

Vít Květoň, Michal Žák

**Evaluation of winter weather conditions
from the winter road maintenance point
of view – principles and experiences**

15th May 2008, Prague

INTRODUCTION / HISTORY

- 2002 – Directory of Roads and Highways called for winter conditions evaluation on Czech roads and highways, general winter index was created by V. Kveton and M. Zak
- Spring 2004 – concrete winter index constructed, based on data of winter road maintenance (for period 1997-2003) from Mr. Ing. Havránek by V.Kveton.
- Winter season 2004-2005 - routine application for Zlin county, 12-parts-scale of winter road maintenance severity was used
- 2005-2006 partly indexes of ploughing and scattering have been added and evaluated as well.
- This routine application has been used since that up to now, with increasing numbers of regions and roads/highways in following seasons and with partly improvements

BASIC PRINCIPLES OF WINTER ROAD

MAINTENANCE INDEX AND ITS INTERPRETATION

- Winter road maintenance index is based on:
snow, icy road conditions (black ice, glaze, frost deposit) and snow drifts
- Index enables:
 - very exact evaluation of seasonal winter maintenance severity
 - mutual comparison
 - planning of winter road maintenance under various climate conditions
 - running supervision of maintenance output data is possible (but the shorter evaluated time, the worse preciseness!)

BASIC PRINCIPLES OF WINTER ROAD MAINTENANCE INDEX AND ITS INTERPRETATION

- This index doesn't replace road meteorology center forecasts! (they are keys for effective maintenance)
- Precise evaluation on daily bases and/or short parts of roads leads to loss of statistical benefit of working with large numbers (even small mistakes of interpolation can lead to large impreciseness)!
- Problem of evaluation of road forecasts (specific question, not solved here) but different from evaluation of maintenance severity

BASIC PRINCIPLES OF WINTER ROAD MAINTENANCE INDEX AND ITS INTERPRETATION

- Two possible ways of using winter index:
- *As number values:*
 - Increasing number = increasing winter road maintenance requirement, or as the 12-parts-scale, winter road maintenance severity was used
 - Enables spatial and temporal statistical analysis and comparisons
 - Not easily understandable for the governments and road maintenance staff (interpretation based on performance analysis needed (it means, based on results of statistical analysis of winter index related to winter maintenance data (performance, cost of maintenance etc.)))
- *As 12-parts-scale:*
 - Winter road maintenance severity is used (with 0 for no or minimal requirement for winter maintenance and 11 for total calamity on roads)
 - Enables to pronounce extraordinariness of the winter season or of its parts (days, weeks, months)
 - It is user friendly, easily understandable

SCALE OF ROAD MAINTENANCE INDEX

Degree	Frequence (probability) of occurence	Road maintenance severity
0	WI=0	No or minimal requirements
1	WI>0 and p>=0.8	Very small requirements
2	0.8>p>=0.7	Small requirements
3	0.7>p>=0.6	Medium requirements
4	0.6>p>=0.5	Normal, a bit decreased requirements
5	0.6>p>=0.5	Normal, a bit increased requirements
6	0.5>p>=0.3	Increased severity
7	0.3>p>=0.2	Strongly increased severity
8	0.2>p>=0.1	High severity
9	0.1>p>=0.05	Very high severity
10	0.05>p>=0.01	Calamity
11	p<=0.01	Total calamity

Weekly winter indexes in season 2004/2005 for regions of Zlin's county and pro road maintenance severities according to 12-parts scale

Date of the week's beginning (from, at 07 h CET)	Week of season	Weekly winter index				Road maintenance severity			
		Kroměříž	Uherské Hradiště	Vsetín	Zlín	Kroměříž	Uherské Hradiště	Vsetín	Zlín
27 th September 2004	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0
4 th October 2004	1	0,04	0,00	0,01	0,03	1	0	1	1
11 th October 2004	2	0,06	0,02	0,17	0,07	1	1	2	1
18 th October 2004	3	0,01	0,00	0,01	0,02	1	0	1	1
25 th October 2004	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0
1 st November 2004	5	0,17	0,13	1,08	0,39	2	1	4	2
8 th November 2004	6	0,36	0,56	2,14	0,89	2	3	5	3
15 th November 2004	7	3,74	3,91	5,98	4,14	6	6	8	7
22 nd November 2004	8	2,20	2,85	3,99	3,16	5	6	7	6
29 th November 2004	9	0,53	0,42	0,54	0,52	3	2	3	3
6 th December 2004	10	0,86	0,21	0,49	0,35	3	2	3	2
13 th December 2004	11	4,29	3,40	3,61	3,28	7	6	6	6
20 th December 2004	12	2,27	2,21	2,20	2,31	5	5	5	5
27 th December 2004	13	2,46	2,17	5,78	2,88	5	5	8	6
3 rd January 2005	14	2,03	1,28	4,87	1,84	5	4	7	5

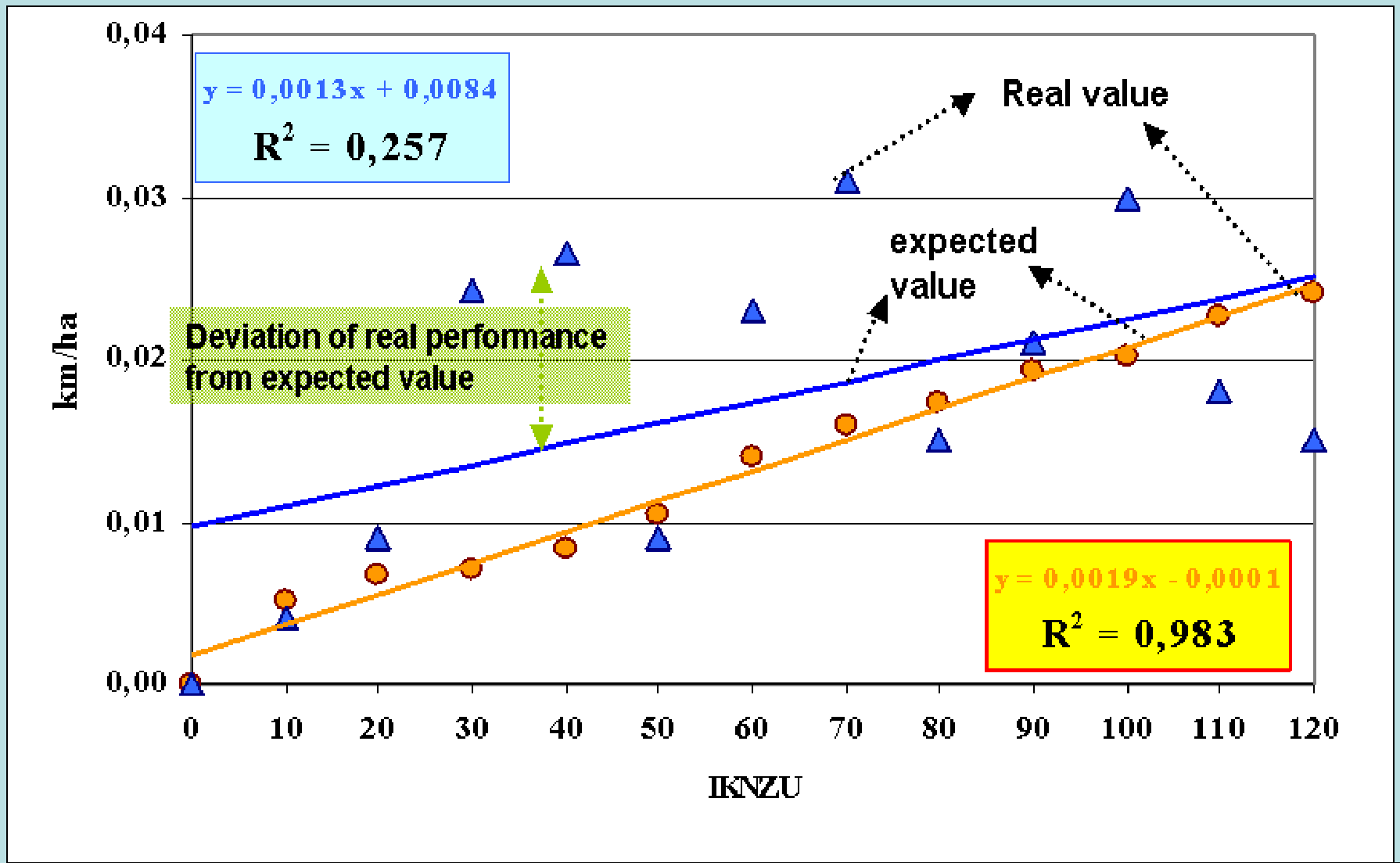
ROAD METEOROLOGICAL DATA

- One possible way for evaluation and improving of winter road maintenance
- But these data don't enables historical comparison and working with precipitation data
- Problem with data control
- Strong influence by state of roadway (way and quality maintenance, type of roadway, basement etc.)
- => They are not suitable for evaluating of maintenance efficiency and severity
- But they are very important for issuing road forecasts and their evaluation and for operative organizing of maintenance!

PERFORMANCE INTERPRETATION OF WINTER INDEX

- Using of winter index in road maintenance praxis needs corresponding interpretation based on results of statistical analysis of winter index related to winter maintenance data (performance, cost of maintenance etc)
- Performance analysis of winter index is related to unit of maintained road area enabling to compare maintenance between different centres and in different years (changes in road network/area size)
- This interpretation depends on the way of using of index like running issuing of index, back-evaluation for month, season, more years, long-term planning etc.

PERFORMANCE INTERPRETATION OF WINTER INDEX



Coefficient of determination in % for centres on highways

Interval v %	nad 98	91-98	80-90	60-79	50-59	30-49	1-29	0
Colour								

Centre	Ploughing	Scattering	Control rides (car)	Control rides (scatter car)	Control rides (both)	NaCl+CaCl2	Salt water	Innert
Ostrov	97,0	99,4	98,7	80,8	99,0	99,6	95,8	
Nová Ves	86,2	91,5	42,8	97,3	98,0	91,4	80,8	
Řehlovice	98,4	99,1	70,6	98,7	98,7	98,4	98,5	
Poříčany	92,5	98,1	40,1	98,6	96,2	97,3	97,8	
Pravy	99,1	98,6	77,5	91,6	88,5	98,2	98,3	
Mirošovice	91,9	98,9	90,9	98,9	98,8	97,8	81,4	
Ivanovice	97,7	98,6	85,1	97,9	93,5	98,2	98,9	
Bernartice	97,1	98,7	47,8	97,2	97,3	98,1	99,0	
Rozvadov	98,2	99,0	93,6	98,0	98,9	96,9	91,3	
Velký Beranov	98,4	99,0	91,8	92,0	96,4	97,8	98,1	
Domašov	99,2	99,4	69,2	98,4	97,9	99,3	93,9	
Kocourovce	97,8	99,4	0,8	96,6	97,7	99,4	98,3	
Chrlice	98,7	98,4	2,5	96,4	97,6	96,5	99,0	94,5
Podivín	98,8	98,7	91,3	98,8	98,1	98,5	98,1	
Rudná	83,8	96,7	64,0	97,2	97,8	96,3	91,4	
Svojkovice	96,8	95,4	11,6	98,6	97,4	93,9	98,5	
Dálnice ČR	87,0	81,9	15,5	46,9	33,5	87,7	61,5	94,5

RUNNING ISSUING OF INDEX

- For preliminary evaluation of winter maintenance severity from the distinguished maintenance centres point of view
- Basic current analysis of reasons of outlier values of maintenance parameters (e.g. too small/large maintenance, mistakes in maintenance data evidence etc)
- Greater disperse of maintenance values to expected average for given meteorological conditions, smaller stability of meteorological values and time shift between meteorological conditions and maintenance action
- The winter index issuing is operated by CHMI. Maintenance data collection and running interpretation of index is operated by firm CROSS Zlin

SEASONALLY / MONTHLY EVALUATION

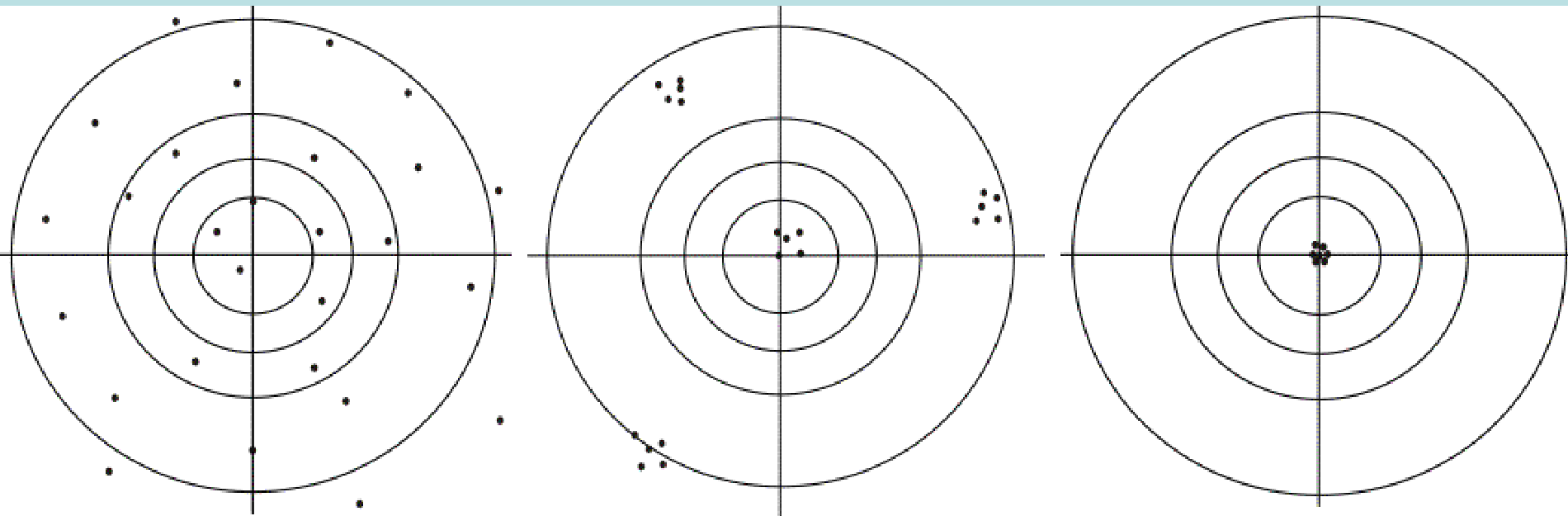
- Back-evaluation enables finer and more exact analysis
- Based on more stations, better checked data, more stable statistical approach and enables to use cumulative processing preventing short time shifts between meteorological and maintenance data
- Usable for evaluation of performance of centres and for long-term planning
- Evaluation winter extremity of different seasons from the winter road maintenance point of views possible

INTERPRETATION OF RESULTS

- Good or bad reaction on weather conditions
- Determination of optimal maintenance performance
- Problem of high/small performance then optimum

GOOD OR BAD REACTION ON WEATHER CONDITIONS

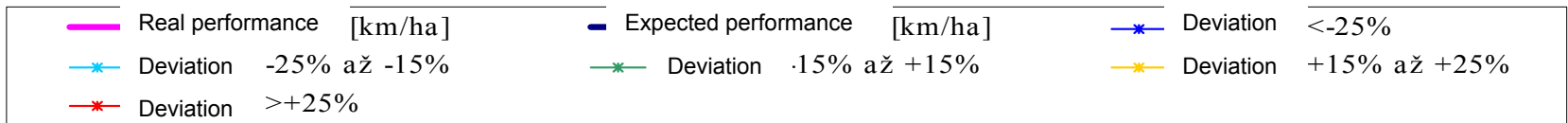
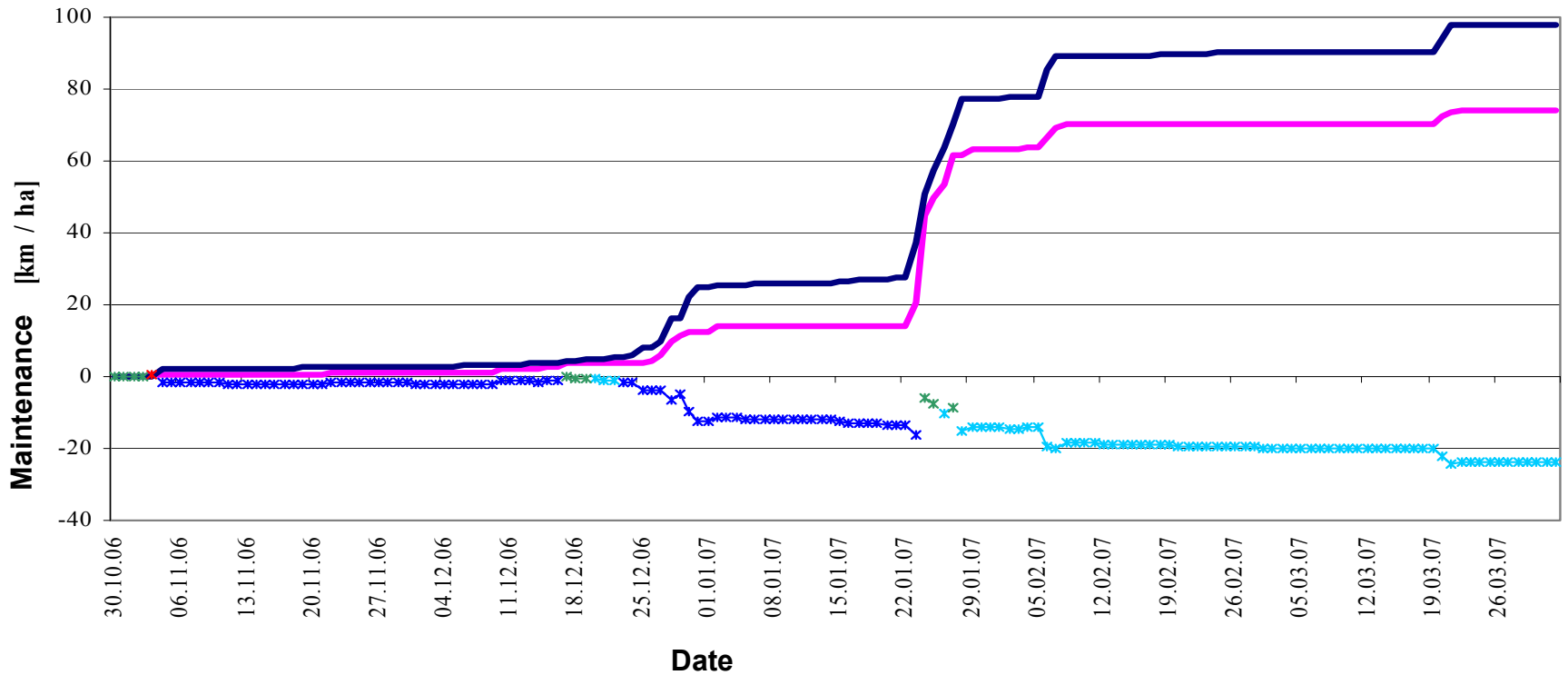
- Determination coefficient expresses relationship between winter index and some maintenance parameter



- constant different properties (e.g. traffic density, maintenance priority, special terrain conditions, different shape of maintained region etc.)
- different efficiency of maintenance
- bad comparability of used performance parameter etc.

EXPECTED AND REAL VALUES

Centre Rudná



DETERMINATION OF OPTIMAL MAINTENANCE PERFORMANCE

- Independent decision of optimally maintained road regarding traffic safety (e.g. by independent checking persons, by number of traffic accidents and traffic fluency etc.) is needed
- Average (more precisely named “expected value”) of maintenance performance = not optimal but average maintenance computed from statistical analyses between given maintenance parameter and winter index based on older “training” data sample

PROBLEM OF HIGH/SMALL PERFORMANCE THEN OPTIMUM CONDITIONS

- Sometimes wrong way of workers in centres or showing of higher performances then they really do
- Sometimes special conditions (increased requirements from different reasons)
- Such special conditions should be involved in the computation of winter index
- But not always these data available when computing the index
- When doing more years-comparison between centres it is possible to pronounce specific features of centres by distance between separate clusters and this distance use as a correct factor when comparing performances of single centres

RETRIEVAL OF ROAD NETWORK AND WINTER MAINTENANCE DATA

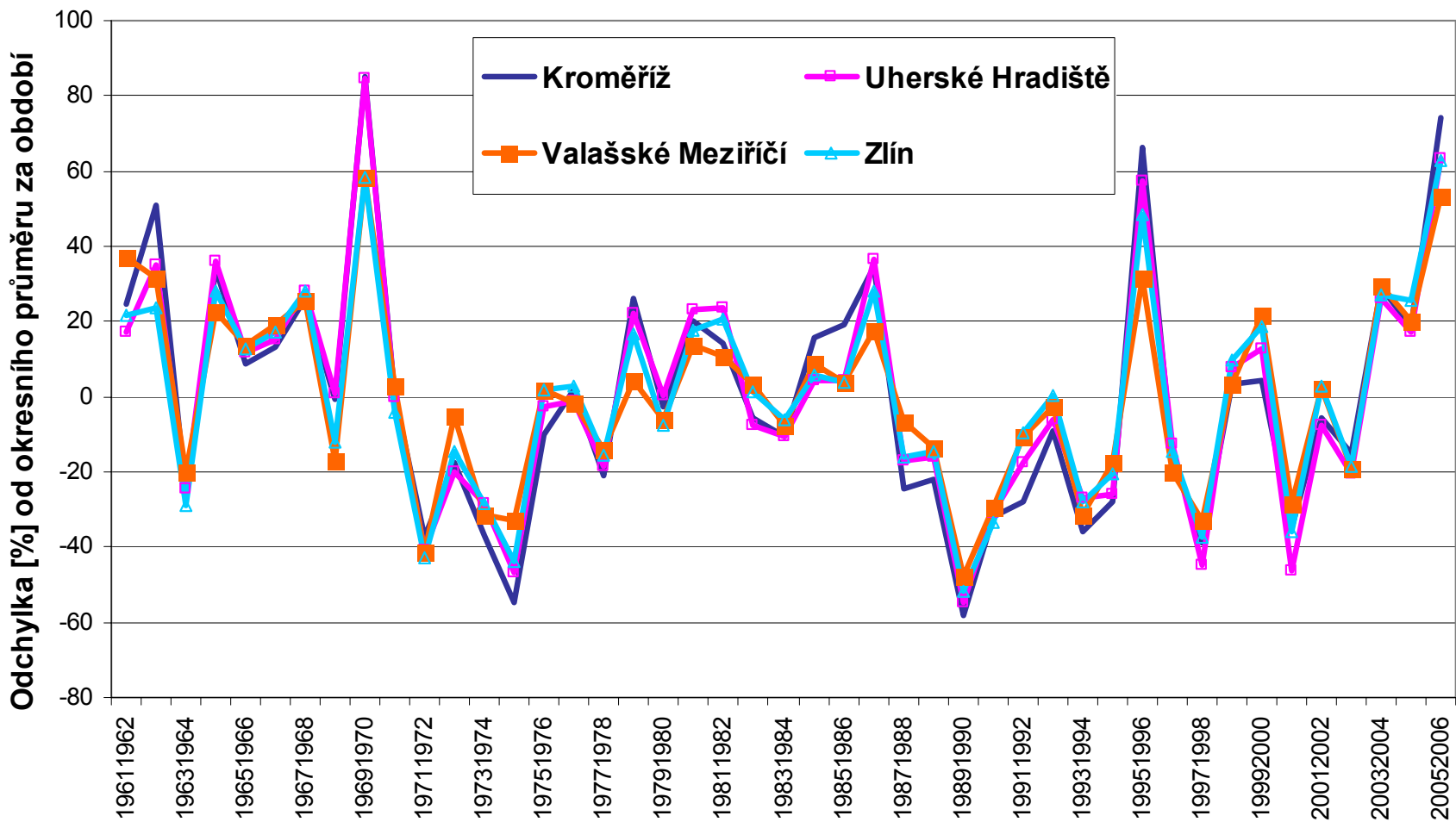
- Every new winter season, the basis data of road network has to be innovated (distinguished centres of road maintenance, maintenance types)
- If possible, digitalized data in GIS are used (describing the roads, their role in the network, etc.)
- But, the data are often not available or not accurate enough
- Proper road network data are often not available (e.g. design of roads, their location, etc.)
- Lack of data on road conditions (e.g. snow, ice, etc.)
- Proper data on road conditions are often not available (e.g. snow, ice, etc.)
- Spatial data on road conditions are often not available (e.g. snow, ice, etc.)



CONCLUSION

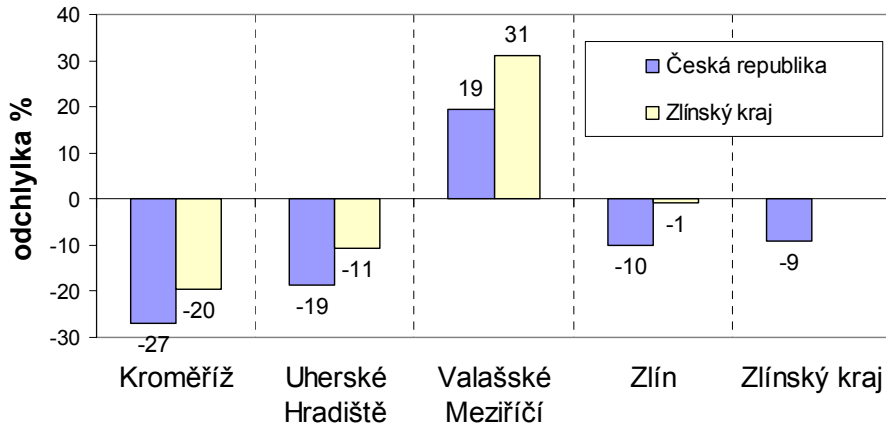
- This winter index evaluates very well winter severity from the maintenance point of view
- Enables mutually comparison of maintenance centres and making of inter-seasonal comparison
- The longer the part of season is evaluated the finer results and more exact analysis can be obtained
- Road meteorological stations very helpful for issuing forecasts and operative organizing of maintenance but not for evaluating of maintenance efficiency
- The winter index in the CHMI is issued every season from 1st November to 31st March. The output values are discussed with customers in some cases
- 2007/2008 = 4th season of routine issuing without any failure
- In the following seasons, further development and improvement of winter index is planned, as well as further automatization

Průběh indexu zimy v období 1961/62 až 2005/06 na okresech Zlínského kraje

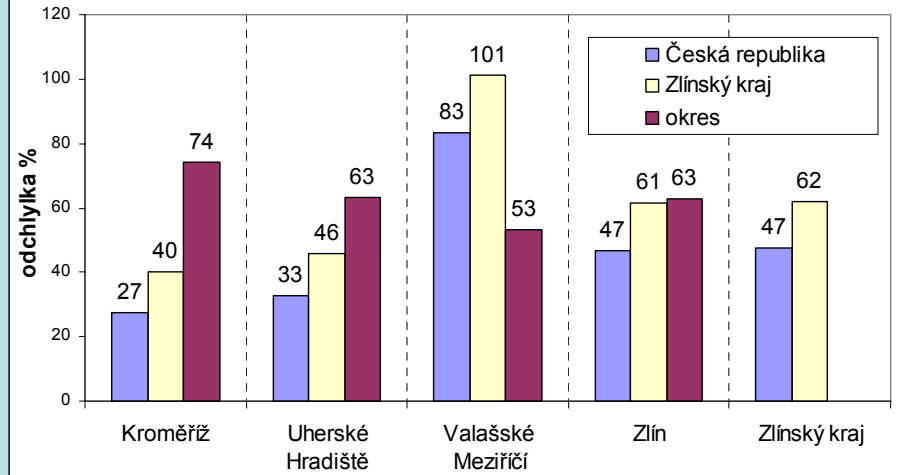


Sezóna 2005_2006

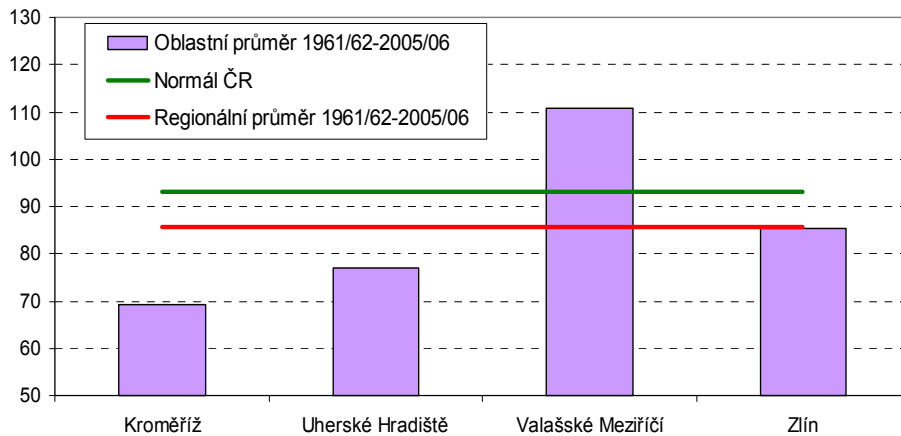
Odchylyka dlouhodobého průměru indexu zimy od dlouhodobého průměru za ČR a kraj



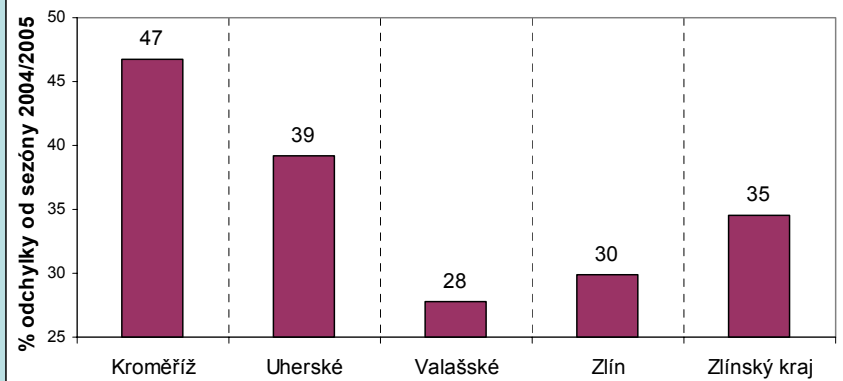
Odchylyka indexu zimy v sezóně 2005/06 od dlouhodobého průměru za ČR, kraj a okres



Dlouhodobý průměrný sezónní index zimy, Zlínský kraj (II a III) a normál ČR

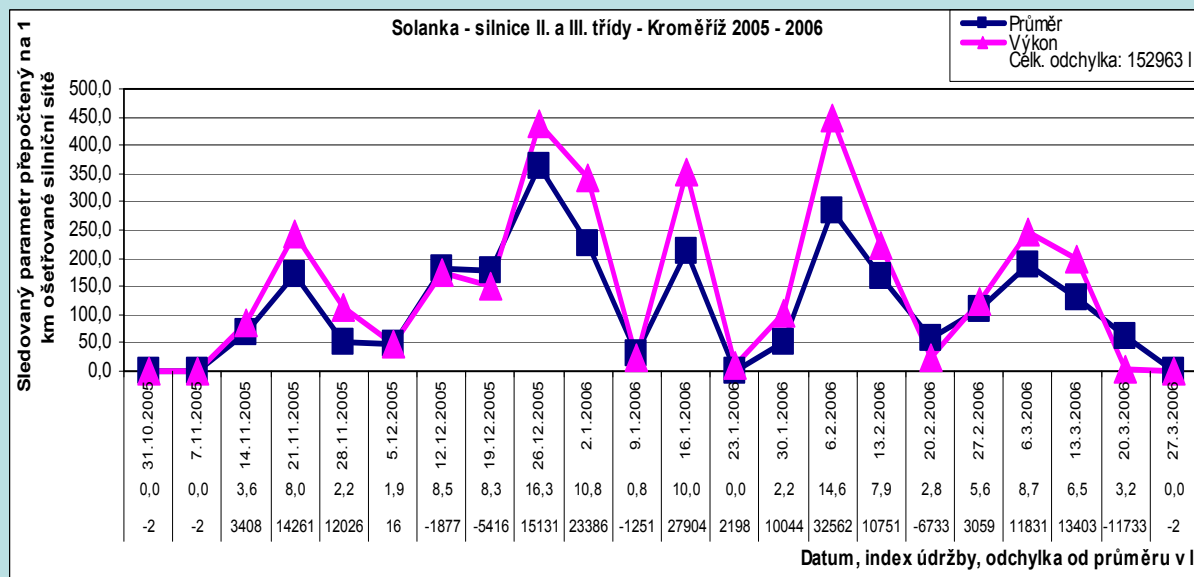


Odchylyka indexu zimy v sezóně 2005/06 od sezóny 2004/2005

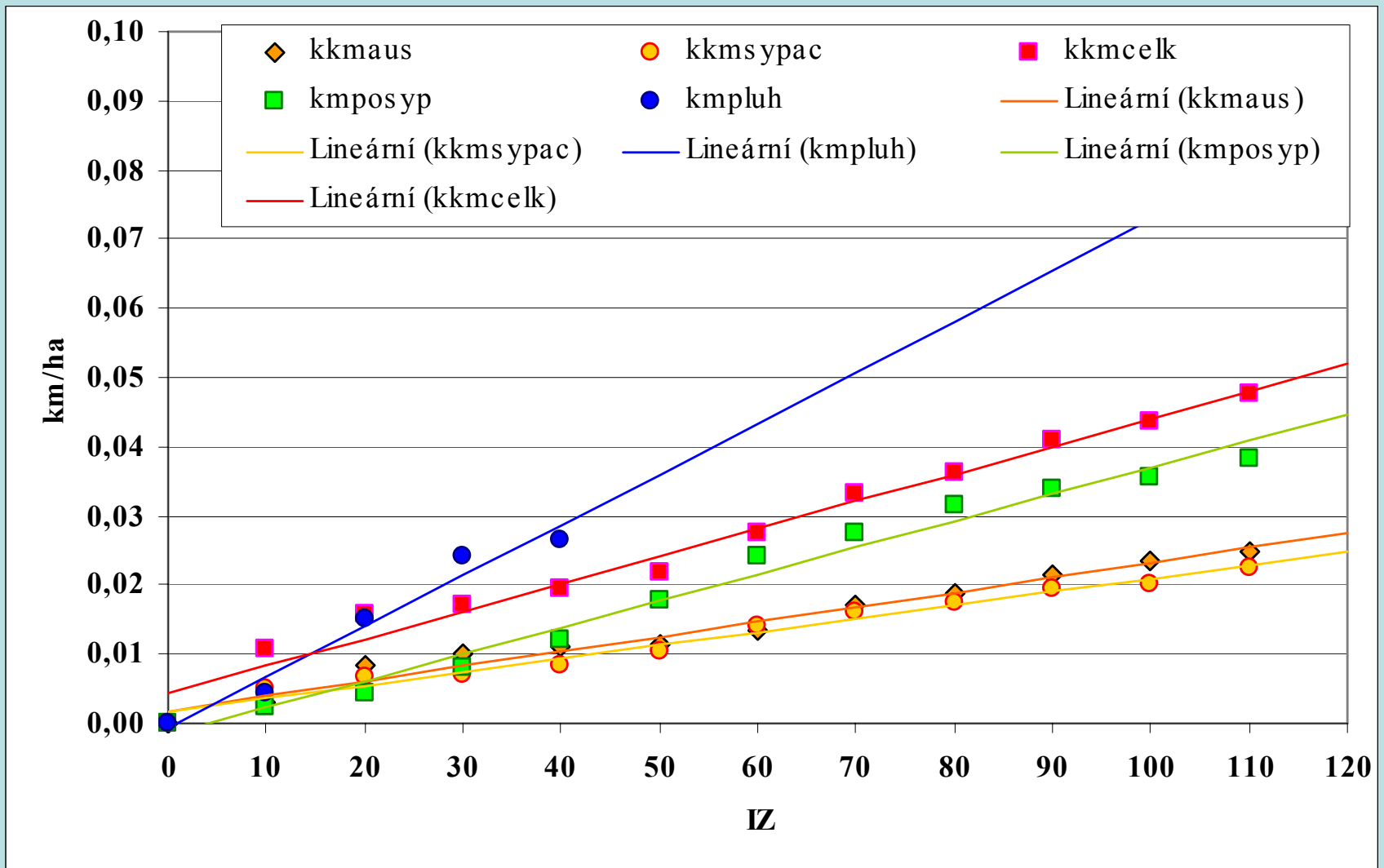


Sezóna 2005_2006 – příklad výstupu firmy Cross

Skutečné týdenní výkony - Kroměříž - silnice II. a III. třídy							
Datum	Pluhování [km]	Posyp [km]	Sál [t]	Solanka [l]	Inert [t]	Kontr. jízdy os. autem [km]	Kontr. jízdy sypačem [km]
31.10.2005	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7.11.2005	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14.11.2005	130,0	1187,0	49,7	17000,0	166,0	636,0	1103,0
21.11.2005	4 206,0	3656,0	142,0	48720,0	545,0	688,0	2543,0
28.11.2005	4 346,0	1674,0	59,0	22550,0	304,0	762,0	1782,0
5.12.2005	3 414,0	586,0	19,4	9950,0	116,0	1075,0	579,0
12.12.2005	909,0	2585,0	108,1	34760,0	265,0	829,0	2123,0
19.12.2005	4518,5	2919,0	92,5	30270,0	291,0	1203,0	2329,0
26.12.2005	29616,0	5277,0	230,0	87840,0	702,0	708,0	2083,0
2.1.2006	31963,0	4791,0	197,6	68480,0	649,0	812,0	3340,0
9.1.2006	1936,5	809,0	14,0	5100,0	260,0	1130,0	1497,0



Ivanovice – výkony ujetých km



Pořadí tvrdosti zimy 2005–2006 a 2006–2007 na dálnicích z pohledu výkonové interpretace indexu klimatické náročnosti zimní údržby pro jednotlivá SSÚD a SSÚRS a pro dálnice a rychlostní komunikace celkem. Průměrné pořadí ze 6 uvažovaných druhů výkonů.

Středisko	Průměrné pořadí 2005/2006	Průměrné pořadí 2006/2007
Bernartice	3	45
Chrlice	3	43
Dalnice	3	43
Domašov	3	45
Ivanovice	3	44
Kocourovec	2	45
Mirošovice	2	45
Nová Ves	4	45
Ostrov	8	46
Podivín	3	42
Poříčany	2	44
Pravy		1
Rozvadov	5	46
Rudná	5	44
Svojkovice	3	44
Velký Beranov	3	45
Řehlovice		1
Dálnice celkem	3	43

Souhrnné výkony za sezónu (srovnání skutečných a očekávaných výkonů) 1

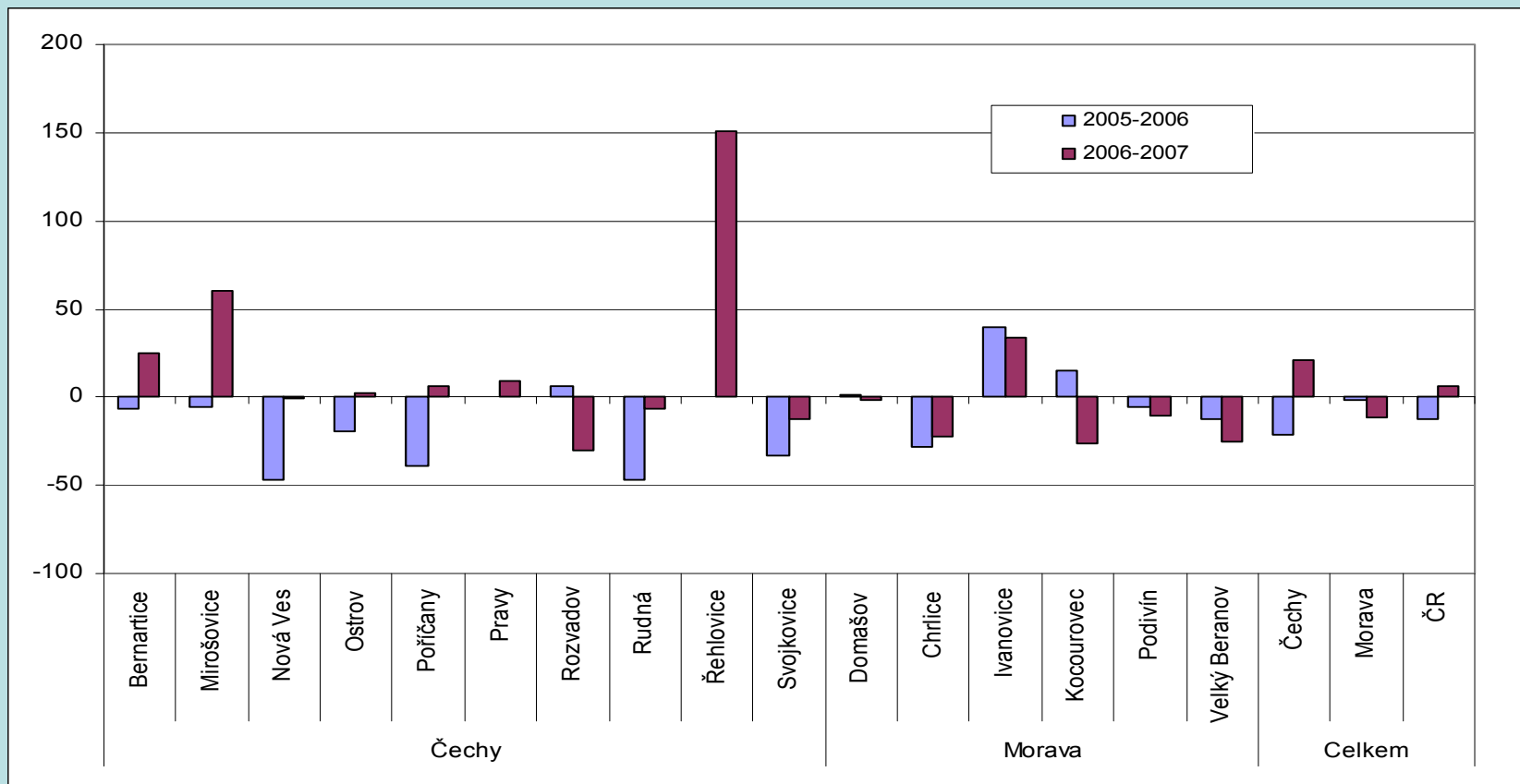
Pluhování [kilometr/hektar]. Výkon, očekávaná hodnota výkonu (Estim), rozdíl výkonu proti očekávané hodnotě, procentní odchylka od očekávané hodnoty.

Odchylka			
<-100%	-100% až -25%	+25% až +100%	>100%

Oblast	Středisko	2005-2006				2006-2007			
		Výkon	Estim	Rozdíl	%	Výkon	Estim	Rozdíl	%
Čechy	Bernartice	281,9	301,7	-19,9	-6,6	119,0	95,5	23,4	24,5
	Mirošovice	243,2	257,2	-14,0	-5,4	124,1	77,2	46,9	60,8
	Nová Ves	79,2	150,3	-71,1	-47,3	48,3	48,5	-0,3	-0,6
	Ostrov	128,9	158,9	-30,0	-18,9	62,6	61,4	1,2	1,9
	Poříčany	98,5	160,9	-62,4	-38,8	49,9	47,0	2,9	6,2
	Pravy	0,0	0,0	0,0	0,0	47,0	43,0	4,0	9,4
	Rozvadov	250,0	235,7	14,3	6,1	56,2	81,1	-24,9	-30,6
	Rudná	88,5	165,0	-76,6	-46,4	52,4	55,8	-3,4	-6,1
	Řehlovice	0,0	0,0	0,0	0,0	200,8	80,1	120,8	150,8
	Svojkovice	118,4	176,0	-57,6	-32,7	54,0	61,6	-7,6	-12,4
Morava	Domašov	289,0	286,5	2,5	0,9	103,6	105,8	-2,2	-2,1
	Chrlice	135,4	188,3	-52,9	-28,1	40,8	52,6	-11,8	-22,4
	Ivanovice	290,9	209,0	81,9	39,2	86,3	64,5	21,7	33,7
	Kocourovce	305,8	266,9	38,9	14,6	59,1	80,3	-21,2	-26,4
	Podivín	165,1	175,6	-10,5	-6,0	37,7	42,3	-4,6	-10,8
	Velký Beraňov	325,5	373,5	-48,1	-12,9	100,3	134,5	-34,2	-25,4
Celkem	Čechy	156,8	199,1	-42,3	-21,2	77,3	64,1	13,2	20,6
	Morava	246,0	251,3	-5,3	-2,1	72,4	81,8	-9,4	-11,5
	ČR	191,8	219,5	-27,8	-12,6	75,3	71,1	4,2	5,9

Souhrnné výkony za sezónu (srovnání skutečných a očekávaných výkonů) 2

Pluhování [kilometr/hektar]. Procentní odchylka skutečného výkonu za sezónu od očekávané (normové) hodnoty pro dálnice a rychlostní komunikace v Česku



Souhrnné výkony za sezónu (srovnání skutečných a očekávaných výkonů) 3 - Oblastní souhrny

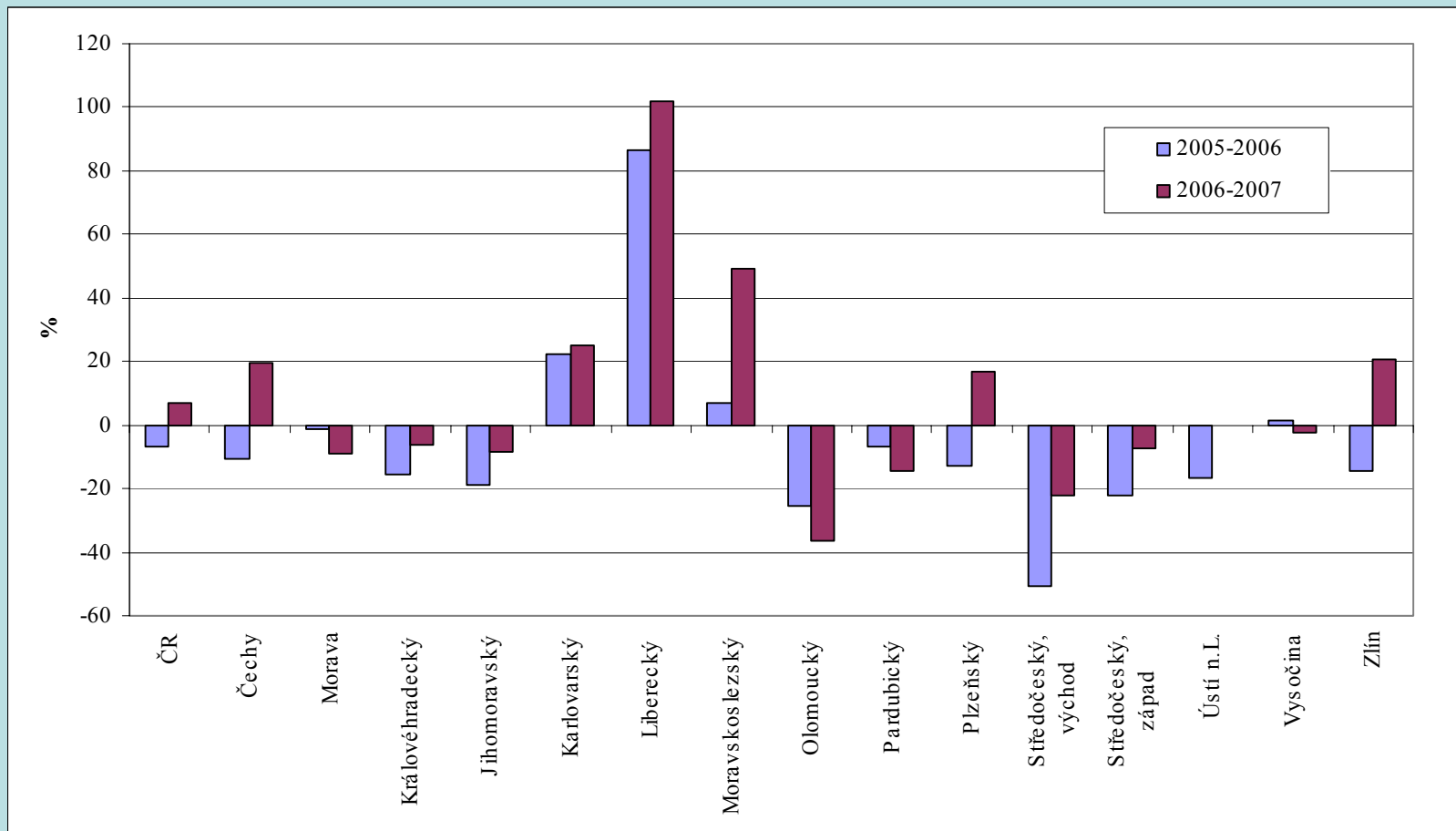
- Posyp [kilometr/hektar]. Výkon, očekávaná hodnota výkonu (Estim), rozdíl výkonu proti očekávané hodnotě, procentní odchylka od očekávané hodnoty.

Odchylka			
<-100%	-100% až -25%	+25% až +100%	>100%

Oblast	2005-2006				2006-2007			
	Výkon	Estim	Rozdíl	%	Výkon	Estim	Rozdíl	%
Dálnice								
ČR	339,0	363,6	-24,7	-6,8	122,6	114,9	7,7	6,7
Čechy	309,2	346,7	-37,5	-10,8	125,2	104,6	20,6	19,7
Morava	385,1	389,9	-4,8	-1,2	118,5	130,5	-12,0	-9,2
Kraje - silnice I. třídy								
Královéhradecký	243,6	287,8	-44,3	-15,4	97,1	103,4	-6,3	-6,1
Jihomoravský	233,8	288,8	-55,0	-19,0	73,2	80,1	-6,9	-8,6
Karlovarský	459,6	375,3	84,3	22,5	158,9	127,3	31,6	24,8
Liberecký	820,7	439,6	381,1	86,7	293,1	145,1	148,0	102,0
Moravskoslezský	398,7	373,8	24,9	6,7	184,4	123,7	60,6	49,0
Olomoucký	280,1	376,6	-96,5	-25,6	72,7	114,3	-41,6	-36,4
Pardubický	343,7	367,4	-23,7	-6,5	103,0	120,6	-17,5	-14,5
Plzeňský	240,0	275,0	-34,9	-12,7	102,1	87,6	14,5	16,6
Středočeský, východ	129,6	261,5	-131,9	-50,4	51,6	66,5	-14,9	-22,4
Středočeský, západ	246,9	316,4	-69,5	-22,0	90,6	97,4	-6,9	-7,1
Ústí n.L.	209,2	251,6	-42,3	-16,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Vysočina	405,2	398,9	6,2	1,6	160,1	163,7	-3,6	-2,2
Zlín	347,4	405,3	-57,9	-14,3	138,2	114,5	23,8	20,8

Souhrnné výkony za sezónu (srovnání skutečných a očekávaných výkonů) 4 - Oblastní souhrny

- Posyp [kilometr/hektar]. Procentní odchylka skutečného výkonu za sezónu od očekávané (normové) hodnoty.



Souhrnné výkony za sezónu (procentní srovnání skutečných a očekávaných výkonů) 5

- Procentní vyjádření skutečného výkonu vzhledem k očekávanému výkonu. Sezóna 2006-2007. Dálnice a rychlostní komunikace.

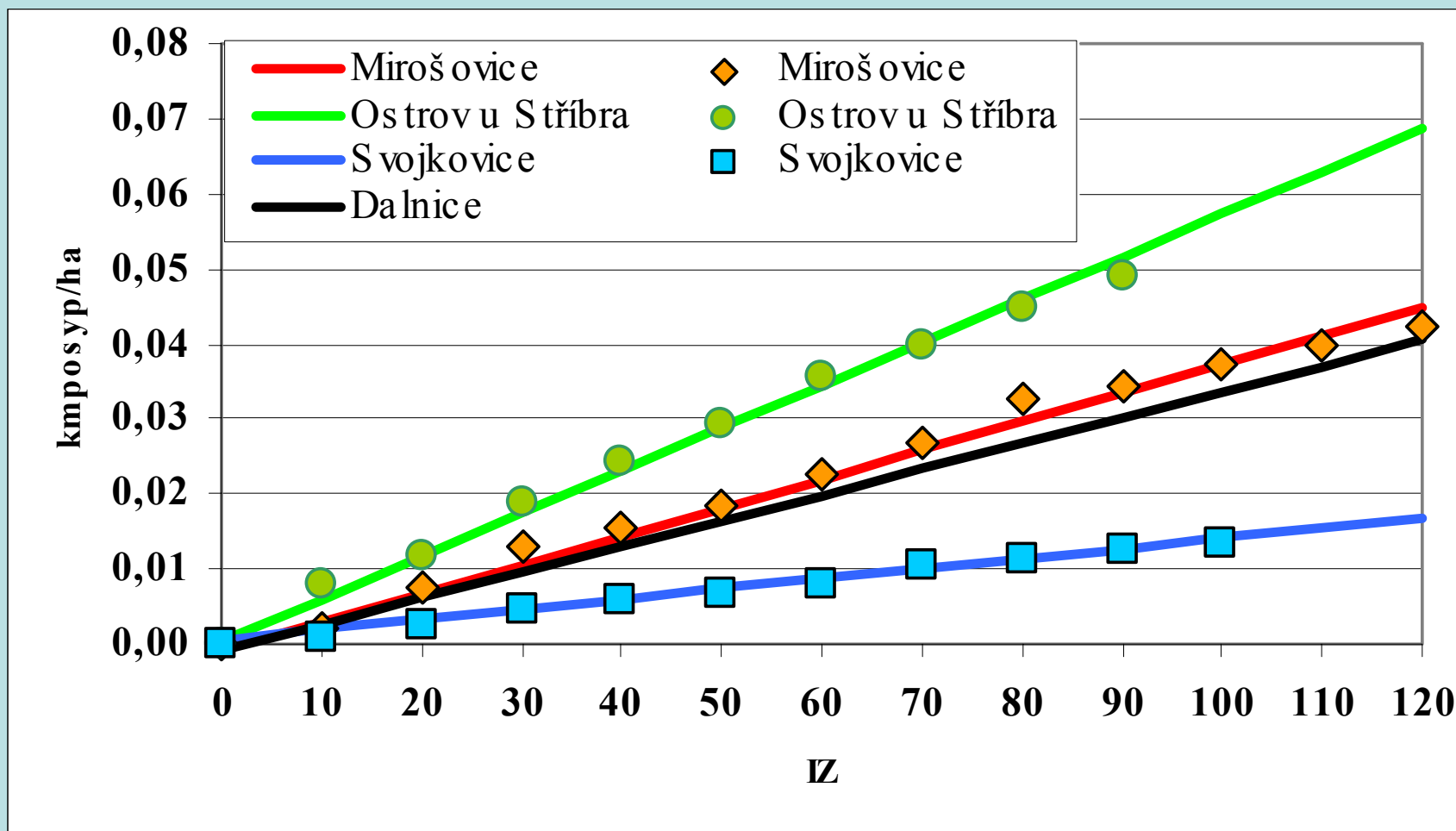
Odchylka <-25%	Odchylka -25% až -15%	Odchylka -15% až +15%	Odchylka +15% až +25%	Odchylka >+25%

Středisko	Pluhování (ujeté km)	Posyp (ujeté km)	Kontrolní jízdy os. autem (km)	Kontrolní jízdy sypačem (km)	Kontrolní jízdy celkem (km)	Spotřeba soli a CaCl ₂	Spotřeba solanky	Spotřeba inertu
Bernartice	24,5	38,7	-84,1	-67,7	-67,9	1,2	-63,0	
Chrlice	-22,4	-13,2	-72,7	-21,2	-29,5	40,3	79,7	15,9
Domašov	-2,1	26,9	-64,4	-34,3	-33,3	19,3	-3,1	
Ivanovice	33,7	7,3	711,4	148,3	431,6	12,4	24,1	
Kocourovce	-26,4	-34,8	-62,8	-22,3	-24,1	-5,6	3,7	
Mirošovice	60,8	23,7	-87,2	47,9	18,6	0,4	34,0	
Nová Ves	-0,6	14,5	-67,5	-42,2	-43,9	45,4		
Ostrov	1,9	91,4	-56,1	-89,0	-73,2	36,4	58,7	
Podivín	-10,8	-47,5	-43,8	-30,2	-25,7	-34,5	-39,9	
Poříčany	6,2	-13,1	-35,9	27,0	19,6	14,9	-6,9	
Pravy	9,4	25,9	289,3	243,9	309,8	44,4	70,3	
Rozvadov	-30,6	-11,2	-70,6	-91,4	-80,6	-17,4	-70,6	
Rudná	-6,1	-24,4	-87,1	-1,9	-20,7	-6,5	-57,0	
Svojkovice	-12,4	-34,4	-61,6	12,0	0,1	-5,3	4,5	
Velký Beranov	-25,4	-12,7	-39,5	-53,7	-37,0	10,7	56,6	
Řehlovice	150,8	72,8	-88,6	286,3	204,0	35,8	101,0	

Km posypu v závislosti na IZ pro vybraná střediska a dálnice celkem

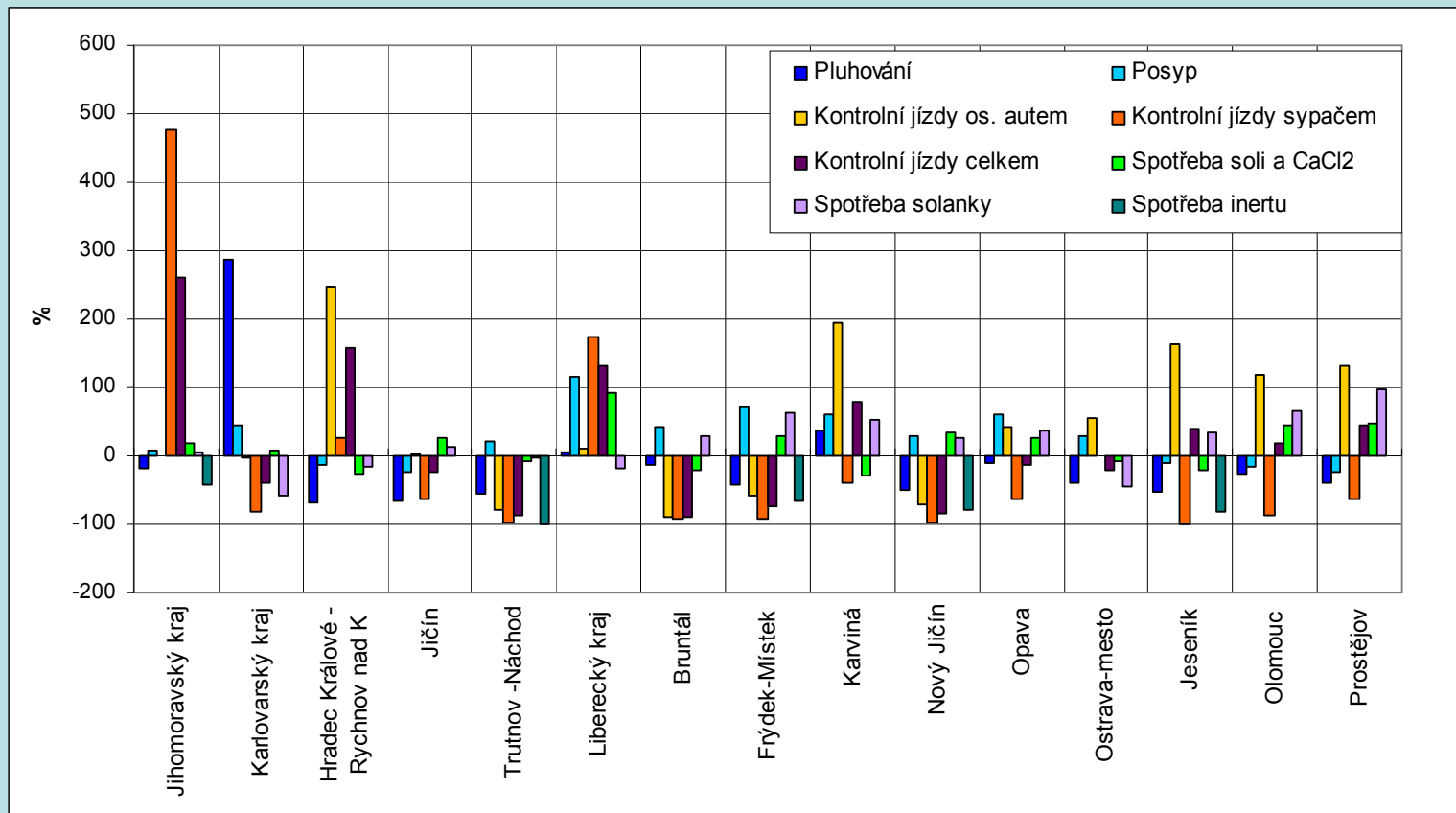
Čáry – regresní (očekávané) hodnoty

Body – skutečné výkony



Výkonnost středisek při stejných klimatických podmínkách

- Procentní srovnání sezónní spotřeby výkonů při stejných meteorologických podmínkách (zvoleny průměrné podmínky v ČR v období 1961–2000). Silnice I. třídy - 1. část.



Klimatologie versus synoptika

- Index na podkladě klimatických dat umožňuje velmi přesné hodnocení sezónní náročnosti zimní údržby, vzájemné porovnání středisek včetně plánování náročnosti údržby v různých klimatických podmínkách. Umožňuje i průběžnou kontrolu výkonů, samozřejmě čím kratší doba, tím menší přesnost.
- Index nenahrazuje činnost synoptického ústředí (silniční meteorologie). Silniční předpovědi mají klíčový význam pro efektivní údržbu – čím více se střediska údržby řídí předpověďmi, tím efektivnější údržba a tím lepší shoda se sezónním indexem zimy.
- Snaha po co nejpřesnějším hodnocení denních a krátkých úseků – ztráta statistické výhody velkých čísel, i malé chyby např. interpolace vedou k značným nepřesnostem
- Validita silničních stanic - indexy založené na silničních stanicích neumožňují historické porovnání, neumožňují pracovat s množstvím srážek, představují další problém z hlediska kontroly dat a měření silničních stanic jsou výrazně závislá na stavu vozovky (míra údržby, typ vozovky, podklad atd.)

Podklady o silniční síti, rozlišovaných střediscích údržby a typech údržby

- vrstvy GIS se silniční sítí (tzv. pasportizační popis komunikací, vedení trasy, ekologické údaje apod.) – přímá komunikace s odborem silniční databanky Ředitelství silnic a dálnic v Ostravě
- informace o způsobu údržby – není vedeno v této databance, nutné vyžádat od jednotlivých zadavatelů, jen v papírové formě a jen pro některá pracoviště
- hranice působnosti jednotlivých organizací zajišťujících údržbu (SSÚD, cestmistrovství, SÚS ...) – i zde nutné vyžadovat od jednotlivých zadavatelů - zpravidla přes firmu CROSS, ale chybí elektronická evidence (dostupné jsou pouze mapy, resp. kopie map v papírové podobě, obtížně zpracovatelné) => snadno důvodem nedorozumění
- problémy s identifikací pracovišť údržby – různé názvy, abecedy, formáty výměny dat apod.

Převod informací o způsobu údržby a hranicích působnosti jednotlivých organizací se provádí digitalizací map (zpravidla Ing. Rett), což s sebou nese řadu problémů spojených s nepřesností digitalizace, různým měřítkem map atd.

Navíc informace o rozlišovaných střediscích údržby jsou k dispozici pozdě nebo až během sezóny, což velmi komplikuje zpracování

Středočeský kraj - cestmistrovství

Středočeský kraj

