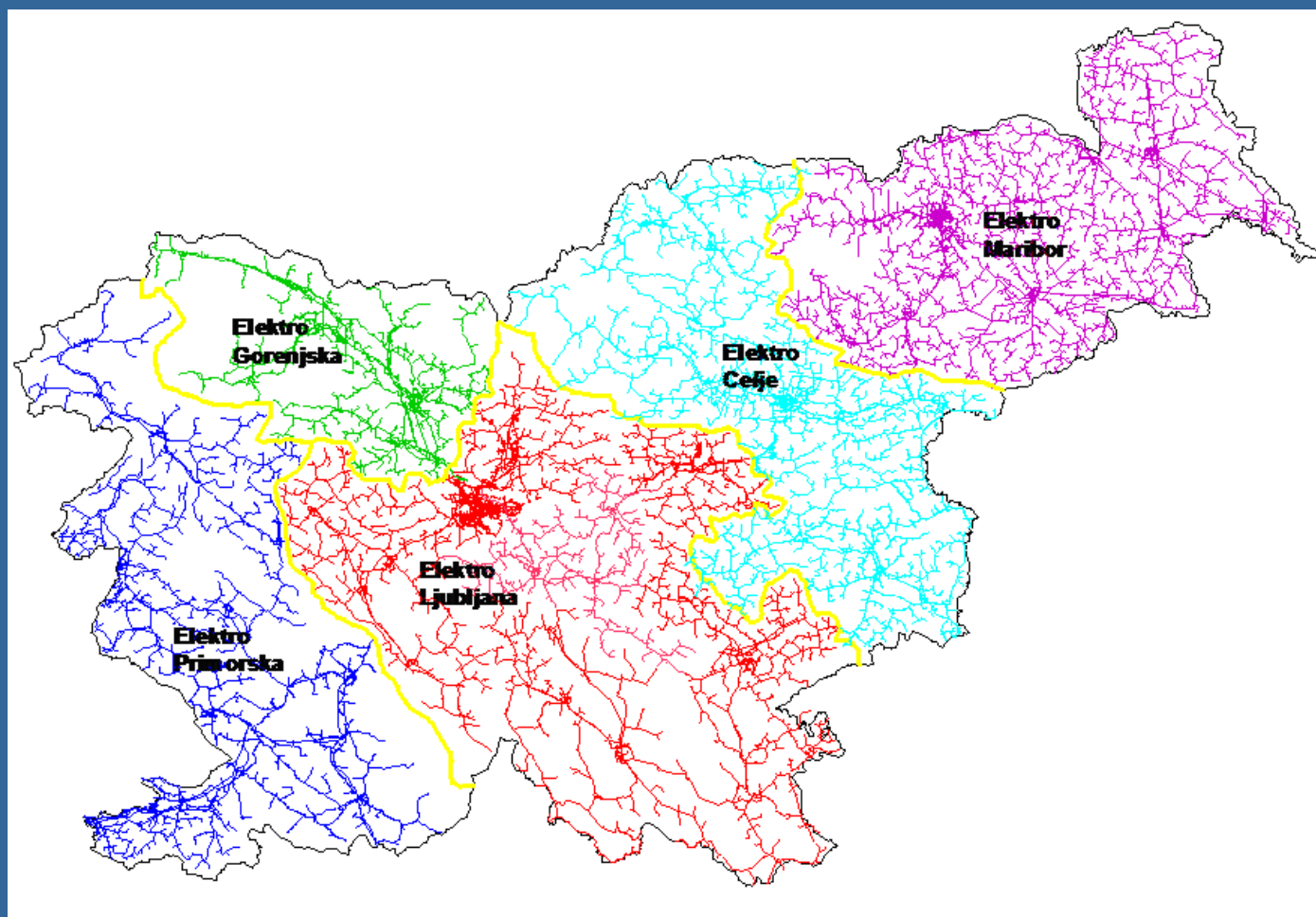
NO v normalnem stanju
odprto ločilno mesto

začetna cona

sektorji

Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

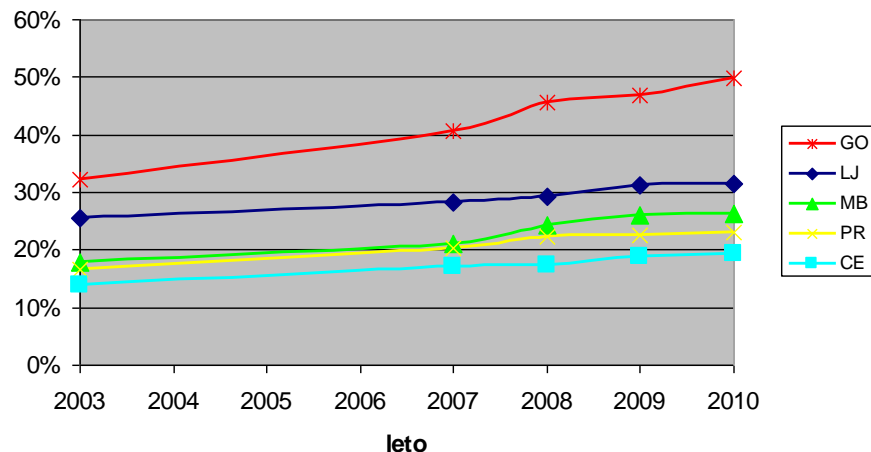
- Vir podatkov SN omrežja (p.p. Gredos -> projekt REDOS, 2003,2007-2010)



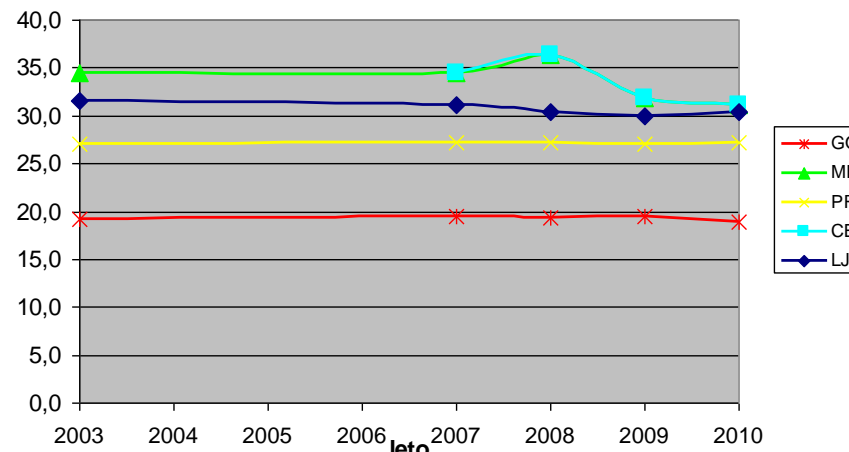
Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

Vir podatkov SN omrežja (p.p. Gredos -> projekt REDOS, 2003,2007-2010)

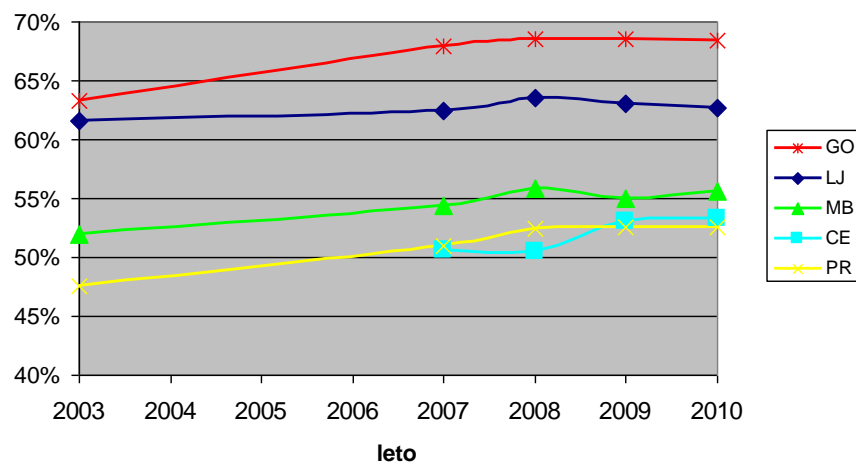
Delež kablov/vse vode



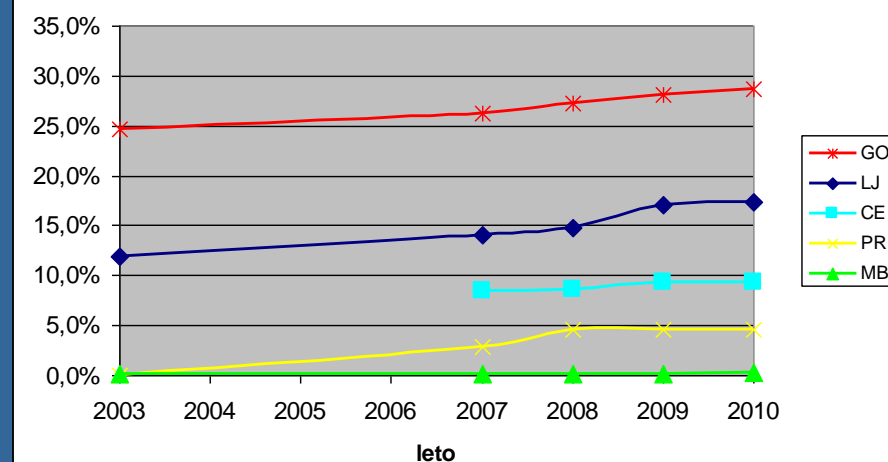
Povprečna dolžina dolgih izvodov (nad 7 km)



Zazankanost SNO

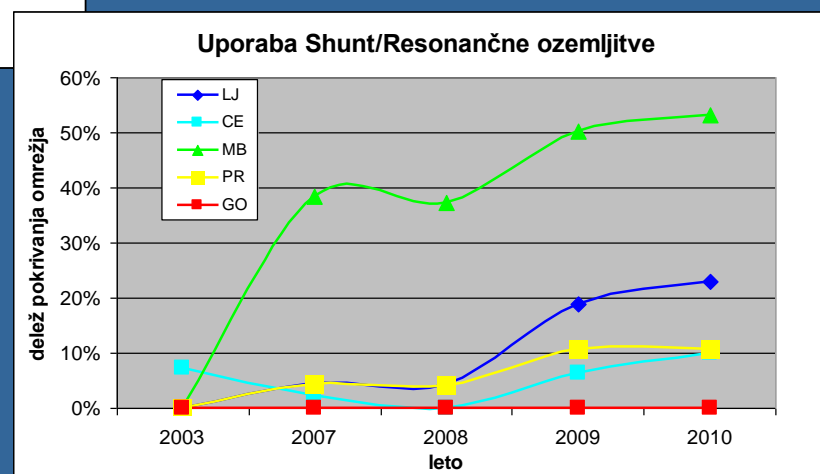
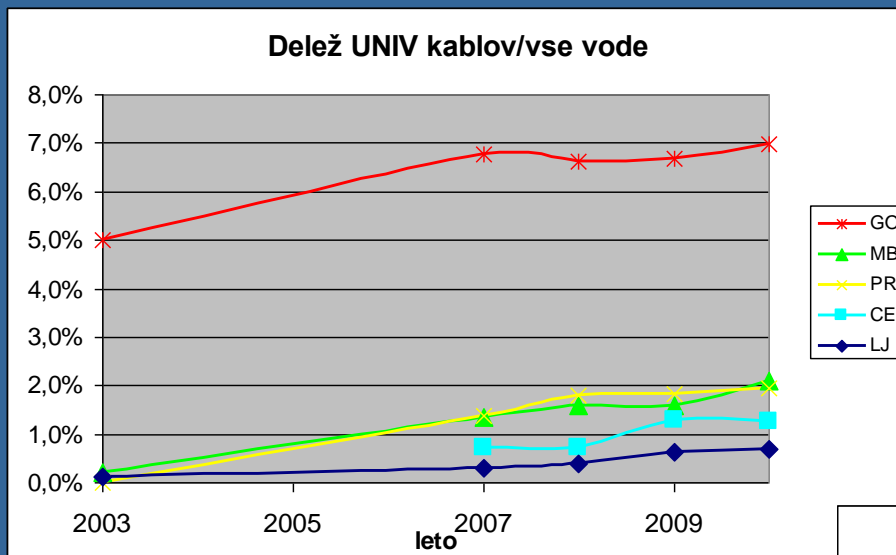


Delež PIV vodnikov/nadz. vode



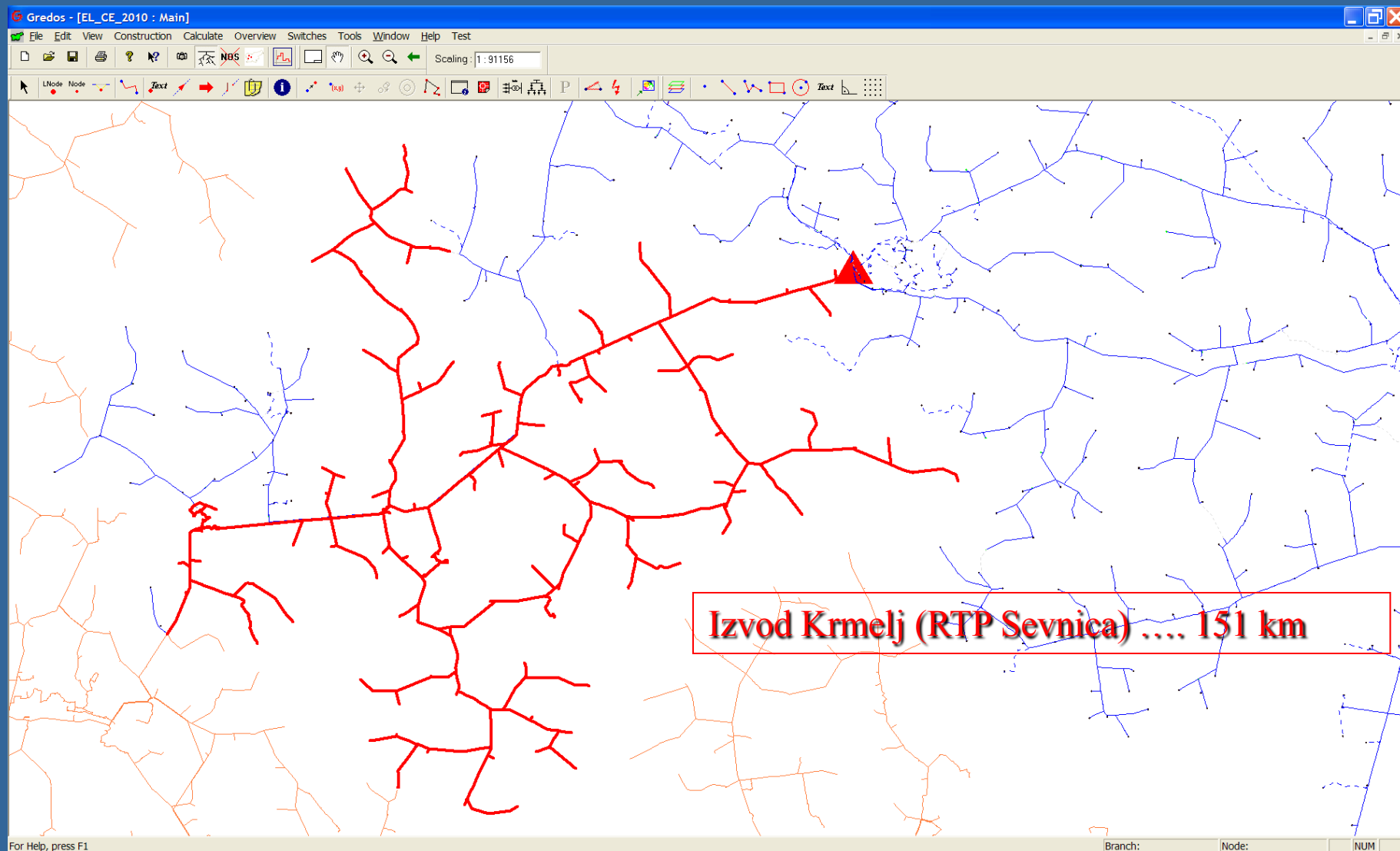
Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

- Vir podatkov SN omrežja (p.p. Gredos -> projekt REDOS, 2003,2007-2010)



Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

■ Ekstremno dolgi izvodi: primer



Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

- Vir podatkov (anketa poslana distribucijskim podjetjem)

RTP oprema	LJ	CE	MB	PR	GO	Skupaj
klasični	27	15	16	12	5	75
HIS	0	0	1	0	0,2	1,2
GIS	1	2	1	1	5	10
Skupaj	28	17	18	13	10	86,2
% GIS+HIS	4%	12%	11%	8%	51%	13%
RTP_oprema_ind	0,27	0,91	0,86	0,59	3,92	1,00

vir: distribucijska podjetja - anketni vprašalnik za potrebe študije (stanje 31.12.2010)



TP/tip	LJ	CE	MB	PR	GO	Skupaj
zidana/montažna	2.919	1.185	1.378	797	1.505	7.784
na drogu	2.305	2.424	2.003	712	745	8.189
Skupaj:	5224	3609	3381	1509	2250	15973
zidana/montažna	56%	33%	41%	53%	67%	49%
na drogu	44%	67%	59%	47%	33%	51%
Indeks_zidan_mont/SLO	1,15	0,67	0,84	1,08	1,37	1,00



TP oprema	LJ	CE	MB	PR	GO	Skupaj
klasične celice	75%	85%	94%	59%	50%	78%
Vakumske	1%	0%	3%	4%	0,2%	5%
SF6 blok	24%	15%	3%	37%	50%	34%
Indeks vakuum_SF6/SLO	0,63	0,38	0,15	1,05	1,27	1,00

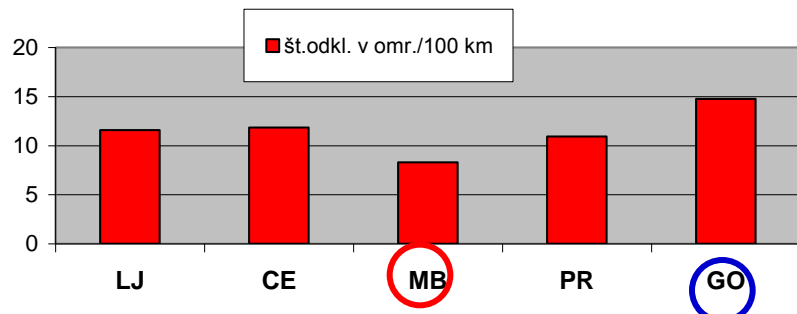
vir: distribucijska podjetja - anketni vprašalnik za potrebe študije (stanje 31.12.2010)



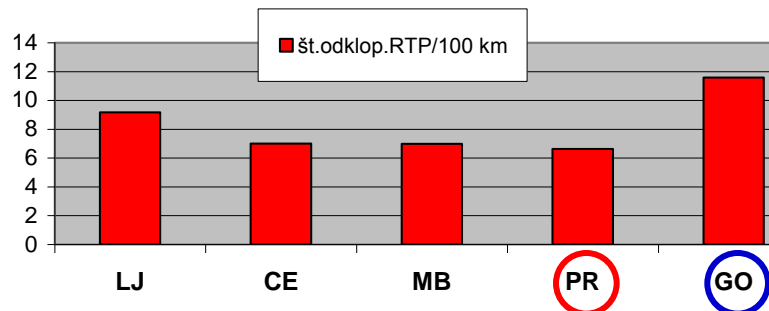
Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

■ Odklopniki, daljinsko vodena stikala)

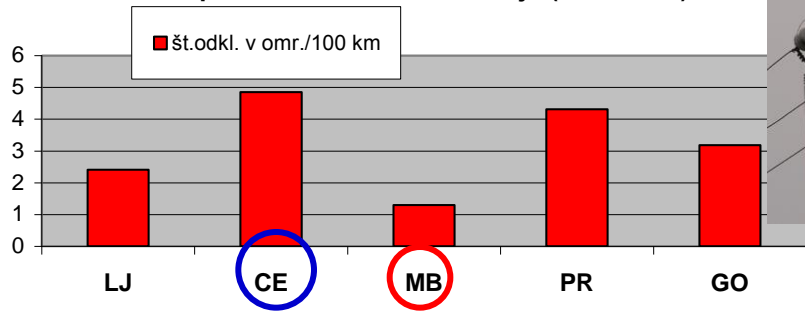
Odklopniki z zaščito v SNO (v RTP in izven RTP)



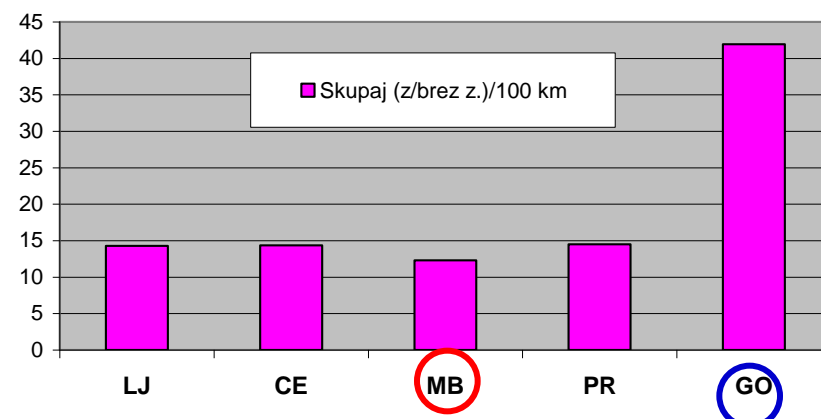
SN odklopniki z zaščito v RTP



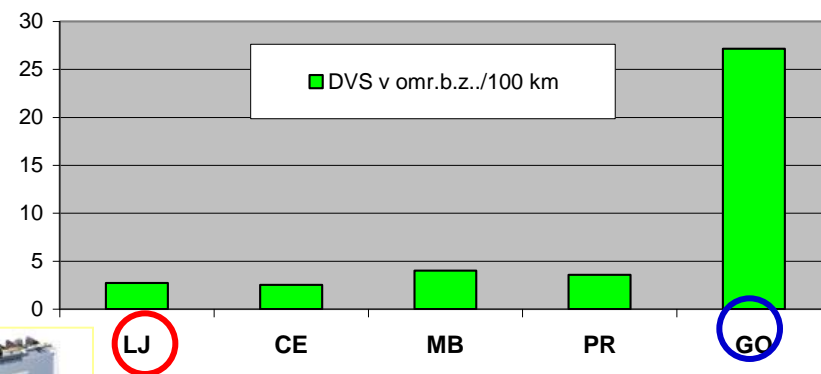
Odklopniki z zaščito v SN omrežju (izven RTP)



DVS v SNO

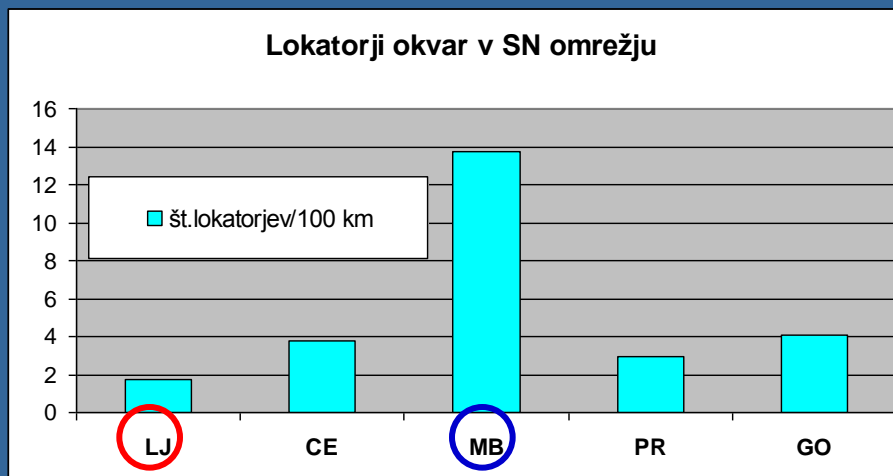
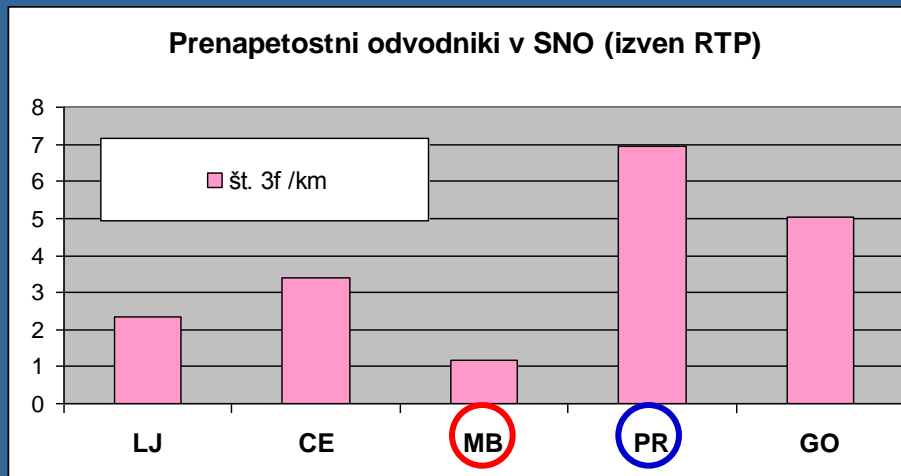


DVS v SN omrežju (izven RTP) brez zaščite



Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

■ Prenapetostni odvodniki, lokatorji okvar



Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

■ DCV, SCADA, DMS (vir anketa)

2) Center vodenja (DCV)	LJ	CE	MB	PR	GO	
leto izgradnje:	2010	2007	2002	2007	2003	novi DCV in SCADA, stari od leta 1994
SCADA (leto implement.):	2009	2007	2002	2007	2003	
DMS (da/ne):	da	da	da	da	da	
GIS podpora:	ne	da	ne	da	ne	
analize omrežja:	da	da	da	da	da	da, logična , ne topološka
topologija (povezljivost)	da	da	da	da	da	
LF izračun	da	da	da	ne	da, ni v uporabi	V RTP železniki izvoda Podrož in Podlonk (dolžina obeh izvodov skupaj je 58,7km) ter v RTP Tržič izvoda Kranj Golnik ter Križe (skupna dolžina 41,4 km)
napoved porabe	ne	ne	omejeno	ne	da, ni v uporabi	
avtomatizacija omrežja:	ne	ne	ne	ne	da	
avtomatizirano omrežje/km	ne				99	
SCALAR/korelator	da	da	da	da	da	
ostalo	-		-	OMS		OMS (outage management system) - sistem za prijavo in obdelavo izpadov
ostalo - dopolni	-	avtomatska generacija naročil o izpadih		poročilni sistem		

vir: distribucijska podjetja - anketni vprašalnik za potrebe študije (stanje 31.12.2010)

Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

■ Vzdrževanje

1) Splošni podatki:	LJ	CE	MB	PR	GO	Skupaj
št. distribucijskih enot:	5	3	5	4	1	18
št. nadzorništev:	27	26	16	18	8	95
št. zaposlenih:	976	700	834	515	292	3317
na vzdrževanju		207	209	157		
v obratovanju		43	42	26	92	
v razvoju		3		4	3	
ostalo		447	582	328	197	
vzdrževanje		30%	25%	30%	32%	
Obrat&vzdrž+razvoj:		36%	30%	36%	33%	
km_SNO/Nadzorništvo	205	134	245	159	189	182
Indeks/SLO	1,12	0,74	1,35	0,87	1,04	1,00

vir: distribucijska podjetja - anketni vprašalnik za potrebe študije (stanje 31.12.2010)

■ monitoring

10) Uporaba helihopterskega laserskega monitoringa:

	LJ		CE	MB		PR		GO		
	da/ne	delež DV omrežja	da/ne	delež DV omrežja	da/ne	delež DV omrežja	da/ne	delež DV omrežja	da/ne	delež DV omrežja
enkratno	da	25%	da	100%	da	26%	ne			
občasno			da	2%	ne		ne		da	5%
redno			ne		ne		ne			

vir: anketni vprašalnik distribucijskih podjetjem za potrebe študije (za stanje 31.12.2010)

11) Uporaba termografskega snemanja iz tal:

	LJ		CE		MB		PR		GO	
	da/ne	delež DV omrežja	da/ne	delež DV omrežja	da/ne	delež DV omrežja	da/ne	delež DV omrežja	da/ne	delež DV omrežja
enkratno			ne		ne		ne			
občasno	da		da	10%	ne		ne		da	5%
redno			ne		ne		ne			

vir: anketni vprašalnik distribucijskih podjetjem za potrebe študije (za stanje 31.12.2010)

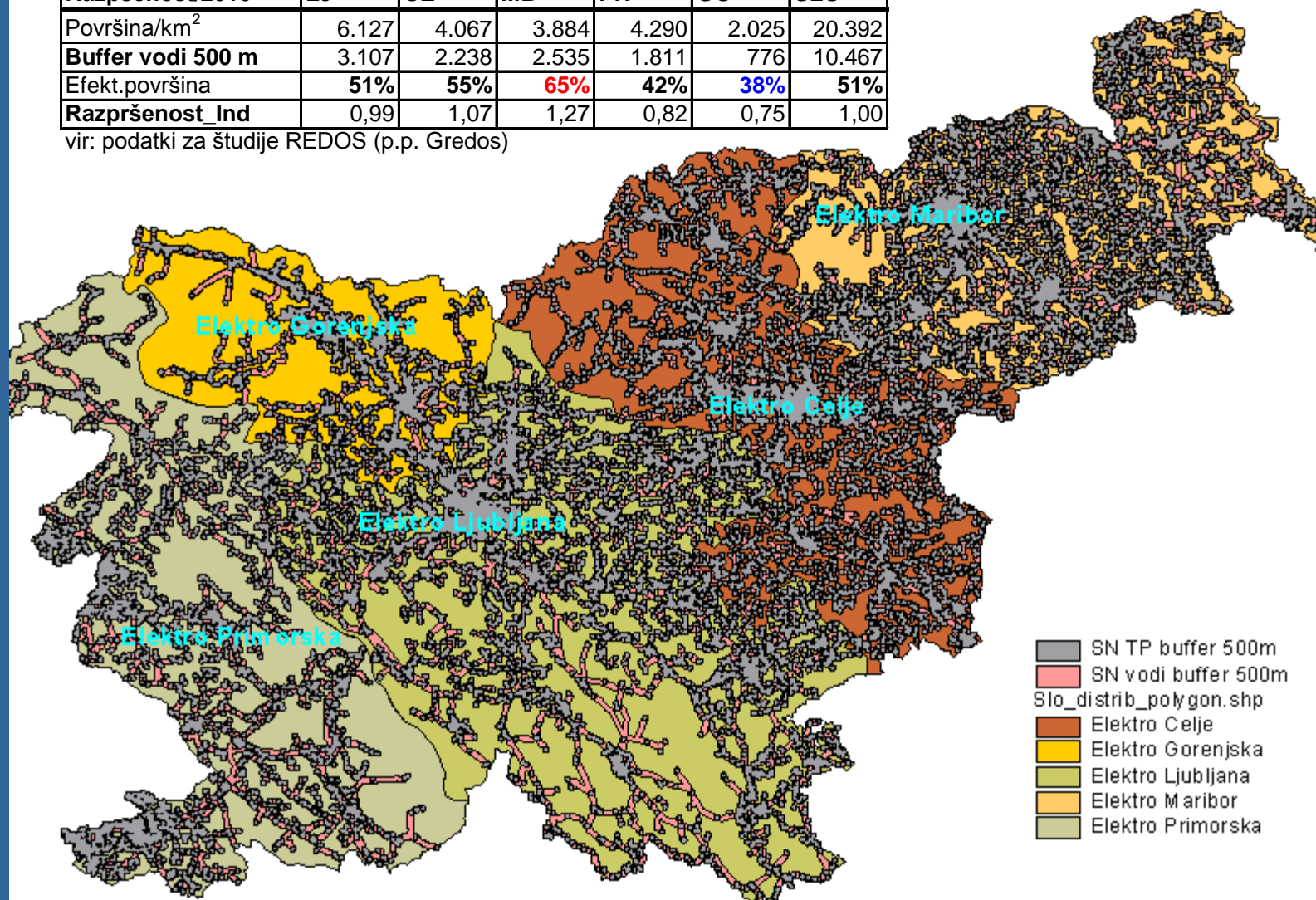
Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

Razpršenost odjema

Efektivna površina SN omrežja Slovenije

Razpršenost/2010	LJ	CE	MB	PR	GO	SLO
Površina/km ²	6.127	4.067	3.884	4.290	2.025	20.392
Buffer vodi 500 m	3.107	2.238	2.535	1.811	776	10.467
Efekt.površina	51%	55%	65%	42%	38%	51%
Razpršenost_Ind	0,99	1,07	1,27	0,82	0,75	1,00

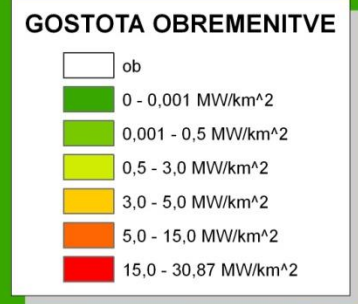
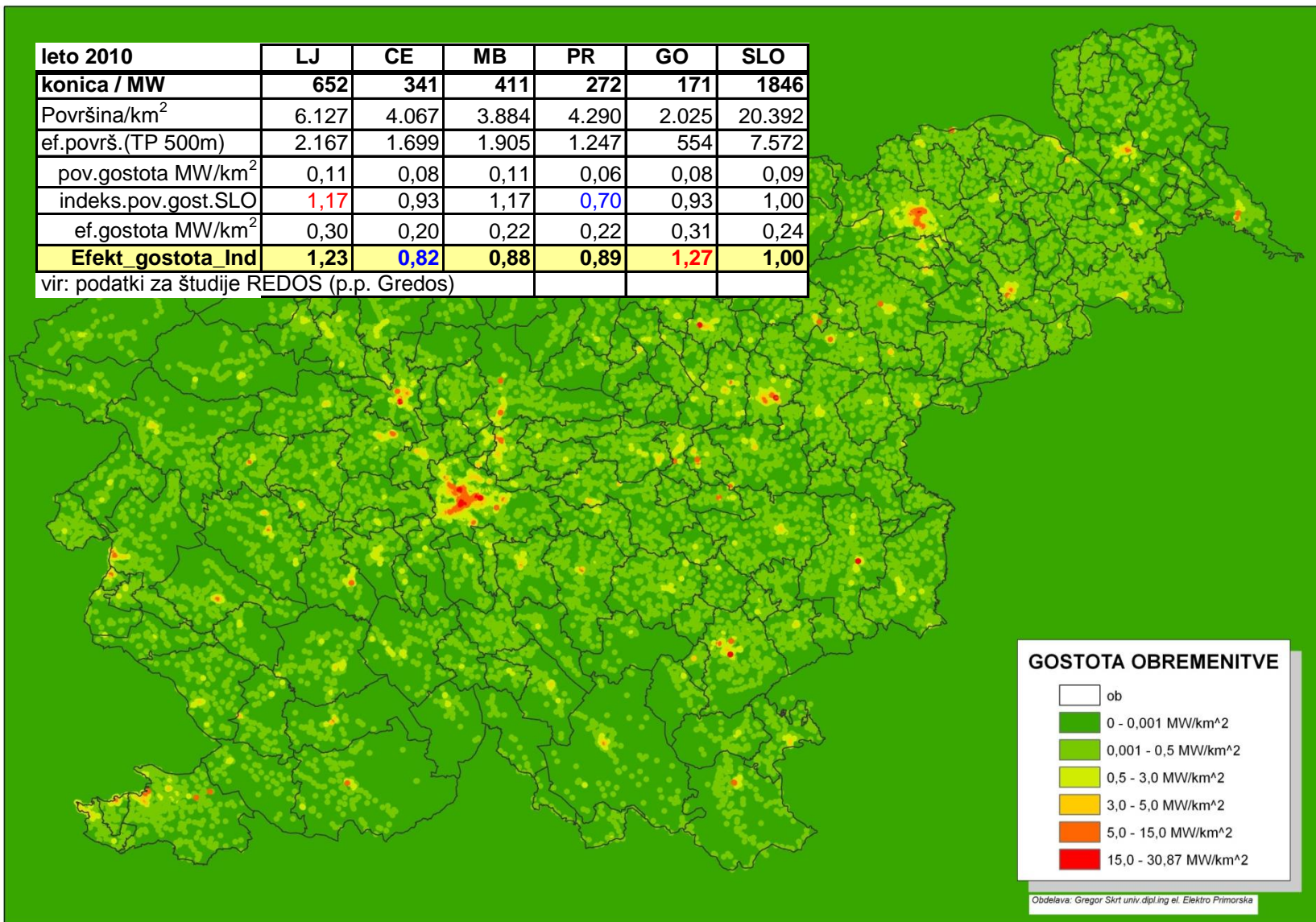
vir: podatki za študije REDOS (p.p. Gredos)



Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

■ Gostota odjema

leto 2010	LJ	CE	MB	PR	GO	SLO
konica / MW	652	341	411	272	171	1846
Površina/km ²	6.127	4.067	3.884	4.290	2.025	20.392
ef.površ.(TP 500m)	2.167	1.699	1.905	1.247	554	7.572
pov.gostota MW/km ²	0,11	0,08	0,11	0,06	0,08	0,09
indeks.pov.gost.SLO	1,17	0,93	1,17	0,70	0,93	1,00
ef.gostota MW/km ²	0,30	0,20	0,22	0,22	0,31	0,24
Efekt_gostota_Ind	1,23	0,82	0,88	0,89	1,27	1,00
vir: podatki za študije REDOS (p.p. Gredos)						

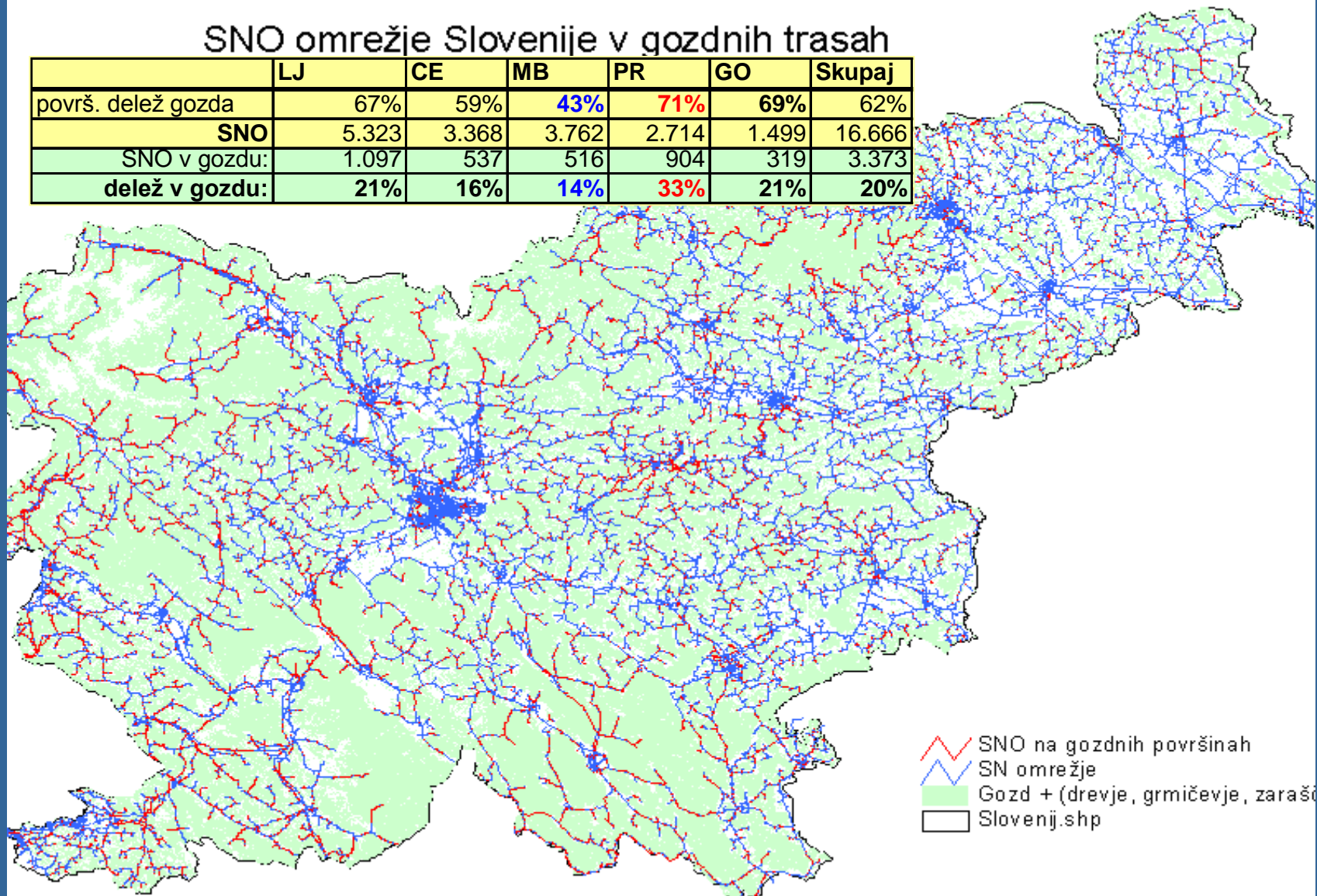


Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

- Gozdnatost (vir GERK- grafična enota rabe zemljišča kmetijskega gospodarstva)

SNO omrežje Slovenije v gozdnih trasah

	LJ	CE	MB	PR	GO	Skupaj
površ. delež gozda	67%	59%	43%	71%	69%	62%
SNO	5.323	3.368	3.762	2.714	1.499	16.666
SNO v gozdu:	1.097	537	516	904	319	3.373
delež v gozdu:	21%	16%	14%	33%	21%	20%

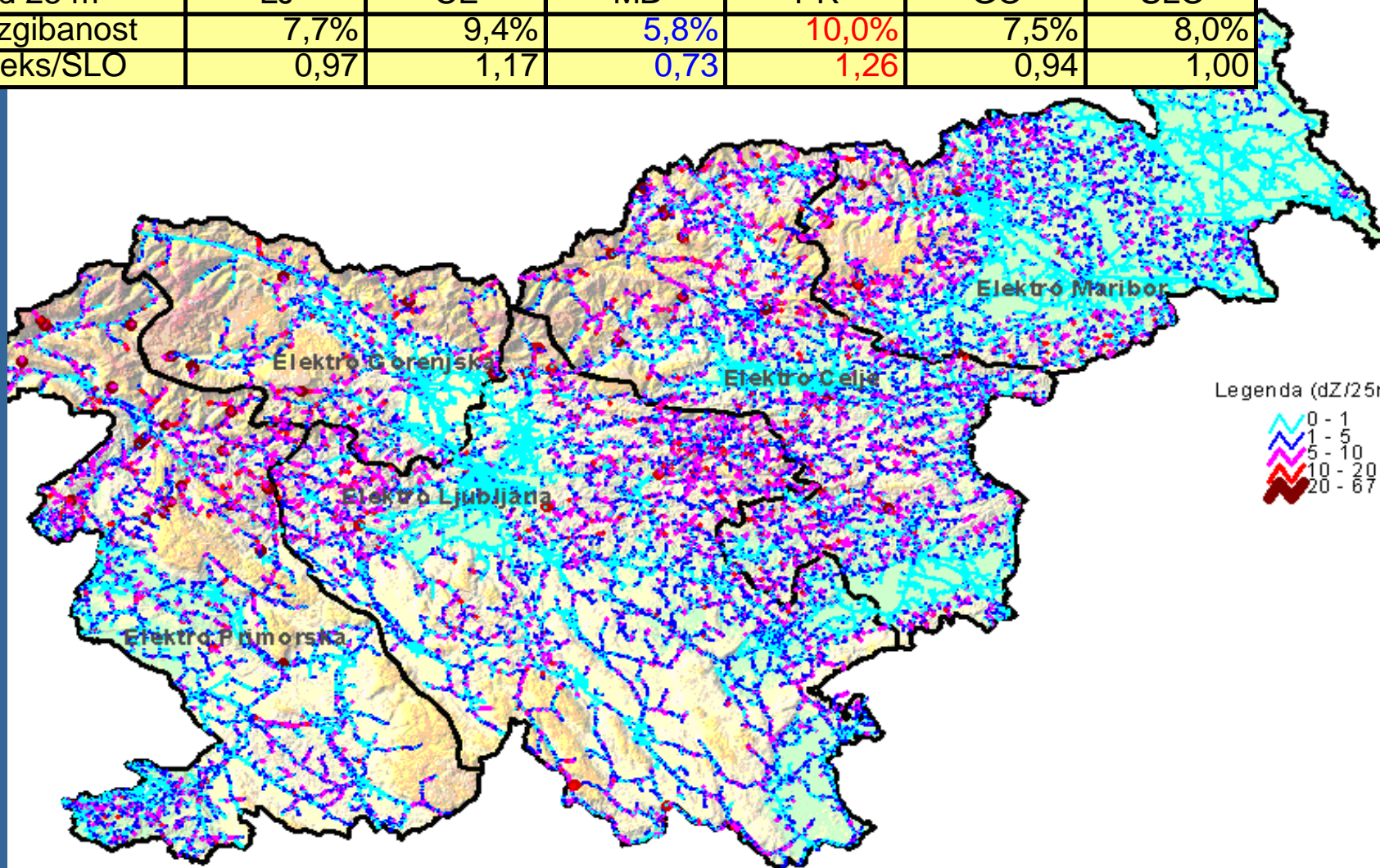


Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

- Razgibanost (vir MOP digitalni model višin -> obdelava Terragis d.o.o.)

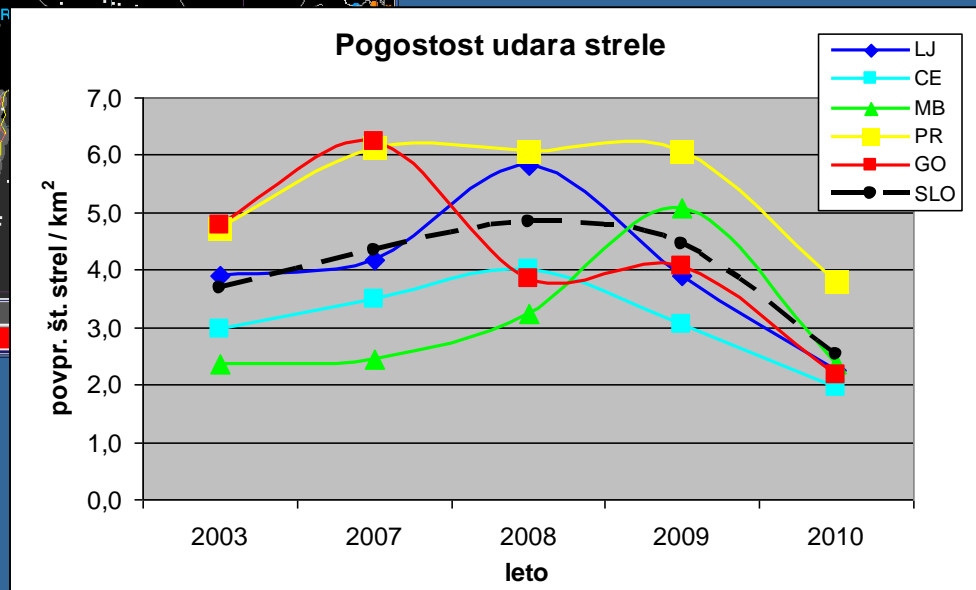
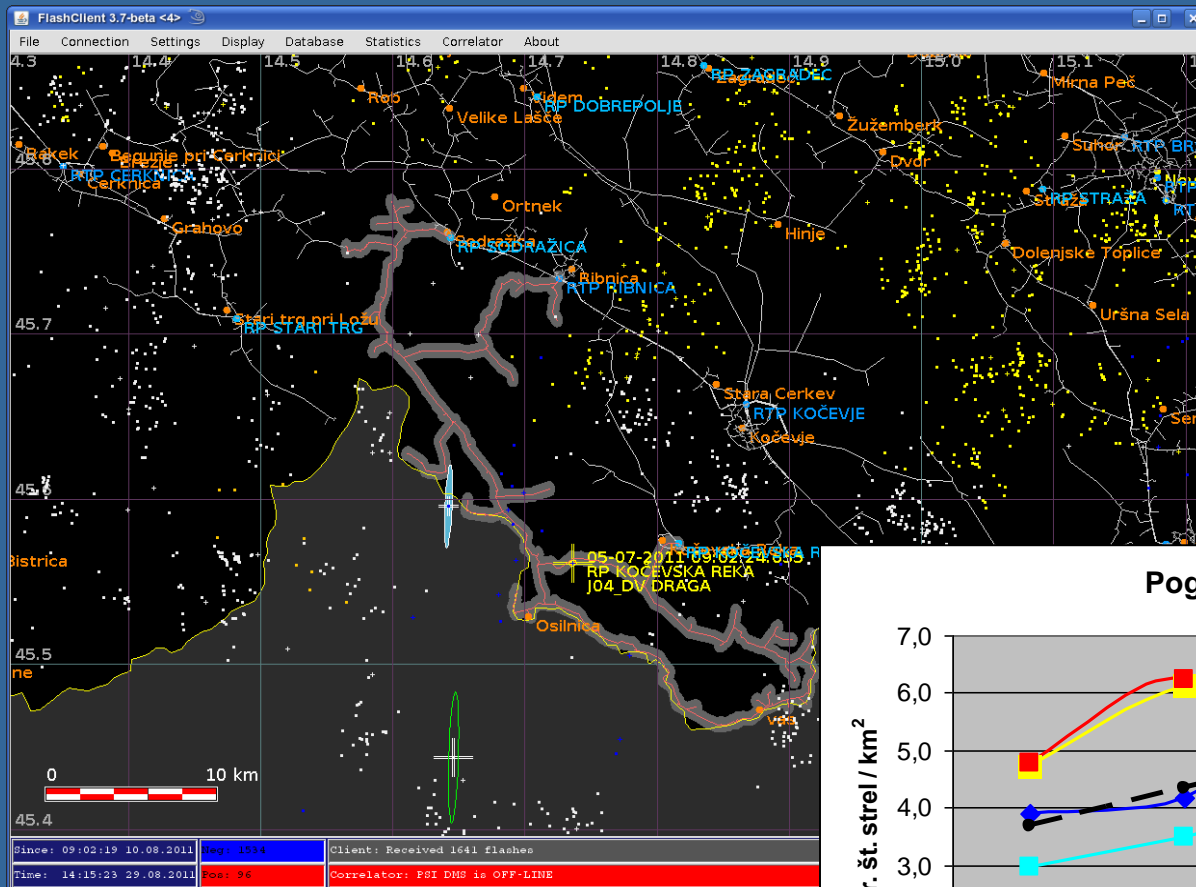
Razgibanost SN omrežja Slovenije

Grid 25 m	LJ	CE	MB	PR	GO	SLO
Razgibanost	7,7%	9,4%	5,8%	10,0%	7,5%	8,0%
Indeks/SLO	0,97	1,17	0,73	1,26	0,94	1,00



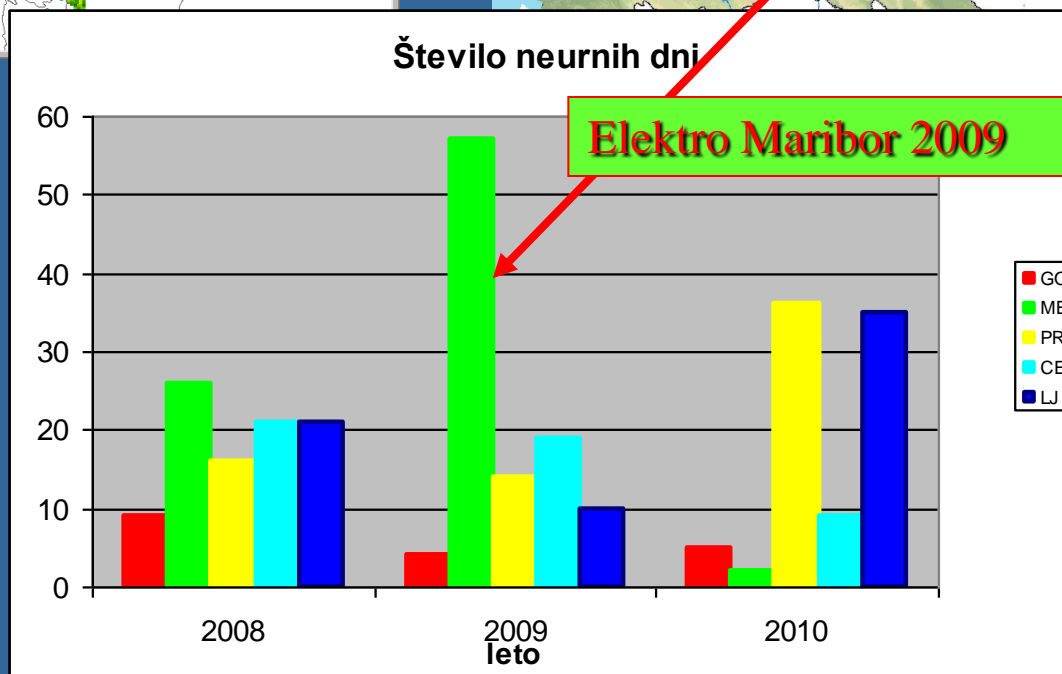
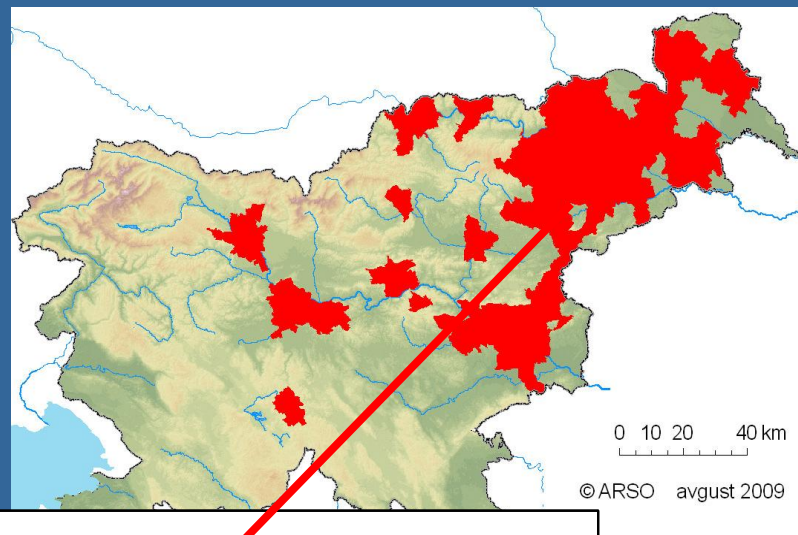
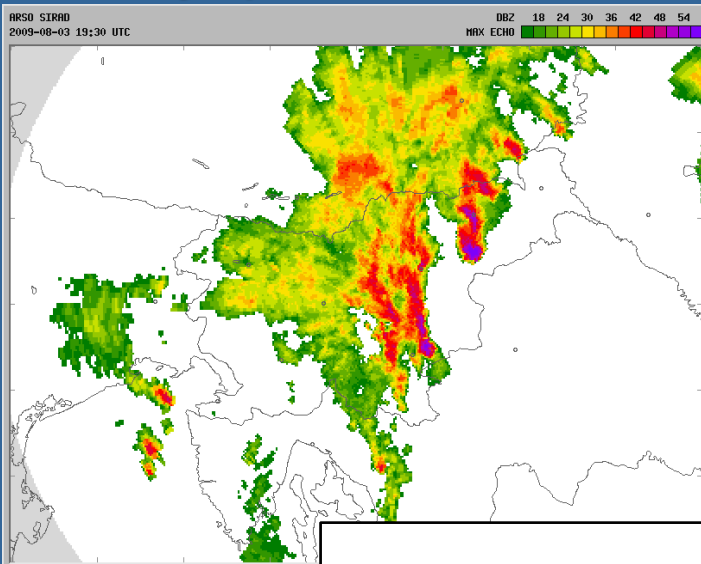
Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

■ Strele (vir SCALAR, korelator)



Analiza dejavnikov po distribucijskih območjih

■ Neurja (dokumentirano: ARSO, URSZR, distribucija)



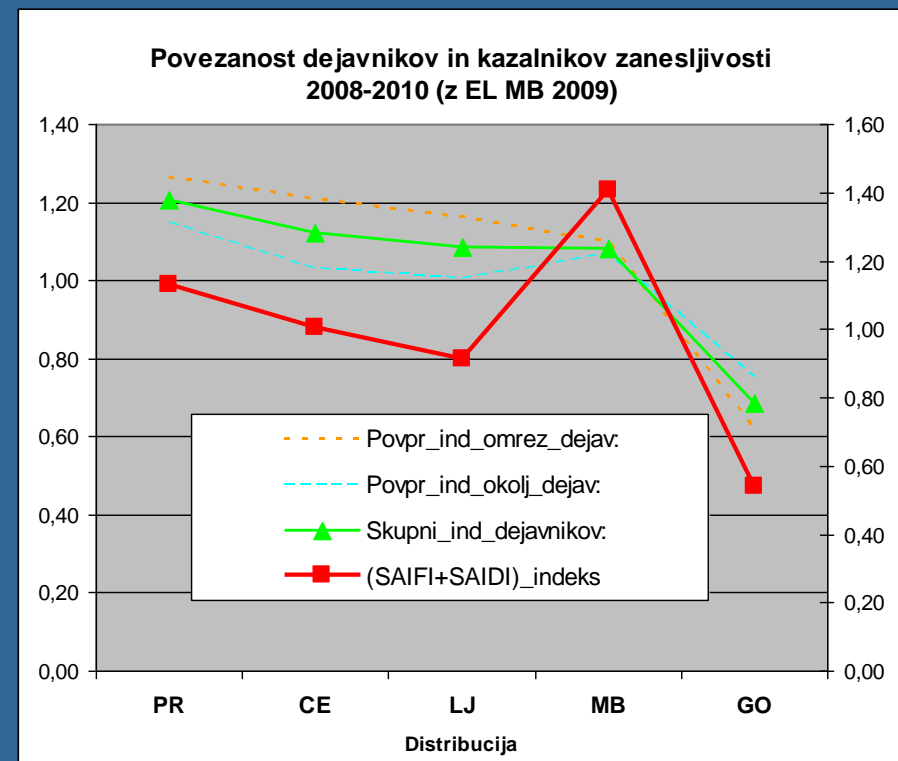
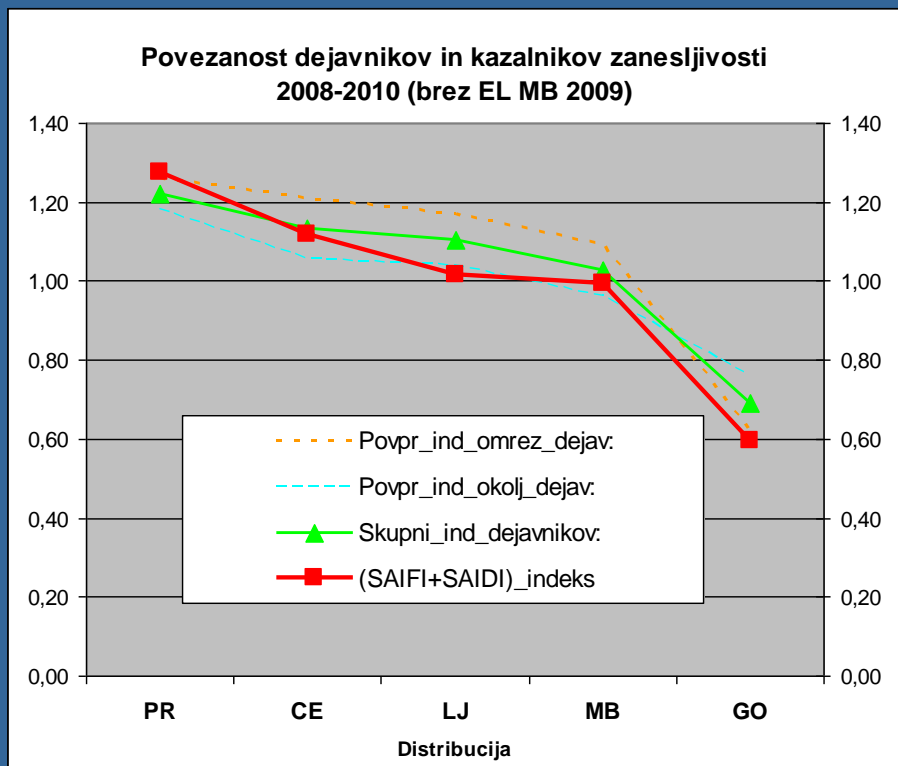
Ocena dejavnikov

■ Seštevanje indeksiranih dejavnikov glede na celotno SLO

	Dejavnik	LJ	CE	MB	PR	GO	Povpr.	Opomba
1	del_KB_ind	1,05	0,63	0,87	0,77	1,63		
2	del_sh_res	0,15	0,05	0,45	0,09	0,00		delež
3	zazank_ind	1,08	0,89	0,95	0,90	1,17		
4	Lizv_pov_ind	1,13	0,82	0,87	0,89	1,48		Obratnos.
5	Lizv_7_ind	0,94	0,86	0,83	1,05	1,47		Obratnos.
6	PIV_ind	1,43	0,93	0,02	0,45	1,85		
7	RTP_oprema_ind	0,27	0,91	0,86	0,59	3,92		
8	TP(tip/oprema)_ind	0,89	0,53	0,49	1,07	1,32		
9	DVS (z zaščito)_ind	0,88	0,88	0,75	0,89	2,57		
10	Lokator:okvar_Ind	0,32	0,71	2,61	0,57	0,78		
11	DMS_Ind	0,88	1,05	0,96	1,23	0,88		
12	Avtomatiz_del	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07		
13	Monitoring_del	0,13	0,56	0,13	0,00	0,10		delež
	Skupaj:	9,15	8,83	9,80	8,48	17,24	10,70	delež
	Povpr_ind_omrez_dejav:	1,17	1,21	1,09	1,26	0,62	1,00	
								Obratnos.
14	Neurje_ind	1,36	1,01	0,86	1,36	0,37		
15	Strele_ind	1,07	1,16	1,21	0,96	0,68		
16	Razpršenost_Ind	0,98	1,09	1,27	0,82	0,74	*	Obratnos.
17	Efekt_gostota_Ind	0,81	1,22	1,13	1,12	0,79	*	Obratnos.
18	DV_gozd_indeks	1,11	0,74	0,62	1,64	1,08		
19	Razgibanost_Ind	0,97	1,17	0,73	1,26	0,94		
	Skupaj:	6,29	6,39	5,82	7,14	4,60	6,05	
	Povpr_ind_okolj_dejav:	1,04	1,06	0,96	1,18	0,76	1,00	
	Skupni_ind_dejavnikov:	1,10	1,13	1,03	1,22	0,69		
	(SAIFI+SAIDI)_indeks	1,02	1,12	1,00	1,28	0,60		

Ocena dejavnikov

Seštevanje indeksiranih dejavnikov glede na celotno SLO



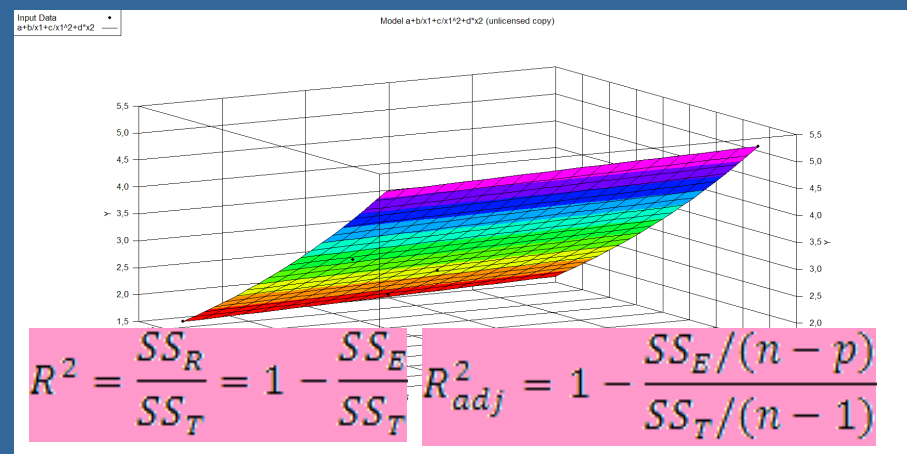
Izbor metode za dokazovanje vpliva dejavnikov

- Statistična metoda (obdelovanje podatkov iz preteklosti)
- Teorija zanesljivosti Proporcionalnost (linearnost) z dolžino
- Več vplivnih dejavnikov (spremenljivk)

IZBOR ->Linearna Multipla regresija: $Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \beta_k \cdot X_k$

$$X = \begin{bmatrix} 1, x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1k} \\ 1, x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2k} \\ \dots \\ 1, x_{n1}, x_{n2}, \dots, x_{nk} \end{bmatrix} \text{ in } y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix}$$

$$F(\beta) = \sum_{i=1}^n (y_i - (X\beta)_i)^2 = \sum_{i=1}^n \left(y_i - \left(\beta_0 + \sum_{j=1}^k X_{ij} \cdot \beta_j \right) \right)^2$$

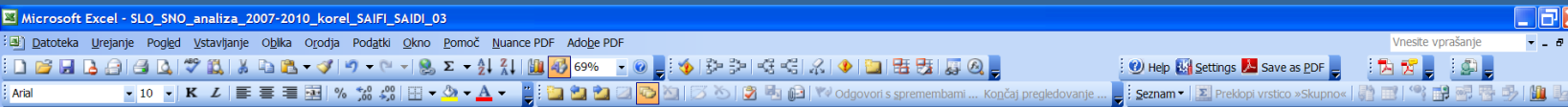


- Statistična gotovost: R^2
- Prednosti:
 - lažje predstavljava (pozitiven koeficient poveča odvisno spremenljivko, negativen jo znižuje)
 - lažja primerjava velikosti koeficientov enačbe

➤ Izdelava programa MULTIPLE (Fortran)

II. Del: Analiza dejavnikov po izbrani metodologiji

■ Priprava podatkov: MS Excel -> Multiple_in.txt



Izberi: SAIFI vnesi SAIFI ali SAIDI		Podatki v okvirju so vhodni podatki za model. Kopiraj v datoteko multiple.txt						
delež_KB	del_sh_res	zazankanost	zazank_DV	Lizv_pov	Lizv_nad7	Strele	SAIFI	
X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y	
1	0,255	0,000	0,616	0,544	11,35	31,50	3,91	7,70 2003_LJ
2	0,139	0,072	0,490	0,458	16,58	34,44	2,96	3,72 2003_CE
3	0,178	0,000	0,520	0,457	15,42	32,70	2,36	4,40 2003_MB
4	0,165	0,000	0,476	0,430	11,84	27,03	4,73	4,44 2003_PR
5	0,323	0,000	0,633	0,583	8,11	19,17	4,78	2,22 2003_GO
6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0 2007_LJ
7	0,171	0,022	0,506	0,480	16,53	34,43	3,50	5,68 2007_CE
8	0,211	0,383	0,544	0,480	14,91	33,73	2,44	3,05 2007_MB
9	0,203	0,042	0,500	0,461	13,48	27,21	6,13	3,82 2007_PR
10	0,406	0,000	0,679	0,624	8,19	19,50	6,24	2,40 2007_GO
11	0,294	0,044	0,636	0,562	10,90	30,42	5,82	2,45 2008_LJ
12	0,173	0,000	0,505	0,479	16,35	36,41	4,00	3,25 2008_CE
13	0,244	0,374	0,558	0,493	14,71	34,67	3,24	2,38 2008_MB
14	0,223	0,041	0,525	0,475	13,60	27,20	6,08	2,21 2008_PR
15	0,455	0,000	0,685	0,615	8,16	19,38	3,84	1,79 2008_GO
16	0,313	0,189	0,631	0,556	10,93	30,00	3,91	1,80 2009_LJ
17	0,188	0,063	0,531	0,494	14,47	31,83	3,06	1,98 2009_CE
18	0,259	0,501	0,550	0,483	14,54	34,53	5,08	3,90 2009_MB
19	0,225	0,107	0,525	0,473	14,46	27,09	6,06	1,82 2009_PR
20	0,469	0,000	0,685	0,600	8,32	19,43	4,07	1,07 2009_GO
21	0,316	0,229	0,627	0,552	10,94	30,41	2,25	1,49 2010_LJ
22	0,192	0,101	0,533	0,500	14,29	31,15	1,94	1,52 2010_CE
23	0,262	0,532	0,556	0,490	13,71	33,98	2,36	1,79 2010_MB
24	0,230	0,107	0,526	0,475	14,20	27,15	3,79	1,65 2010_PR
25	0,499	0,000	0,684	0,606	8,63	18,98	2,16	1,53 2010_GO

Analiza dejavnikov: priprava podatkov

1. Vsi podatki

- (vse distribucije po vseh letih ... 24 podatkov ... ni EL LJ 07)

Izberi: **SAIFI** vnesi SAIFI ali SAIDI

Podatki v okvirju so vhodni podatki za model. Kopiraj v datoteko multiple.txt

Varianta: Vsi podatki, vse spremenljivke								
	delež_KB	del_sh_res	zazankanost	zazank_DV	Lizv_pov	Lizv_nad7	Strele	SAIFI
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y
1	0,255	0,000	0,616	0,544	11,35	31,50	3,91	7,70 2003_LJ
2	0,139	0,072	0,490	0,458	16,58	34,44	2,96	3,72 2003_CE
3	0,178	0,000	0,520	0,457	15,42	32,70	2,36	4,40 2003_MB
4	0,165	0,000	0,476	0,430	11,84	27,03	4,73	4,44 2003_PR
5	0,323	0,000	0,633	0,583	8,11	19,17	4,78	2,22 2003_GO
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0 2007_LJ
6	0,171	0,022	0,506	0,480	16,53	34,43	3,50	5,68 2007_CE
7	0,211	0,383	0,544	0,480	14,91	33,73	2,44	3,05 2007_MB
8	0,203	0,042	0,509	0,461	13,48	27,21	6,13	3,82 2007_PR
9	0,406	0,000	0,679	0,624	8,19	19,50	6,24	2,40 2007_GO
10	0,294	0,044	0,636	0,562	10,90	30,42	5,82	2,45 2008_LJ
11	0,173	0,000	0,505	0,479	16,35	36,41	4,00	3,25 2008_CE
12	0,244	0,374	0,558	0,493	14,71	34,67	3,24	2,38 2008_MB
13	0,223	0,041	0,525	0,475	13,60	27,20	6,08	2,21 2008_PR
14	0,455	0,000	0,685	0,615	8,16	19,38	3,84	1,79 2008_GO
15	0,313	0,189	0,631	0,556	10,93	30,00	3,91	1,80 2009_LJ
16	0,188	0,063	0,531	0,494	14,57	31,83	3,06	1,98 2009_CE
17	0,259	0,501	0,550	0,483	14,44	34,53	5,08	3,90 2009_MB
18	0,225	0,107	0,525	0,473	14,06	27,09	6,06	1,82 2009_PR
19	0,469	0,000	0,685	0,600	8,32	19,43	4,07	1,07 2009_GO
20	0,316	0,229	0,627	0,552	10,94	30,41	2,25	1,49 2010_LJ
21	0,192	0,101	0,533	0,500	14,29	31,15	1,94	1,52 2010_CE
22	0,262	0,532	0,556	0,490	13,71	33,98	2,36	1,79 2010_MB
23	0,230	0,107	0,526	0,475	14,20	27,15	3,79	1,65 2010_PR
24	0,499	0,000	0,684	0,606	8,63	18,98	2,16	1,53 2010_GO

Analiza dejavnikov: program Multiple (Rezultati)

Varianta: brez CE, LJ 2007, MB 2009, vse spremenljivke

	delež_K X1	del_sh_res X2	zazankanc X3	zazank_D' X4	Lizv_pov X5	Lizv_nad X6	Strele X7	SAIDI Z	
1	0,255	0	0,616	0,544	11,35	31,5	3,91	129	2003_LJ
2	0,178	0	0,52	0,457	15,42	32,7	2,36	158	2003_MB
3	0,165	0	0,476	0,43	11,84	27,03	4,73	176	2003_PR
4	0,323	0	0,633	0,583	8,11	19,17	4,78	195,1	2003_GO
5	0,211	0,383	0,544	0,48	14,91	33,73	2,44	100	2007_MB
6	0,203	0,042	0,509	0,461	13,48	27,21	6,13	129	2007_PR
7	0,406	0	0,679	0,624	8,19	19,5	6,24	107,8	2007_GO
8	0,294	0,044	0,636	0,562	10,9	30,42	5,82	110,62	2008_LJ
9	0,244	0,374	0,558	0,493	14,71	34,67	3,24	99,6	2008_MB
10	0,223	0,041	0,525	0,475	13,6	27,2	6,08	145,11	2008_PR
11	0,455	0	0,685	0,615	8,16	19,38	3,84	43,26	2008_GO
12	0,313	0,189	0,631	0,556	10,93	30	3,91	72,74	2009_LJ
13	0,225	0,107	0,525	0,473	14,06	27,09	6,06	102,85	2009_PR
14	0,469	0	0,685	0,6	8,32	19,43	4,07	28,56	2009_GO
15	0,316	0,229	0,627	0,552	10,94	30,41	2,25	77,43	2010_LJ
16	0,262	0,532	0,556	0,49	13,71	33,98	2,36	52,03	2010_MB
17	0,23	0,107	0,526	0,475	14,2	27,15	3,79	145,21	2010_PR
18	0,499	0	0,684	0,606	8,63	18,98	2,16	35,86	2010_GO
	velik	majhen	OK		< 0 !!	< 0 !!	< 0 !!		
beta	-899,594	-85,596	-1304,171	2068,106	-1,207	-3,87	-9,812	219,396	
probability	99%	86%	69%	90%	18%	60%	97%	87%	
	odlično	zelo dobro	dobro						
std error	16,46								
R^2	93%	zelo dobro							
R^2 adj	88%	zelo dobro							

Analiza dejavnikov: priprava podatkov

2. Povprečni podatki

- (letno povprečje vseh distribucij skupaj... 5 podatkov)

Varianta: povpr.letno za SLO distribucijo (2003, 2007-2010)

	delež_KB	del_sh_res	azankanost	zazank_DV	Lizv_pov	Lizv_nad7	Strele	SAIFI	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y	
1	0,205	0,015	0,55	0,49	12,59	30,01	3,69	5,26	2003_Skupaj
2	0,221	0,144	0,54	0,49	13,58	29,69	4,40	3,86	2007_Skupaj
3	0,260	0,105	0,58	0,52	12,52	30,24	4,83	2,49	2008_Skupaj
4	0,275	0,204	0,58	0,51	12,35	29,37	4,44	2,25	2009_Skupaj
5	0,281	0,232	0,58	0,52	12,26	29,19	2,53	1,59	2010_Skupaj

- 3 letna povprečja posameznih distribucij (2008-2010) ... 5 podatkov

Varianta: povprečni letni podatki za posamezne distribucije (2008-2010)

	delež_KB	del_sh_res	azankanost	zazank_DV	Lizv_pov	Lizv_nad7	Strele	neurje_dni	SAIFI
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	Y
1	0,308	0,155	0,63	0,56	10,92	30,28	3,99	22	1,91 LJ
2	0,184	0,055	0,52	0,49	15,01	32,96	3,00	16	2,25 CE
3	0,255	0,469	0,55	0,49	14,27	34,39	3,56	28	2,69 MB
4	0,226	0,085	0,53	0,47	13,95	27,15	5,31	22	1,90 PR
5	0,474	0,000	0,68	0,61	8,36	19,26	3,36	6	1,47 GO

- Indeksirana povprečja posameznih distribucij (2008-2010)

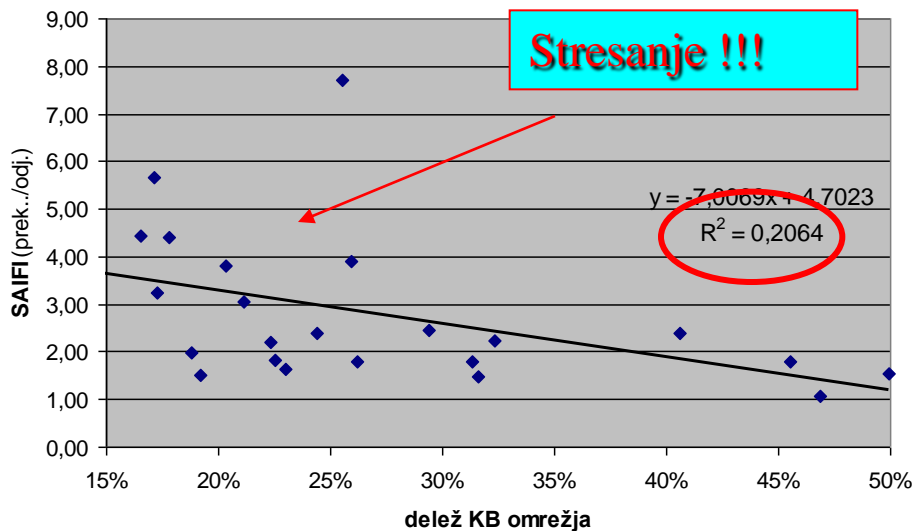
Varianta: 2008-2010 (INDEKSIRANO) povprečje po distribucijah

	del_KB_ind	sh_res_ind	zazank_ind	Lizv_7_ind	Strele_ind	Neurje_ind	razgib_ind	SAIFI_ind
	X1	X2	X3	X6	X7	X8	X10	Y
1	1,055	1,210	1,077	1,066	1,07	1,357	0,969	0,996 LJ
2	0,632	0,429	0,892	1,161	1,16	1,007	1,172	1,171 CE
3	0,868	3,543	0,950	1,208	1,21	0,863	0,731	1,085 MB
4	0,775	0,666	0,896	0,956	0,96	1,357	1,255	0,986 PR
5	1,626	0,000	1,168	0,678	0,68	0,370	0,937	0,762 GO

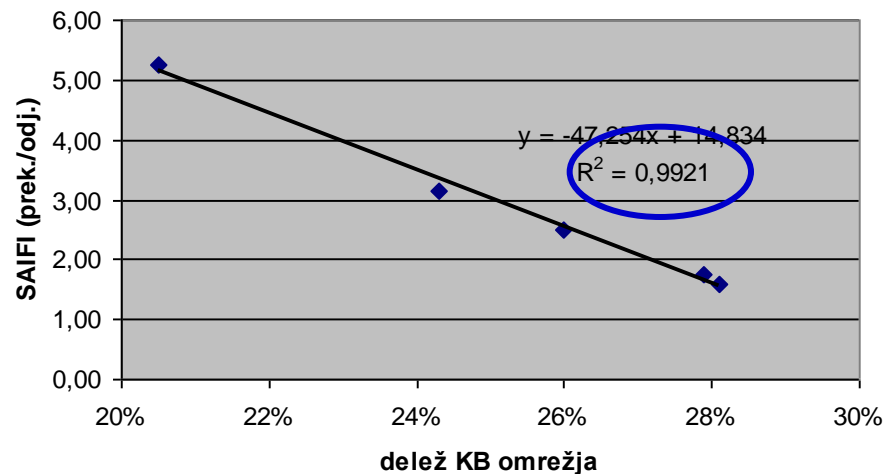
Indeksiranje na povprečje -> možno primerjanje različnih spremenljivk

Analiza dejavnikov: SAIFI - enostavna regresija

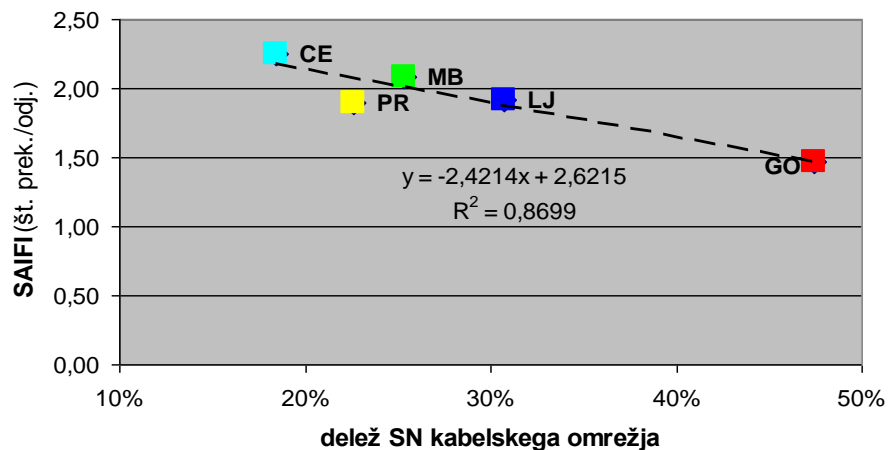
SAIFI in delež KB omrežja (vsi podatki)



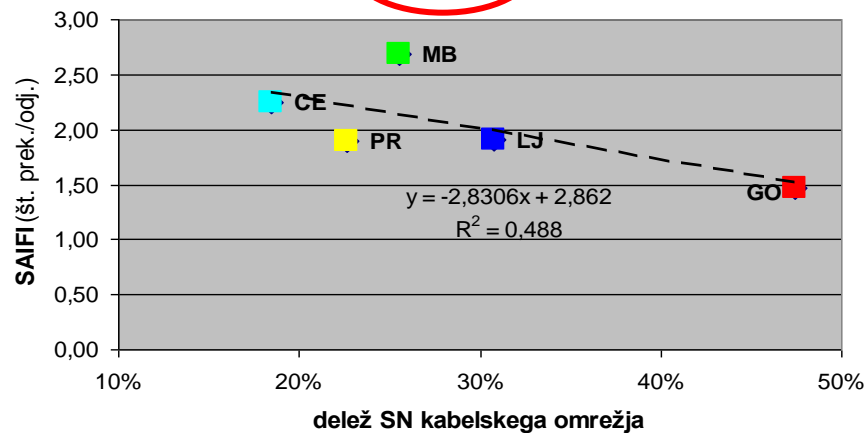
SAIFI in delež KB omrežja (povprečni letni podatki SLO 2003,2007 brez LJ in CE, 2008,2009 brez MB, 2010)



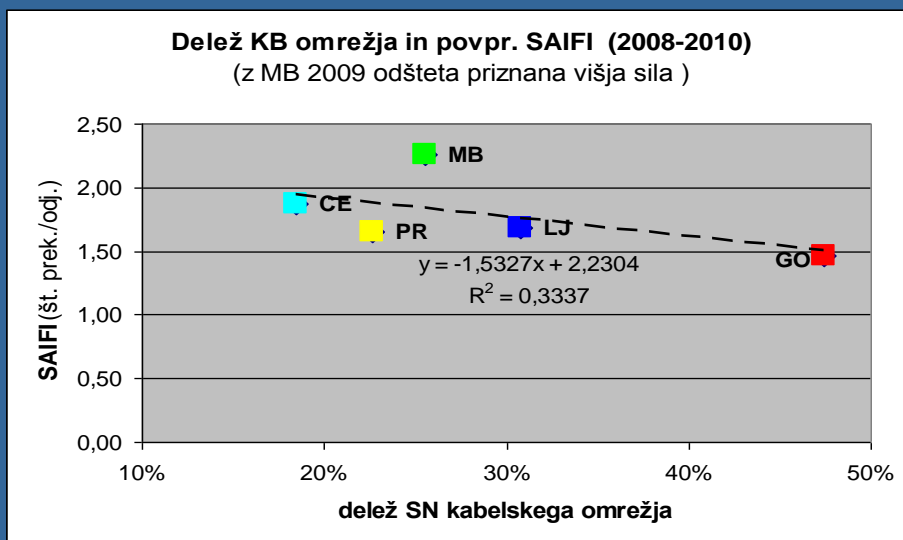
Delež KB omrežja in povpr. SAIFI (2008-2010) (brez MB 2009)



Delež KB omrežja in povpr. SAIFI (2008-2010) (z MB 2009)

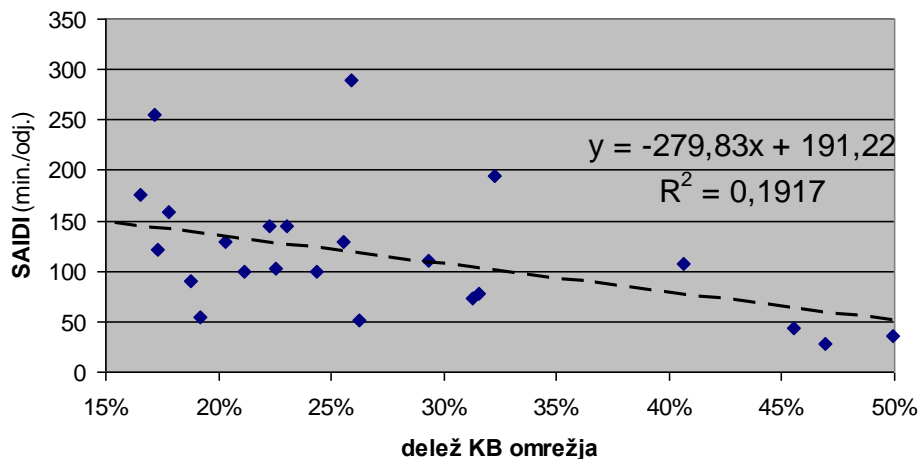


Analiza dejavnikov: SAIFI - enostavna regresija



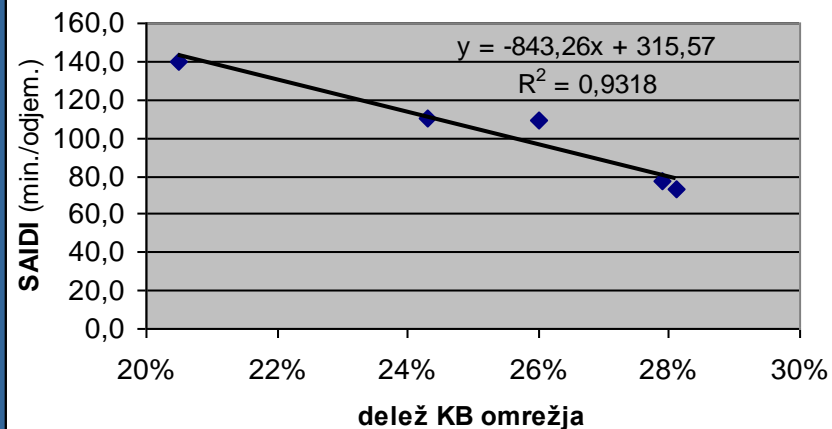
Analiza dejavnikov: SAIDI - enostavna regresija

SAIDI in delež KB omrežja (vsi podatki)



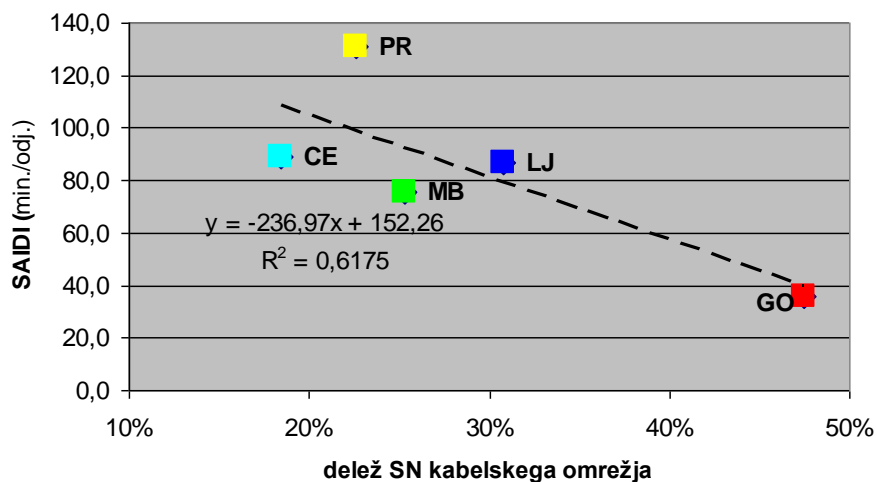
SAIDI in delež KB omrežja

(povprečni letni podatki SLO 2003,2007 brez LJ in CE, 2008,2009 brez MB, 2010)



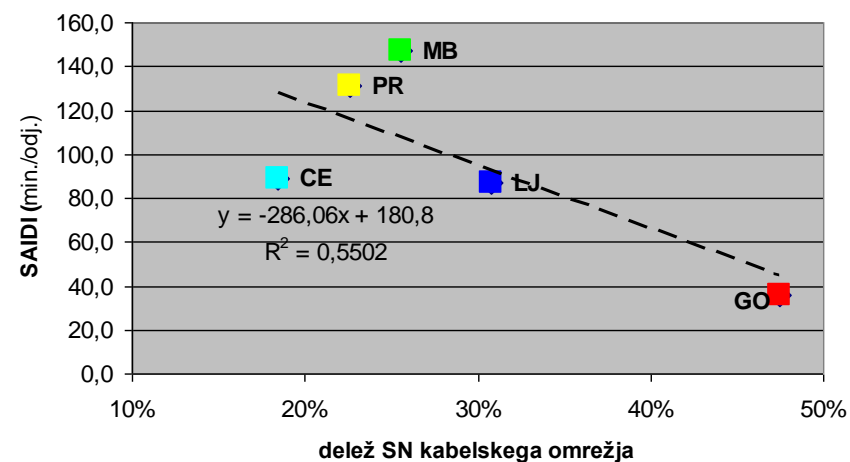
Delež SN KB omrežja in povpr. SAIDI (2008-2010)

(brez MB 2009)

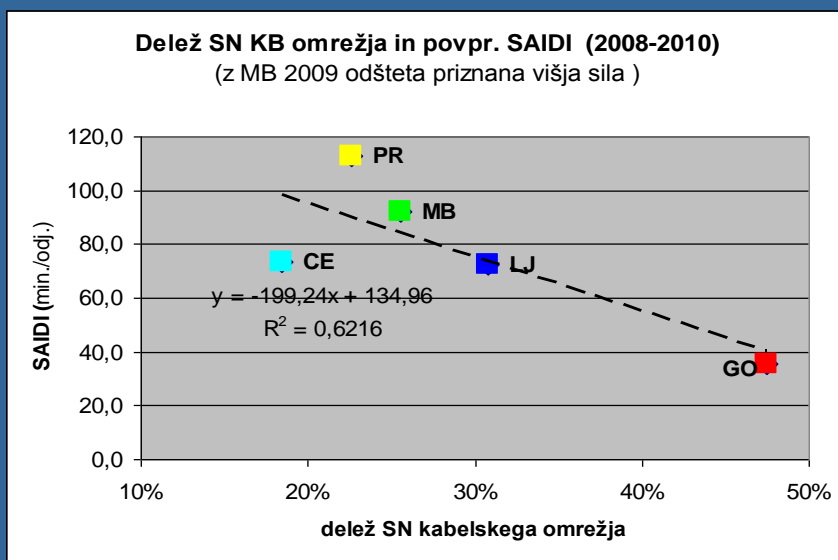


Delež SN KB omrežja in povpr. SAIDI (2008-2010)

(z MB 2009)

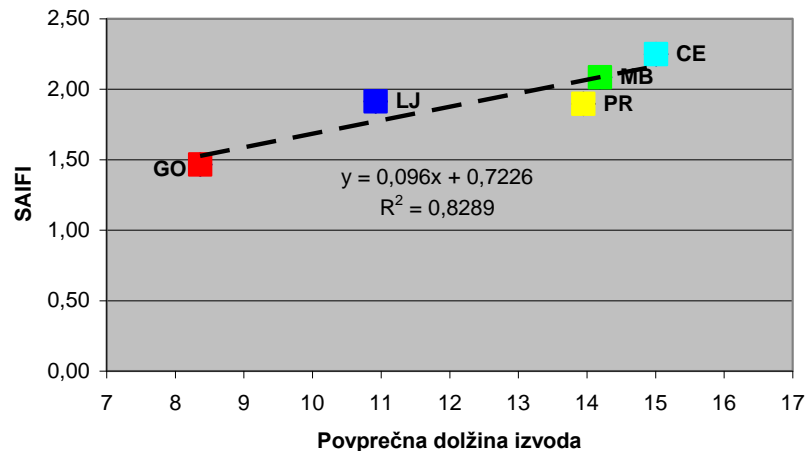


Analiza dejavnikov: SAIDI - enostavna regresija

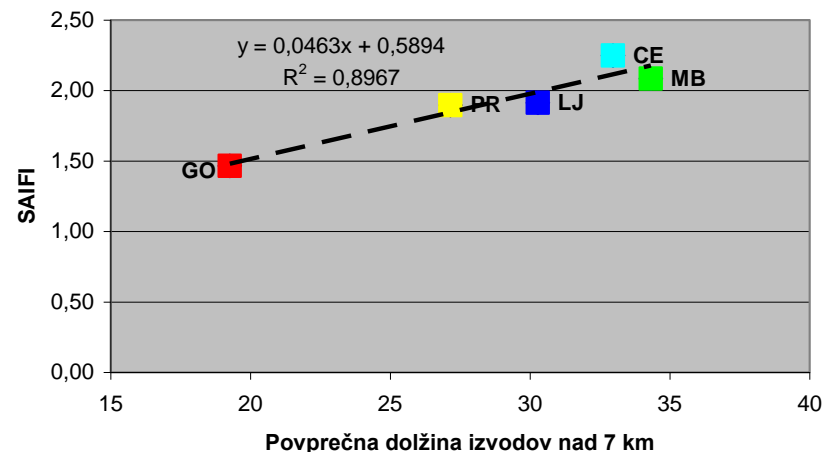


Analiza dejavnikov: enostavna regresija

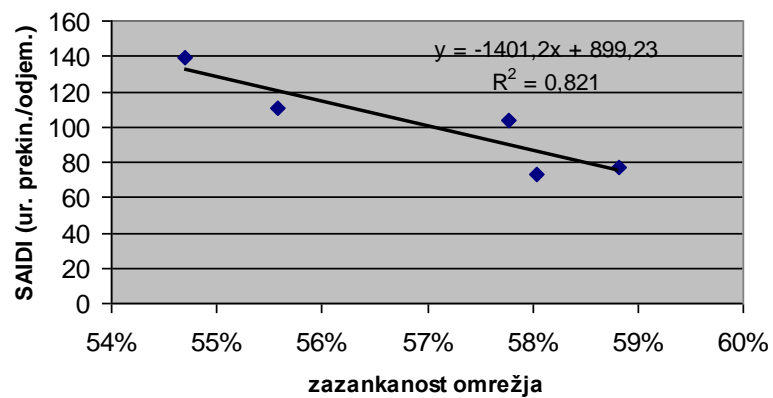
Povpr. dolžina izvoda in povpr. SAIFI (2008-2010)



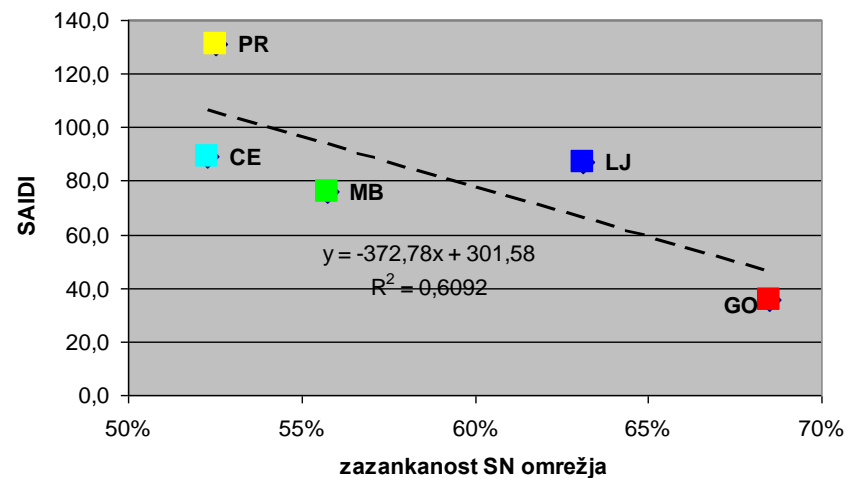
Povpr. dolž. izvod. >7km in povpr. SAIFI (2008-2010)



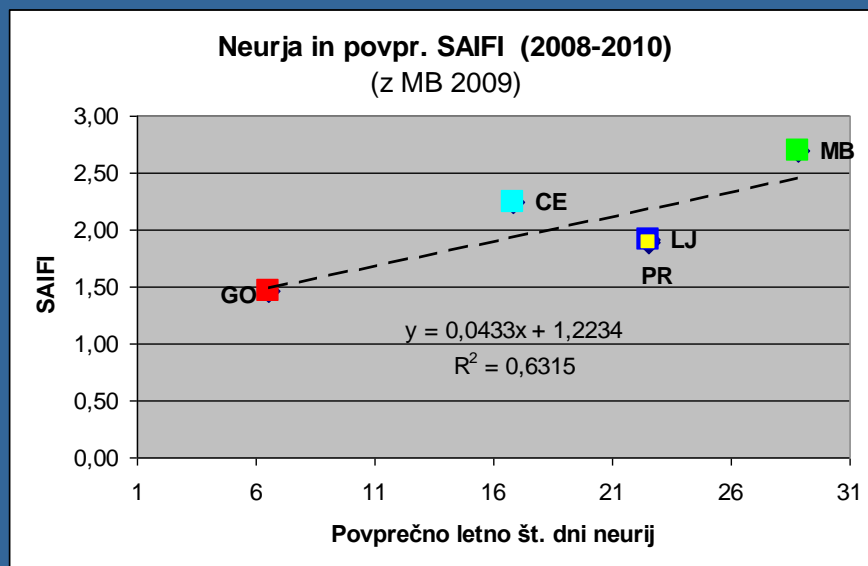
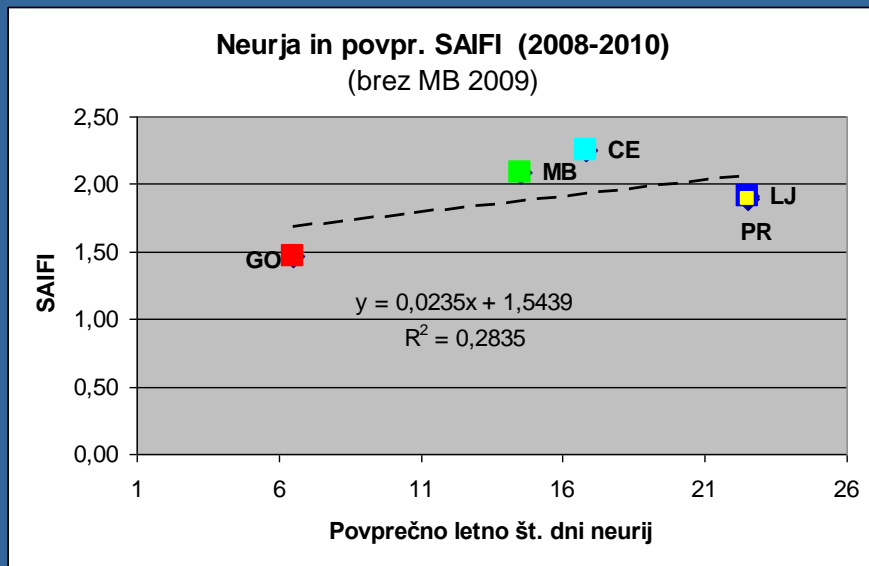
SAIDI in zazankanost omrežja
(povprečni letni podatki SLO 2003,2007 brez LJ in CE,
2008,2009 brez MB, 2010)



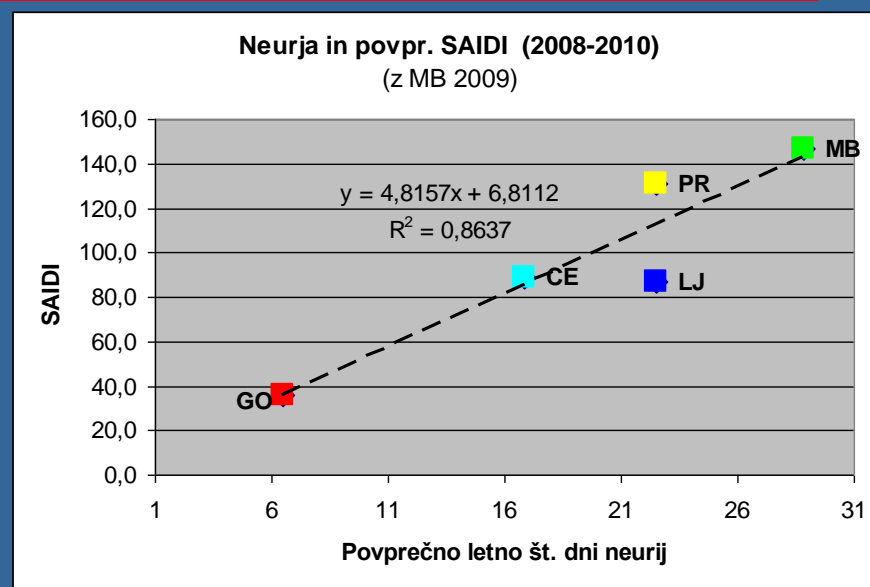
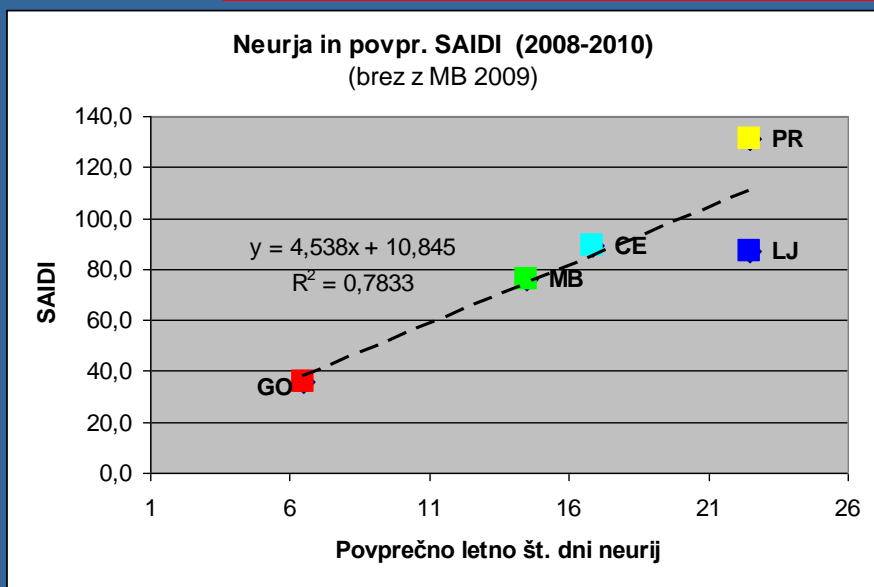
Zazankanost SN omrežja in povpr. SAIDI (2008-2010)



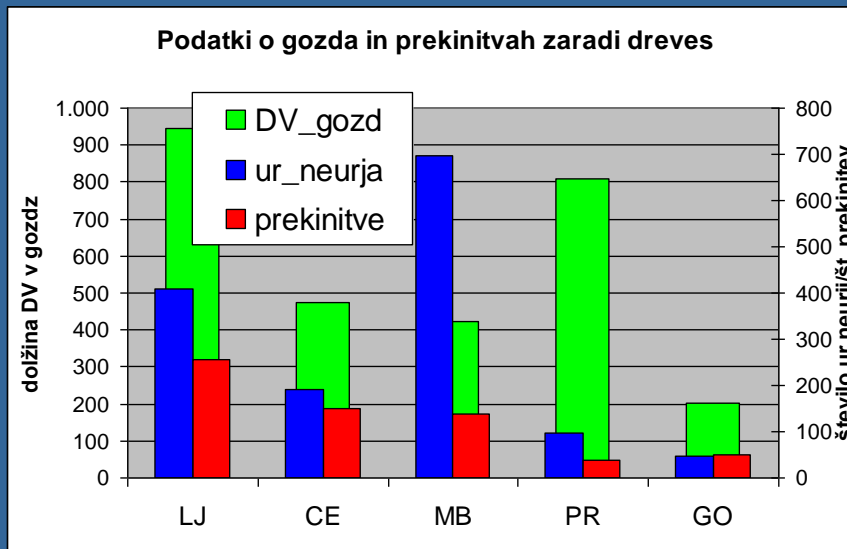
Analiza dejavnikov: enostavna regresija



Neurja statistično bolj vplivajo na SAIDI !!!



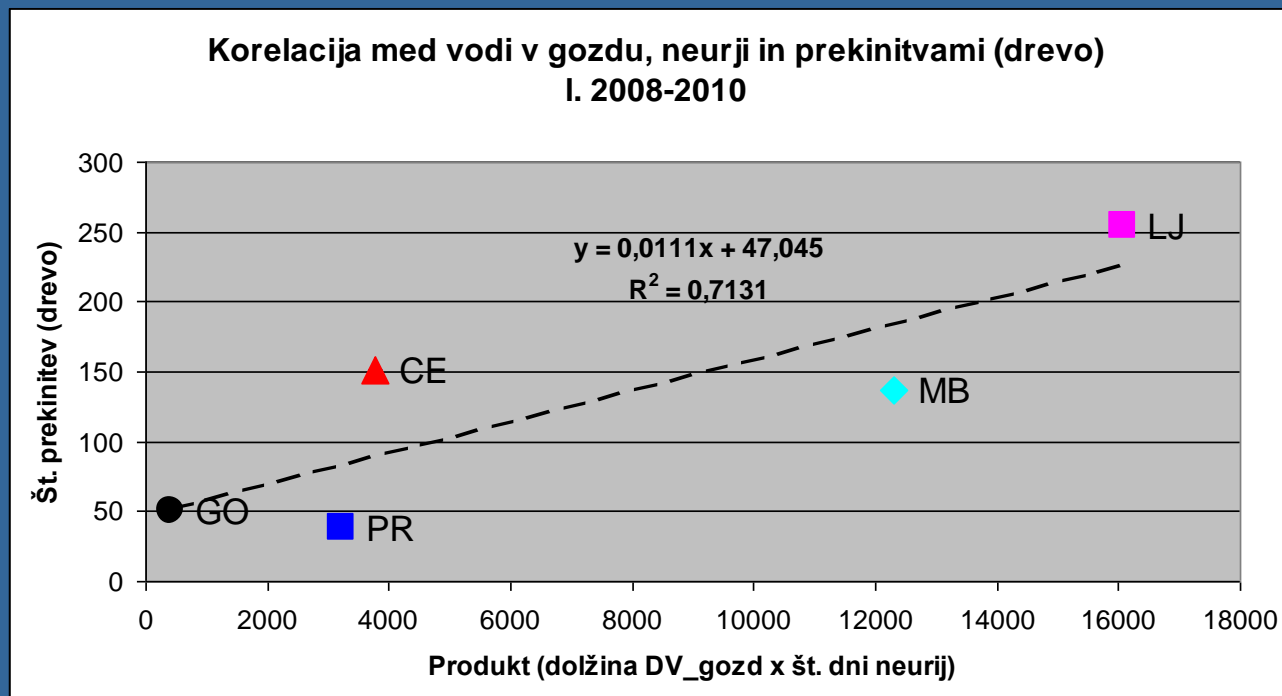
Analiza dejavnikov: enostavna regresija



Varianta: korel. Produkt: Gozd*neurje in prekinitve

	gozd*neurje X1*X2	prekinitve Z
1	16068,094	255 LJ
2	3782,392	151 CE
3	12301,191	137 MB
4	3229,988	39 PR
5	404,671032	50 GO

beta	0,011	47,045
probability	84%	58%
	zelo dobro	dobro
std error	54,21	
R ²	71%	zelo dobro
R ² adj	62%	



Analiza dejavnikov: multipla regresija (SAIFI)

			delež_KB	del_sh_res	zazankand	zazank_DV	Lizv_pov	Lizv_nad7	Strele	SAIFI	R ²	R ² _adjust	Opomba
	N		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Y			
VSI podatki	24	β	-2,02	-5,13	13,32	-21,68	-0,34	0,27	0,15	3,54			
		H	11%	93%	27%	50%	55%	81%	46%	25%	42%	17%	slabo
brez CE 07, MB 09	22	β	-12,706	-5,726	40,847	-43,805	-0,374	0,152	-0,031	6,334			
		H	65%	96%	73%	85%	66%	59%	10%	0,484	53%	29%	slabo
brez GO, CE 07, MB 09	17	β	-44,693	-3,352	94,196	-88,994	-0,536	0,266	0,235	3,83			
		H	85%	58%	95%	96%	81%	75%	54%	28%	71%	49%	dobro
brez GO, LJ 03, CE 07, MB 09	16	β	-17,98	-3,155	43,245	-59,152	-0,355	0,223	0,06	10,23			
		H	70%	86%	91%	99%	92%	91%	34%	94%	86%	73%	zelo dobro
Podatki (2008,2009,2010)	15	β	9,989	-0,369	-22,818	25,667	0,171	0,144	0,285	-8,371			
		H	94%	22%	80%	85%	45%	92%	99%	67%	90%	79%	nelogično
Samo LJ in GO, brez X4	9	β	-141,749	-13,205	319,282		5,618	-1,548	-1,924	-160,681			
		H	88%	82%	87%		75%	74%	89%	85%	95%	82%	odlično
Samo LJ in GO, brez X2	9	β	-301,683		819,952	-181,368	13,212	-4,26	-2,956	-325,498			
		H	100%		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	odlično

Varianta: povprečni podatki brez LJ in CE 2007 in MB 2009

	delež_KB	del_sh_res	SAIFI	
	X1	X2	Y	
1	0,205	0,015	5,26	2003_Skupaj
2	0,243	0,197	3,15	2007_Skupaj
3	0,260	0,119	2,49	2008_Skupaj
4	0,279	0,118	1,76	2009_Skupaj
5	0,281	0,238	1,59	2010_Skupaj
beta	-44,298	-1,549	14,297	
probability	100%	72%	100%	
	visoka	solidna		
std error	0,13			
R ²	100%	visoka		
R ² adj	99%	visoka		

Varianta: 2008-2010 (INDEKSIRANO) povpr brez MB 09

	Lizv_7_ind	Odkl_z_ind	SAIFI_ind	
	X6	X14	Y	
1	1,066	1,046	0,996	LJ
2	1,161	1,072	1,171	CE
3	1,208	0,75	1,085	MB
4	0,956	0,989	0,986	PR
5	0,678	1,336	0,762	GO
beta	0,876	0,232	-0,129	
probability	93%	54%	0,18	
	zelo dobro	dobro		
std error	0,058			
R ²	93%	zelo dobro		
R ² adj	85%	zelo dobro		

Zelo vplivni dejavniki: delež KB, dolgi izvodi

Vplivni: odklopniki, resonančna zaščita

Analiza dejavnikov: multipla regresija (SAIDI)

			delež_KB	del_sh_res	zazankand	zazank_DV	Lizv_pov	Lizv_nad7	Strele	Neurje	SAIDI	R ²	R ² _adjust	Opomba	
	N		X1	X2	X3										
VSI podatki	24	β	-90,61	44,78	-708,20	48									
		H	11%	29%	32%										slabo
brez CE 07, MB 09	22	β	-850,157	-27,183	1069,628	-828,977	-5,741	-5,507	4,624		358,675				dobro
		H	98%	32%	75%	72%	44%	76%	55%		0,841	68%	51%		dobro
brez podatkov CE, in brez MB 09	18	β	-899,594	-85,596	-1304,171	2068,106	-1,207	-3,87	-9,812		219,396				zelo dobro
		H	99%	86%	69%	90%	18%	60%	97%		87%	93%	88%		zelo dobro
brez podatkov CE, in brez MB 09	18	β	-1232,39		70,816	847,005	0,491	-9,402	-8,26		263,202				nelogično
		H	100%		6%	61%	7%	99%	92%		90%	91%	87%		nelogično
Podatki (2008-2010) z MB 09	15	β	576,655	93,739	-2594,544	1692,141	-15,851	5,114	21,969	3,011	455,066				nelogično
		H	79%	60%	87%	75%	44%	53%	99%	100%	44%	95%	87%		nelogično
Podatki (2008-2010) z MB 09	15	β		12,369	-229,62					3,35	66,719				zelo dobro
		H		17%	84%					100%	90%	80%	74%		zelo dobro
Podatki (2008-2010) z MB 09	15	β	-107,554	16,25						3,41	62,073				zelo dobro
		H	69%	21%						100%	87%	77%	71%		zelo dobro

Korelirani spremenljivki X1 in X3)

Varianta: 2008-2010 (INDEKSIRANO) povpr. Z MB 09

	zazank_ind	neurje_ind	SAIDI_ind	
	X3	X8	Z	
1	1,081	1,162	0,887	LJ
2	0,896	0,863	0,909	CE
3	0,950	1,496	1,500	MB
4	0,900	1,162	1,337	PR
5	1,173	0,317	0,366	GO
beta	-1,206	0,728	1,477	
probability	72%	91%	73%	
	zelo dobro	zelo dobro		
std error	0,162			
R ²	93%	zelo dobro		
R ² adj	87%	zelo dobro		

Varianta: 2008-2010 (INDEKSIRANO) povpr. brez MB 09

	zazank_ind	neurje_ind	SAIDI_ind	
	X3	X8	Z	
1	1,077	1,357	1,038	LJ
2	0,892	1,007	1,064	CE
3	0,950	0,863	0,905	MB
4	0,896	1,357	1,565	PR
5	1,168	0,370	0,429	GO
beta	-1,403	0,648	1,756	
probability	75%	87%	77%	
	zelo dobro	zelo dobro		
std error	0,176			
R ²	91%	zelo dobro		
R ² adj	81%	zelo dobro		

Zelo vplivni dejavniki: neurja, delež KB (če ne upoštevamo neurnih let), zazankanost

Ključno vprašanje: Kaj vpliva na delež KB omrežja, ki je glavni dejavnik ???

leto 2010	LJ	CE	MB	PR	GO	SLO
konica / MW	652	341	411	272	171	1846
Površina/km ²	6.127	4.067	3.884	4.290	2.025	20.392
ef.površ.(TP 500m)	2.167	1.699	1.905	1.247	554	7.572
pov.gostota MW/km ²	0,11	0,08	0,11	0,06	0,08	0,09
indeks.pov.gost.SLO	1,17	0,93	1,17	0,70	0,93	1,00
ef.gostota MW/km ²	0,30	0,20	0,22	0,22	0,31	0,24
Efekt gostota Ind	1,23	0,82	0,88	0,89	1,27	1,00

Varianta: korel. Gostota, omrežnina in delež KB

	Gost_ind	Om_r_ind	delez_KB
	X10	X13	Z
1	1,23	0,80	0,32 LJ
2	0,82	1,01	0,19 CE
3	0,88	1,03	0,26 MB
4	0,89	1,05	0,23 PR
5	1,27	1,12	0,50 GO
beta	0,562	0,485	-0,758
probability	99%	96%	0,974

AGEN-RS opozarja, da korelacija z normalizirano vrednostjo omrežnine glede na distribuirano električno energijo predstavlja preveliko poenostavitev, zato lahko takšna analiza služi le kot namig regulatorju, da opravi celovitejšo analizo vpliva omrežnine na delež KB omrežja (ob upoštevanju strukture odjema, strukture upravičenih stroškov posameznih podjetij itd.) .

odlično odlično
 0,023 odlično
98% odlično
 97% odlično

Skupaj/ Povprečje
8556
0,797
3,44
3,67
1,65

* Vrednosti so v SIT 1. januar 2002

1 EUR= 222 SIT

Opomba: izračunani skupni neto prihodek za distribucijo iz omrežnine v l. 2002: 31.358 mio SIT

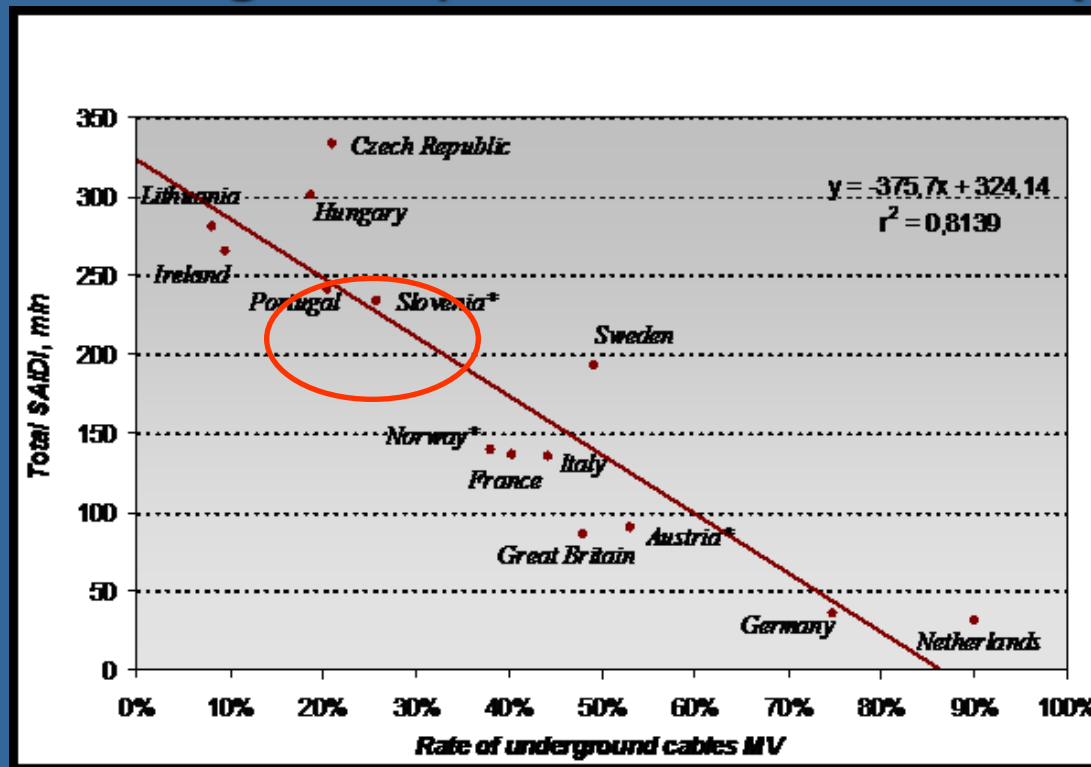
http://www.stat.si/indikatorji_preracun_reval.asp

Revalorizacija na 30.6.2011: 181,5 mio €

Predlog ukrepov

1. Podjetja v skladu s svojo specifično stanja omrežja in dejavnikov izvajajo vrsto učinkovitih ukrepov za izboljšanje zanesljivosti;
2. Precejšnja rezerva je še v vgradnji stikal z zaščito v daljše stranske odcepe (velja predvsem za EL MB in EL LJ).
3. Intenzivna strateška usmeritev v kabliranje omrežja je prisotna le na EL GO, kjer se rezultati izražajo v dobrih kazalcih SAIDI in SAIFI;
4. Da bi lahko dolgoročno dosegli primerljive ciljne vrednosti kazalcev zanesljivosti, predlagamo, da se usmeritev v kabliranje omrežja v okviru danih geografskih in ekonomskih dejavnikov sprejme za vsa distribucijska podjetja.

Predlog ukrepov: Analiza CEER (*)



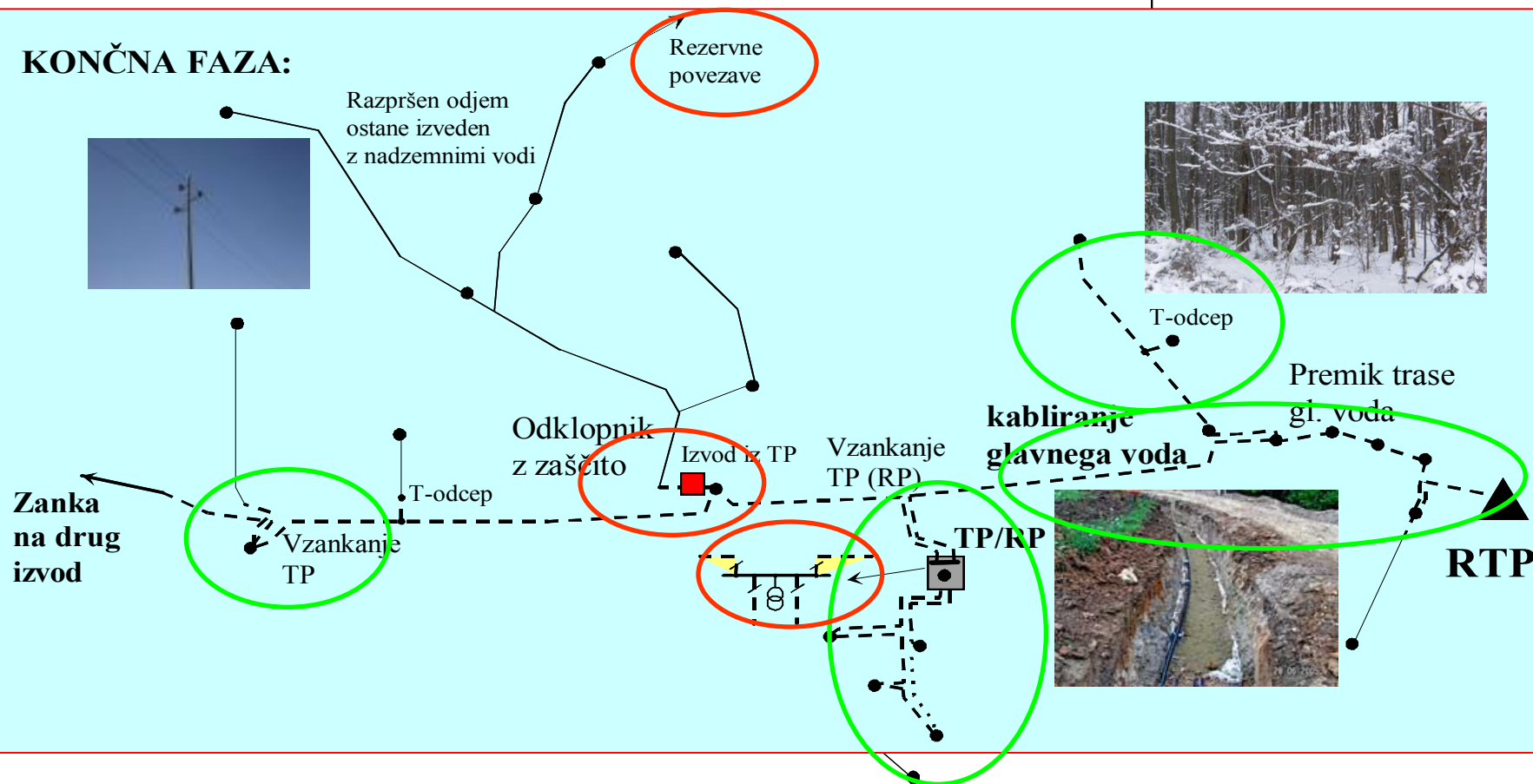
- Slovenija se nahaja med državami s podpovprečno stopnjo pokablenosti, v skupini držav Portugalska, Madžarska, Češka

* Neuradna verzija (razpoložljiva v času izdelave študije)! Uradna verzija:

http://www.energy-regulators.eu/portal/page/portal/EER_HOME/CEER_5thBenchmarking_Report.pdf

Predlog ukrepov

KONČNA FAZA:



Kriteriji načrtovanja: zanesljivost

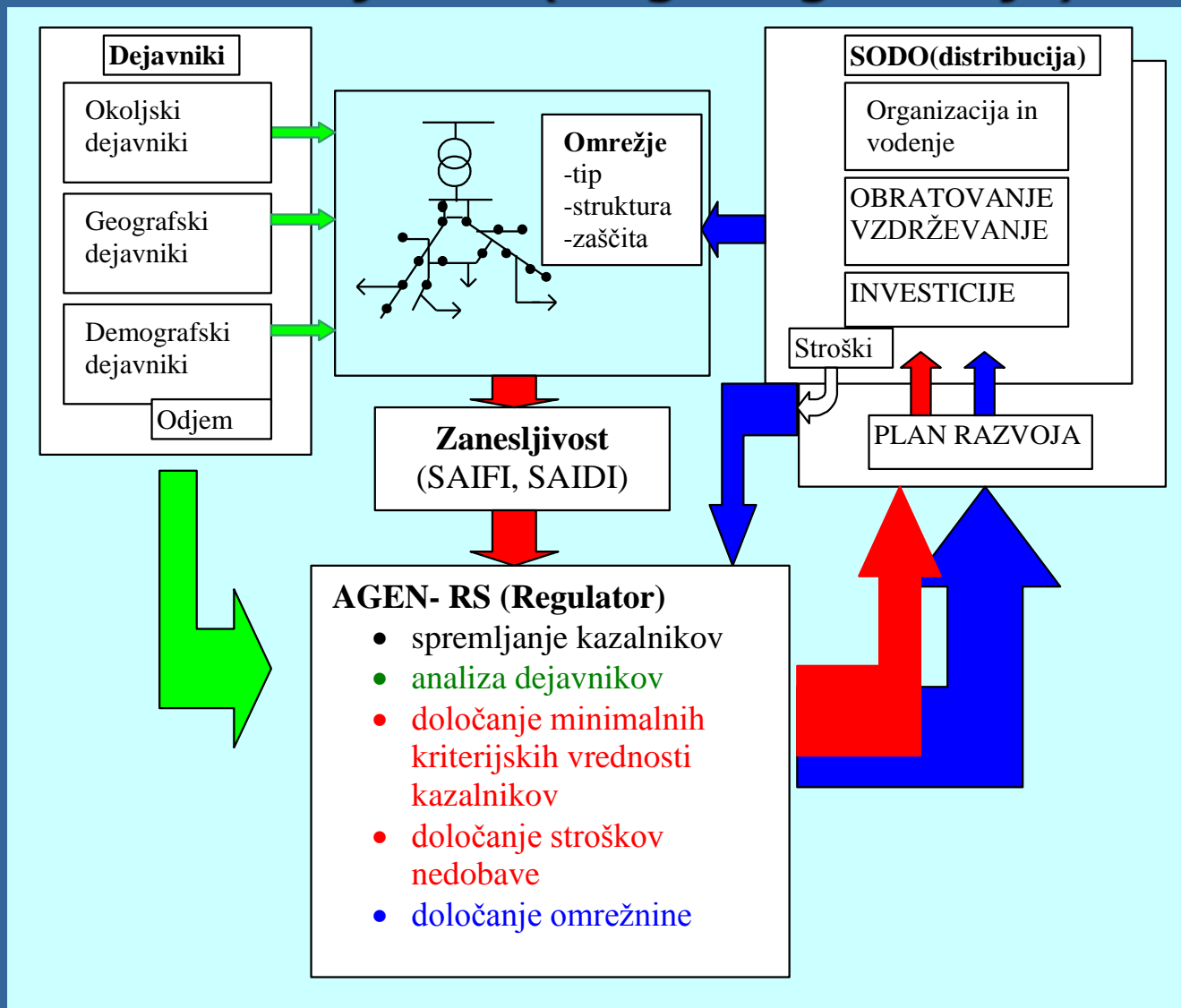
V štuijah REDOS se uporablja naslednje kriterijske vrednosti parametrov zanesljivosti za dolgoročno načrtovanje SN omrežja:

- 5 trajnih prekinitev na leto
- 20 kratkotrajnih prekinitev na leto;
- 20 ur na leto za skupno trajanje prekinitev.

Izjeme:

dolge alpske doline brez možnosti rezervnega napanja (Zgornje Posočje, Jezersko, Solčava)

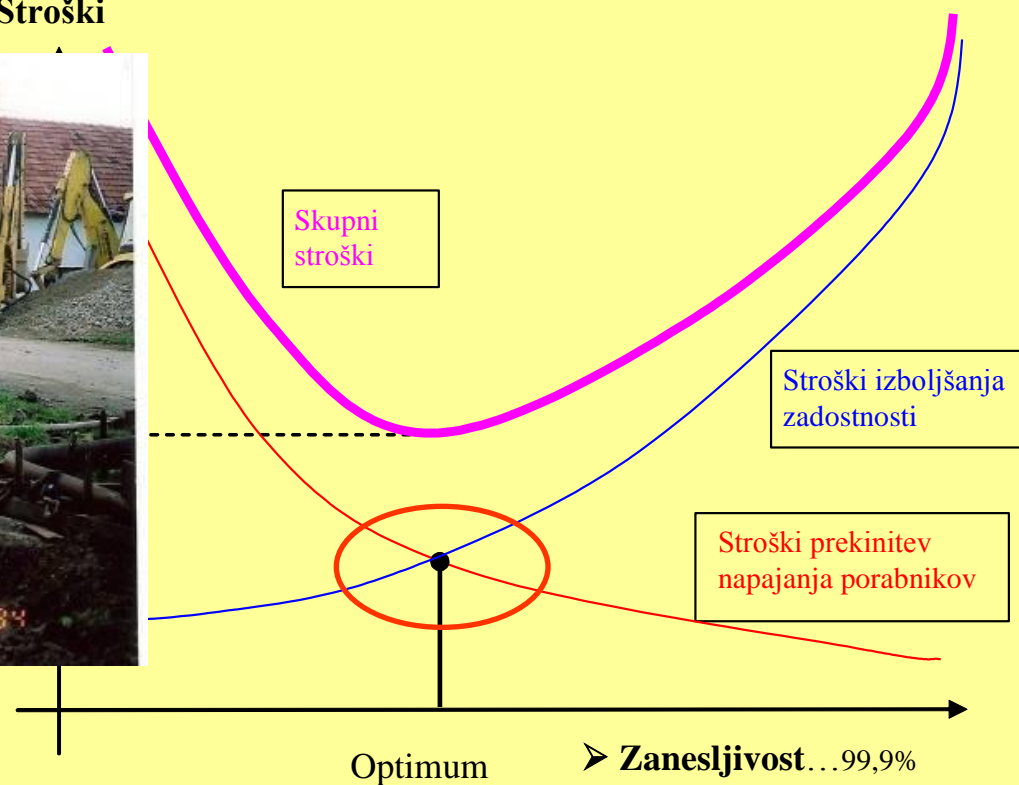
Zaključek (vloga regulatorja)



Zaključek (vloga distribucijskih podjetij)



Stroški



Zaključek



*Če zgradi nov kabelski se vod,
praznuje distribucija svoj god.
Odjemalcem res velika ustrežljivost,
je v omrežju večja zanesljivost.*

T.M.

Zahvala

Spremljanje študije:

David Batič (AGEN-RS)

Bojan Mlaj (AGEN-RS)

Rok Kšela (AGEN-RS)

Priprava projektov SNO v p.p. Gredos:

Gregor Škrt (Elektro Primorska) ... sveže ideje (višine, gostota odjema)

Tomì Kramaršek (Elektro Celje)

Marko Vilfan (Elektro Gorenjska)

Jože Zupanič (Elektro Maribor)

Simon Burger (Elektro Ljubljana)

Sodelavci

mag. Zvonko Bregar (EIMV) ... program Multiple

mag. Leon Valenčič (EIMV) ... strokovne usmeritve

Dr. Janko Kosmač, Vladimir Djurica, Goran, Milev ... ekipa SCALAR

Zunanji sodelavci:

Janez Avsec (Terragis d.o.o.) ... analiza višin v GIS