

Základy statistiky pro zdravotnické manažery a analytiky

Workshop 7.9.2026: **Zdravotnická data v praxi**

Marian Rybář

Co to je statistika ?

Populační a výběrový soubor



1) Popisná statistika

Popisná statistika - Průměr a Medián

Příklad 1: Z následujících hodnot měsíčních platů svých přátel 100, 80, 90, 70, 70 tis. Kč potřebujeme vypočítat průměr a medián.

$$\text{Průměr } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{100+80+90+70+70}{5} = \mathbf{82 \text{ tis. Kč}}$$

$$\text{Medián } \tilde{x} = 70, 70, 80, 90, 100 = \mathbf{80 \text{ tis. Kč}}$$



Popisná statistika - Průměr a Medián

Příklad 2: Z následujících hodnot měsíčních platů svých přátel 100, 80, 90, 70, 70 tis. Kč a 1.000.000 tis. Kč (miliarda Kč/měsíc - Mark Zuckerberg) potřebujeme vypočítat průměr a medián.

$$\text{Průměr } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{100+80+90+70+70+1000000}{6} = 166.735 \text{ tis. Kč} = \mathbf{166.735.000 \text{ Kč}}$$

$$\text{Medián } \tilde{x} = 70, 70, 80, 90, 100, 1.000.000 = \mathbf{85 \text{ tis. Kč}}$$



Popisná statistika - Průměr a Medián

Délka hospitalizace v porodnici

Porodnice chtěla nastávajícím matkám na svém webu poskytnout informaci, s jak dlouhou hospitalizací po spontánním porodu mají přibližně počítat. Z nemocničního informačního systému si nechala vyexportovat data o délce hospitalizací za poslední měsíc a z nich spočítala průměrnou hodnotu $\bar{x} = 5,8$ dní. Sestry na oddělení byly ale překvapené, protože z jejich zkušeností odcházejí matky z porodnice mezi 3-4 dnem.

Kdo má pravdu ?

$\bar{x} = 5,8$ dní

$\tilde{x} = 3,5$ dní



Popisná statistika - Průměr a Medián

Medián času DTN (Door to Needle)

V rámci benchmarkingu komplexních a iktových center je světově uznávaným indikátorem kvality tzv. **DTN (Door to Needle)**, tedy čas „od dveří k jehle“. Jedná se zjednodušeně o čas mezi „projetím bránou nemocnice“ a „napíchnutím“ trombolýzy. Představme si dvě iktová centra s úplně stejným mediánem = 30 minut. Do kterého centra bychom chtěli jednou jako pacient přijet ? 😊



Nemocnice A: Medián časů pacientů = 30

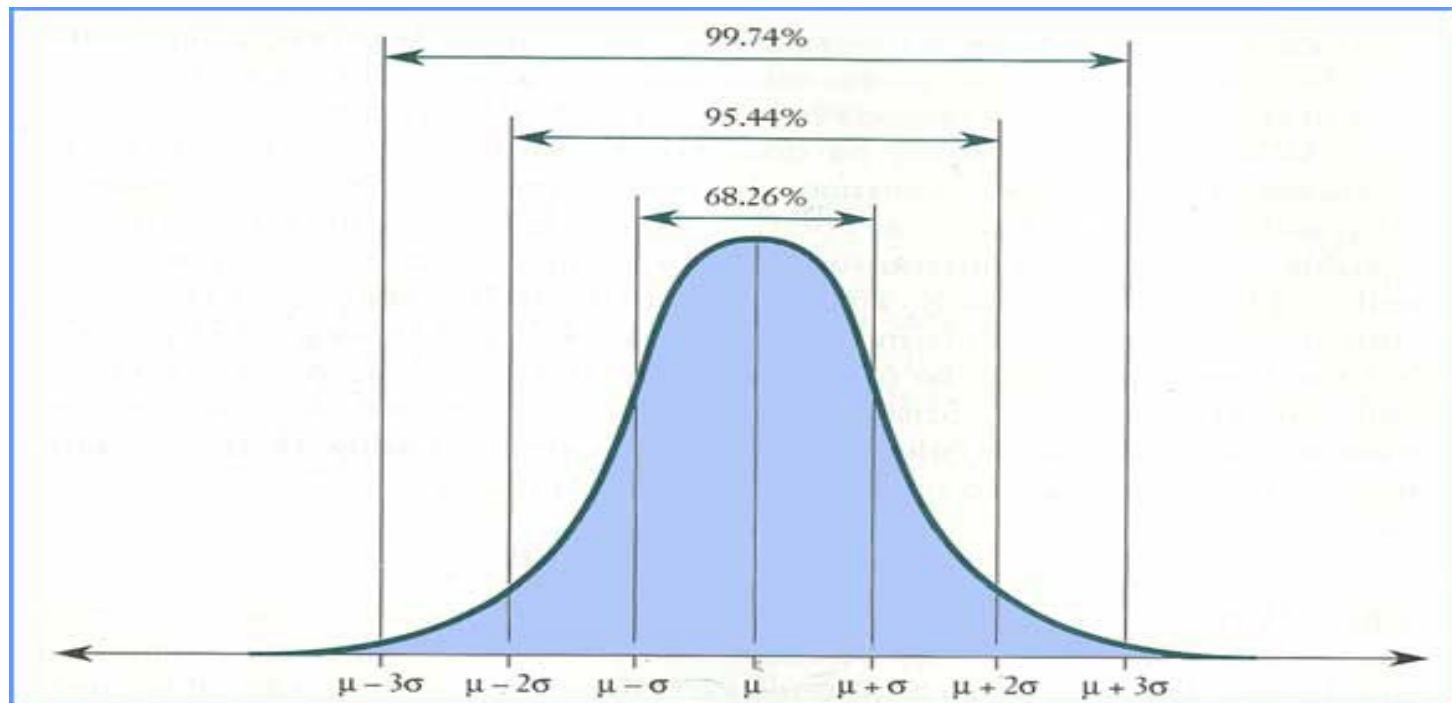
Hodnoty časů pacientů A: 25, 26, 29, **30**, 31, 35, 37

Nemocnice B: Medián časů pacientů = 30

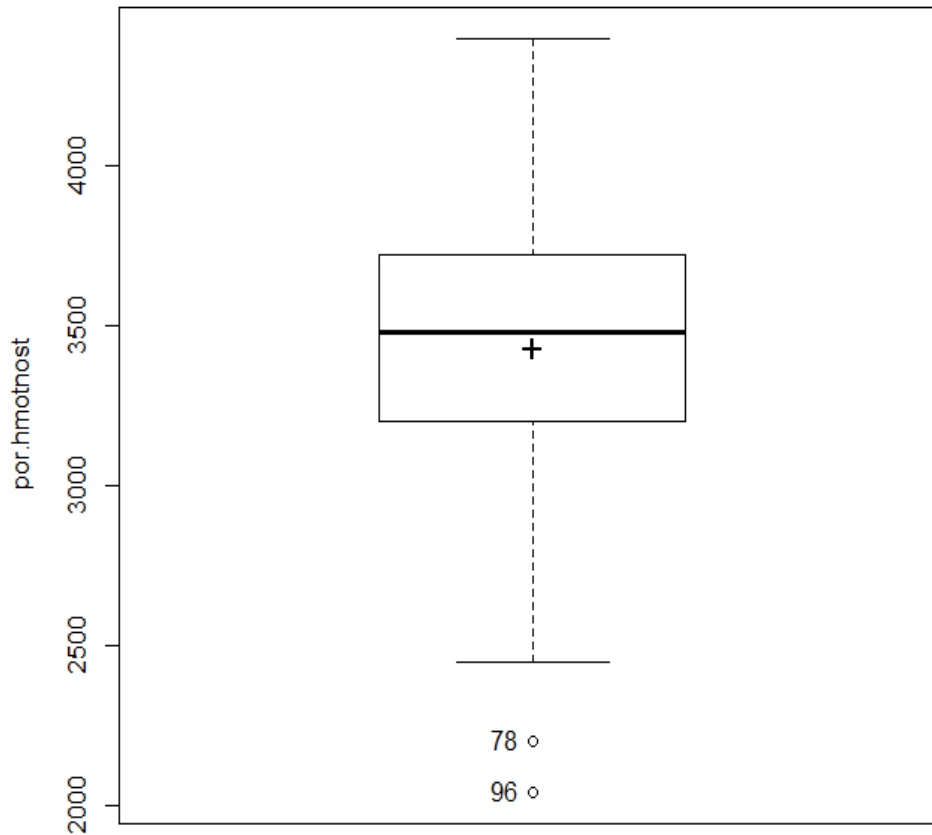
Hodnoty časů pacientů B: 25, 26, 29, **30**, 500, 1500, 5000

Popisná statistika - Směrodatná odchylka (SD)

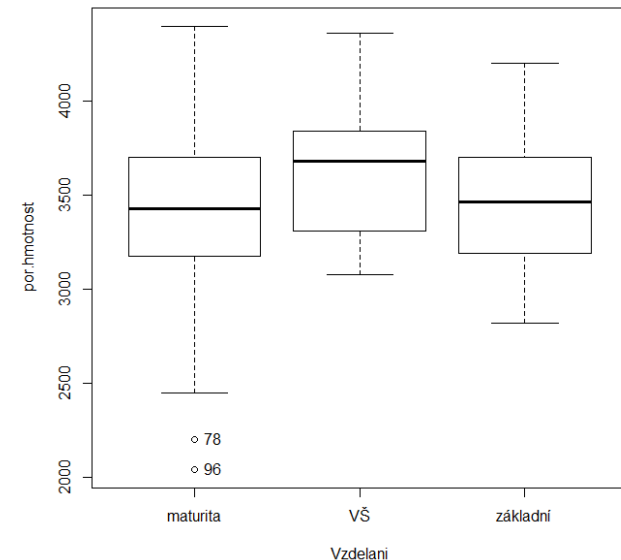
- Směrodatná odchylka = Standard deviation (SD)
- Nejznámější míra variability
- Pravidlo 3 Sigma
- Příklad: IQ má Průměr=100 a SD=15 (100 ± 15). Tedy např. cca 95 % lidí je mezi 70 a 130 IQ body



Popisná statistika - Krabicový graf (Box plot)

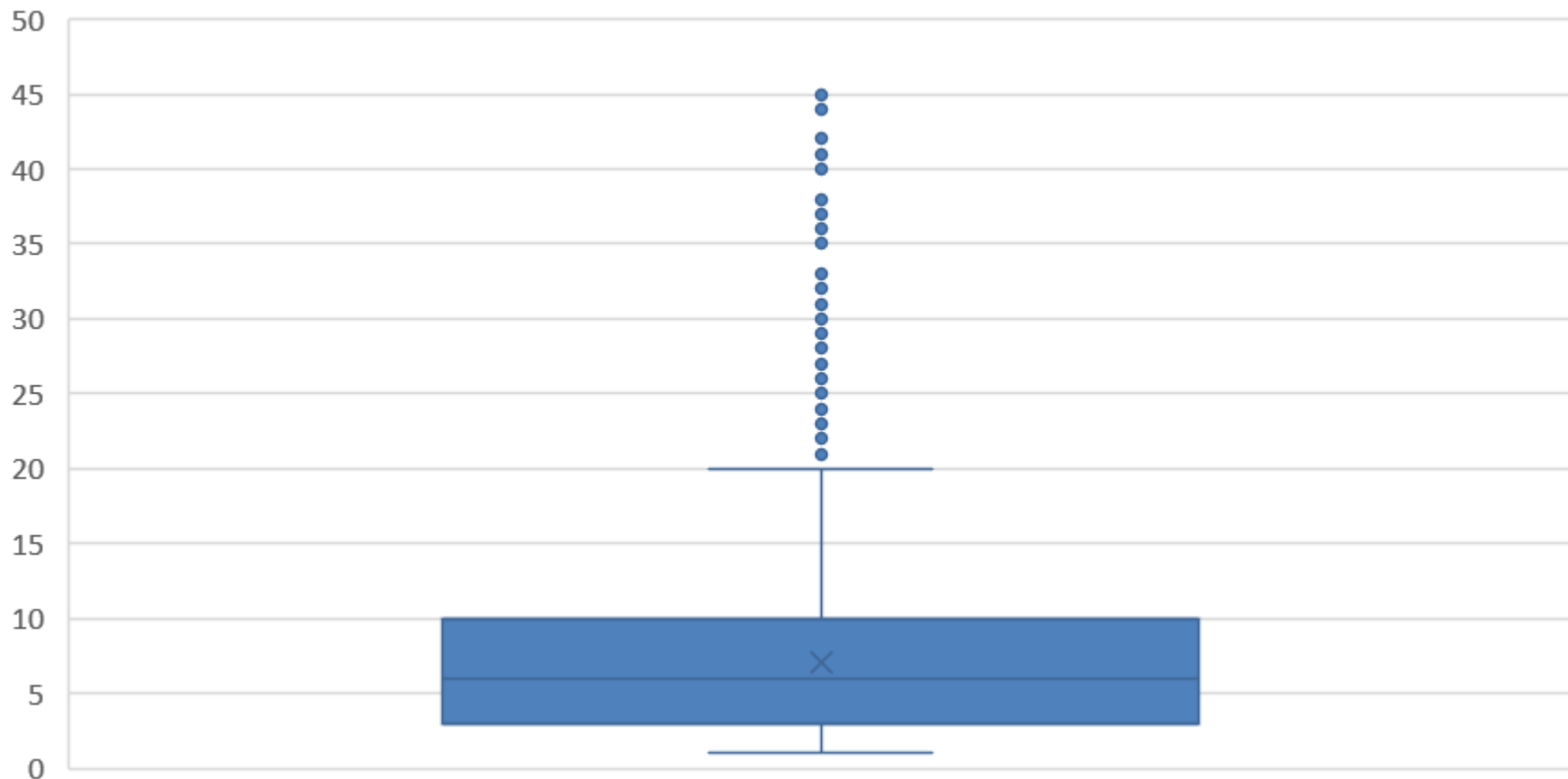


```
por.hmotnost
Min.      :2040
1st Qu.   :3200
Median    :3480
Mean      :3470
3rd Qu.   :3720
Max.      :4400
```



Popisná statistika - Krabicový graf (Box plot)

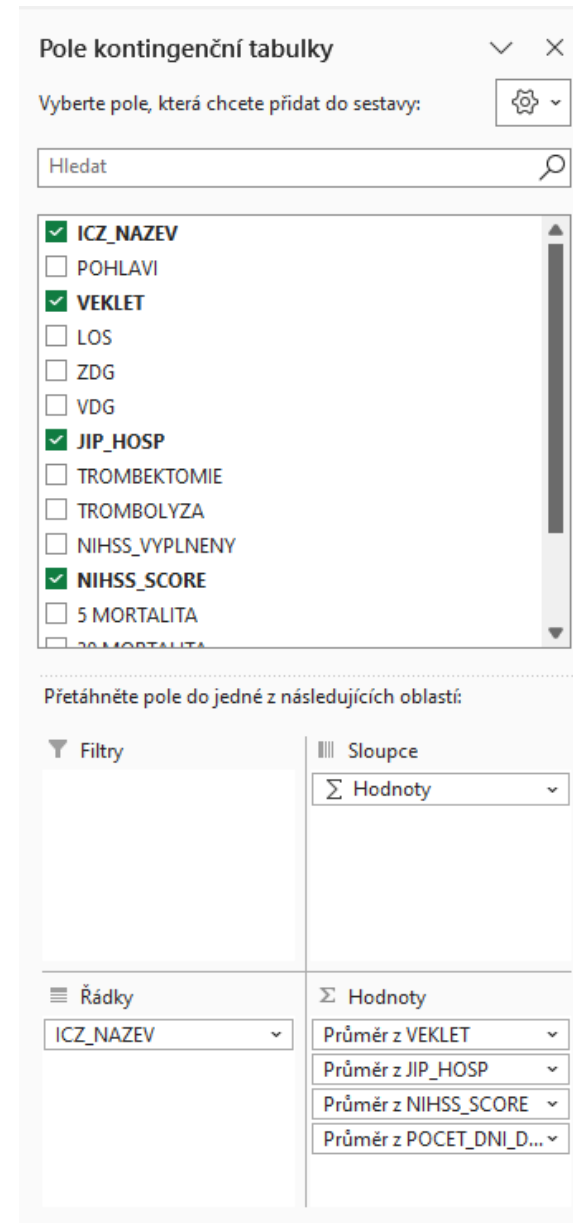
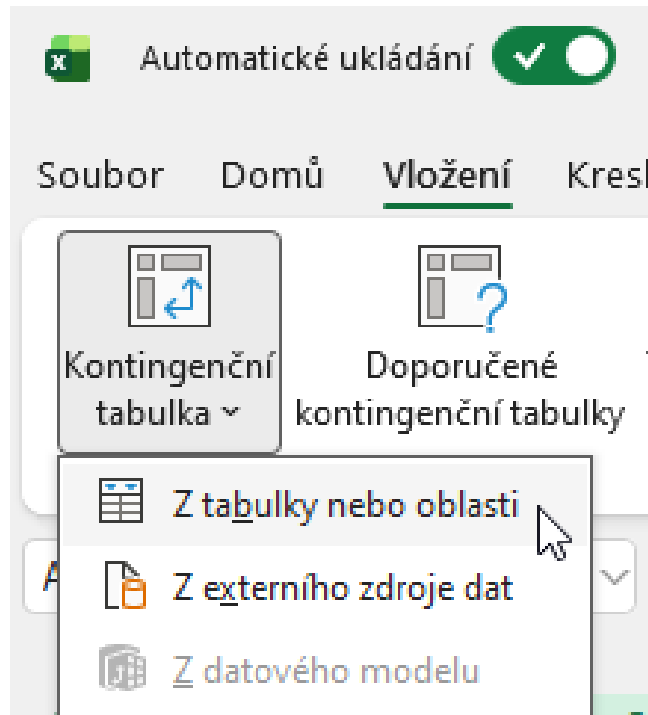
Délka hospitalizace (dny)



Popisná statistika - Data CMP

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	ICZ_NAZEV	POHLAVI	VEKLET	LOS	ZDG	VDG	JIP_HOSP	TROMBEKTOMIE	TROMBOLYZA	NIHSS_VYPLNENY	NIHSS_SCORE	5 MORTALITA	30 MORTALITA	90 MORTALITA	POCET_DNI_DOMA
1															
2	Nemocnice 1	1	79	10	I63	N408,E118,U5302,I776,U5396,I64	2	0	1	1	12	0	0	0	85
3	Nemocnice 1	2	100	12	I63	I717,I10,I755,E119,R127,G916	2	0	0	1	10	0	0	1	0
4	Nemocnice 1	1	70	5	I63	U5372,I10,E785,E782	5	0	0	1	7	0	0	0	78
5	Nemocnice 1	2	52	4	I63	U5306,I180	0	0	0	1	0	0	0	0	79
6	Nemocnice 1	1	65	6	I63	I652	0	0	0	1	0	0	0	0	81
7	Nemocnice 1	1	100	14	I63	N419,E785,I10,E829,I693,I777	2	0	0	1	9	0	0	0	62
8	Nemocnice 1	2	80	16	I63	U5354,E118,G811,U5301,E811	4	0	0	1	3	0	0	0	60
9	Nemocnice 1	1	60	3	I63	I10,E802	0	0	1	1	0	0	0	0	89
10	Nemocnice 1	1	69	13	I63	E118,U5303,I756,Z921	4	0	0	1	5	1	1	1	0
11	Nemocnice 1	2	76	7	I63	U5306,E821,U5366,U5356,E829,N40	3	0	0	1	13	0	0	1	43
12	Nemocnice 1	1	88	9	I63	I706,U5388,U5349,E872,U5372,I693,E870,E813	6	0	1	1	11	0	0	0	55
13	Nemocnice 1	1	74	10	I63	E809,R131,E785,N400,N428	2	0	0	1	4	0	0	0	52
14	Nemocnice 1	2	69	12	I63	U5303,U5355,U5391,I9609	1	0	0	1	0	0	0	0	89
15	Nemocnice 1	1	90	13	I63	I728,E782,I701,U5368,E876,E871,U5391	2	0	1	1	0	0	0	0	64
16	Nemocnice 1	2	88	4	I63	R100,G928,I180,I64,U5363,U5301,G917,E782	0	0	0	1	1	0	0	0	77
17	Nemocnice 1	1	49	3	I63	N409,I751,E780,N390,R471,I10	3	0	1	1	5	0	0	0	89
18	Nemocnice 1	1	71	12	I63	J103,R136	7	0	1	1	0	0	0	0	57
19	Nemocnice 1	2	69	6	I63	E039,E118,E790,I10,U5381,I693	1	0	0	1	7	0	0	0	58
20	Nemocnice 1	1	71	3	I63	I724,E842,I652,E118,I10	1	0	0	1	2	0	0	0	56
21	Nemocnice 1	2	60	13	I63	R123,I721,U5380,I700,U5403,E874	6	0	1	1	13	0	1	1	1
22	Nemocnice 1	2	65	13	I63	I735,E785,E804,E780,I10,N416	1	0	0	1	0	0	0	0	62
23	Nemocnice 1	2	70	2	I63	N405,I693,E869,N406,I766,G811,E820,I739	0	0	1	1	6	0	0	0	89

Popisná statistika - Kontingenční tabulka



Popisná statistika - Kontingenční tabulka

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	Nemocnice	POČET	VEKLET	DELKA_HOSP	NIHSS_SCORE	DNY_DOMA	TROMBEKTOMIE	TROMBEKTOMIE %	TROMBOLYZA	TROMBOLYZA %	NIHSS_VPLNENY	NIHSS_VPLNENY %	30 MORTALITA	30 MORTALITA %
1														
2	Nemocnice 01	369	70,5	7,5	6,1	54,6	0	0,00%	318	86,18%	273	73,98%	54	14,63%
3	Nemocnice 02	200	66,2	7,1	4,6	60,1	0	0,00%	36	18,00%	156	78,00%	23	11,50%
4	Nemocnice 03	308	70,2	6,4	3,7	63,9	0	0,00%	79	25,65%	247	80,19%	32	10,39%
5	Nemocnice 04	548	60,6	5,7	2,8	70,6	0	0,00%	127	23,18%	401	73,18%	30	5,47%
6	Nemocnice 05	200	67,9	7,5	4,4	61,8	0	0,00%	46	23,00%	152	76,00%	21	10,50%
7	Nemocnice 06	499	67,4	8,5	7,3	51,8	0	0,00%	137	27,45%	395	79,16%	79	15,83%
8	Nemocnice 07	426	67,8	6,9	5,4	60,2	0	0,00%	93	21,83%	359	84,27%	56	13,15%
9	Nemocnice 08	268	69,0	6,8	4,7	60,3	0	0,00%	91	33,96%	224	83,58%	33	12,31%
10	Nemocnice 09	460	68,6	7,2	5,6	58,0	0	0,00%	138	30,00%	347	75,43%	56	12,17%
11	Nemocnice 10	485	67,7	6,7	3,9	65,0	0	0,00%	122	25,15%	380	78,35%	40	8,25%
12	Nemocnice 11	200	66,2	6,3	4,7	61,8	0	0,00%	59	29,50%	155	77,50%	16	8,00%
13	Nemocnice 12	200	70,9	7,0	5,3	57,7	0	0,00%	32	16,00%	146	73,00%	26	13,00%
14	Nemocnice 13	419	66,8	6,8	5,2	63,7	0	0,00%	96	22,91%	310	73,99%	32	7,64%
15	Nemocnice 14	550	71,2	7,4	5,4	59,1	0	0,00%	126	22,91%	430	78,18%	62	11,27%
16	Nemocnice 15	200	69,9	7,0	5,3	57,9	0	0,00%	43	21,50%	164	82,00%	25	12,50%
17	Nemocnice 16	415	70,5	7,7	5,9	54,8	0	0,00%	132	31,81%	332	80,00%	63	15,18%
18	Nemocnice 17	207	68,9	6,7	4,2	65,3	0	0,00%	69	33,33%	160	77,29%	12	5,80%
19	Nemocnice 18	407	70,5	7,4	5,8	59,5	0	0,00%	71	17,44%	320	78,62%	53	13,02%
20	Nemocnice 19	397	75,6	7,6	6,2	56,4	0	0,00%	85	21,41%	309	77,83%	62	15,62%
21	Nemocnice 20	200	68,0	6,3	3,7	65,7	0	0,00%	52	26,00%	141	70,50%	17	8,50%
22	Nemocnice 21	419	66,2	6,5	3,6	67,0	0	0,00%	136	32,46%	315	75,18%	35	8,35%
23	Nemocnice 22	511	67,8	7,4	6,2	53,8	0	0,00%	117	22,90%	424	82,97%	82	16,05%
24	Nemocnice 23	496	66,4	7,0	5,1	64,3	0	0,00%	129	26,01%	381	76,81%	34	6,85%
25	Nemocnice 24	200	67,2	7,4	6,6	56,4	0	0,00%	69	34,50%	154	77,00%	21	10,50%
26	Nemocnice 25	250	66,7	6,7	4,1	64,6	0	0,00%	47	18,80%	188	75,20%	15	6,00%
27	Nemocnice 26	250	69,5	7,8	6,3	56,0	0	0,00%	45	18,00%	188	75,20%	34	13,60%
28	Nemocnice 27	334	69,1	7,3	5,8	61,7	0	0,00%	79	23,65%	259	77,54%	34	10,18%
29	Nemocnice 28	207	68,5	7,5	5,0	58,7	0	0,00%	49	23,67%	166	80,19%	24	11,59%
30	Nemocnice 29	489	68,6	7,6	6,6	53,1	0	0,00%	128	26,18%	392	80,16%	77	15,75%
31	Nemocnice 30	464	70,0	7,2	4,5	62,4	0	0,00%	125	26,94%	361	77,80%	39	8,41%
32	Nemocnice 31	475	69,3	6,3	4,0	64,5	0	0,00%	92	19,37%	362	76,21%	36	7,58%
33	Nemocnice 32	232	68,5	6,9	4,2	65,3	0	0,00%	62	26,72%	186	80,17%	21	9,05%
34	Nemocnice 33	200	67,6	7,0	5,1	60,1	0	0,00%	48	24,00%	150	75,00%	16	8,00%
35	Nemocnice 34	515	68,8	6,2	3,4	66,8	0	0,00%	168	32,62%	393	76,31%	38	7,38%
36	Celkový součet	12000	68,4	7,0	5,1	60,7	0	0,00%	3246	27,05%	9320	77,67%	1298	10,82%

Popisná statistika - Umělá inteligence



Data CMP 2024 - fiktivní(3).xlsx
Spreadsheet

Čau AI, udělej mi prosím z přiloženého souboru a listu Data tabulku, kde pro jednotlivé nemocnice vyhodnotíš průměr pro proměnné: věk, délka hospitalizace, NIHSS, dny doma. Pro proměnné: trombektomie, trombolýzy, vyplněnost NIHSS, třicetidenní mortalita vyhodnot' počty a procenta. Pod tabulku dej řádek celkem. Proměnné NIHSS, trombolýzy a třicetidenní mortalita vybarvi podmíněným formátováním. Ulož jako list Data AI.

Popisná statistika - Umělá inteligence

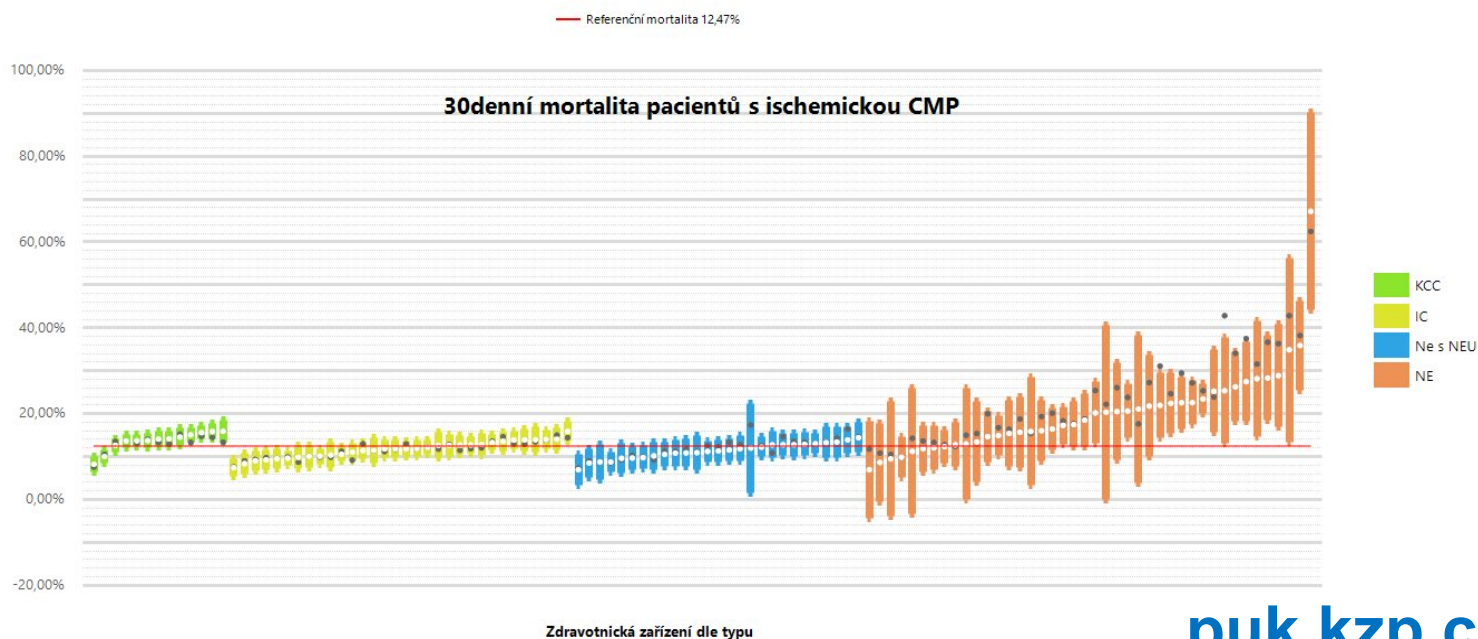
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Nemocnice	Počet pacientů	Průměrný věk	Průměrná délka hospitalizace	Průměrný NIHSS	Průměrné dny doma	Trombektomie – počet	Trombektomie – %	Trombolýza – počet	Trombolýza – %	NIHSS vyplněn – počet	NIHSS vyplněn – %	30denní mortalita – počet	30denní mortalita – %
2	Nemocnice 01	369	70,5	7,5	6,1	54,6	0	0,0%	318	86,2%	273	74,0%	54	14,6%
3	Nemocnice 02	200	66,2	7,1	4,6	60,1	0	0,0%	36	18,0%	156	78,0%	23	11,5%
4	Nemocnice 03	308	70,2	6,4	3,7	63,9	0	0,0%	79	25,6%	247	80,2%	32	10,4%
5	Nemocnice 04	548	60,6	5,7	2,8	70,6	0	0,0%	127	23,2%	401	73,2%	30	5,5%
6	Nemocnice 05	200	67,9	7,5	4,4	61,8	0	0,0%	46	23,0%	152	76,0%	21	10,5%
7	Nemocnice 06	499	67,4	8,5	7,3	51,8	0	0,0%	137	27,5%	395	79,2%	79	15,8%
8	Nemocnice 07	426	67,8	6,9	5,4	60,2	0	0,0%	93	21,8%	359	84,3%	56	13,1%
9	Nemocnice 08	268	69,0	6,8	4,7	60,3	0	0,0%	91	34,0%	224	83,6%	33	12,3%
10	Nemocnice 09	460	68,6	7,2	5,6	58,0	0	0,0%	138	30,0%	347	75,4%	56	12,2%
11	Nemocnice 10	485	67,7	6,7	3,9	65,0	0	0,0%	122	25,2%	380	78,4%	40	8,2%
12	Nemocnice 11	200	66,2	6,3	4,7	61,8	0	0,0%	59	29,5%	155	77,5%	16	8,0%
13	Nemocnice 12	200	70,9	7,0	5,3	57,7	0	0,0%	32	16,0%	146	73,0%	26	13,0%
14	Nemocnice 13	419	66,8	6,8	5,2	63,7	0	0,0%	96	22,9%	310	74,0%	32	7,6%
15	Nemocnice 14	550	71,2	7,4	5,4	59,1	0	0,0%	126	22,9%	430	78,2%	62	11,3%
16	Nemocnice 15	200	69,9	7,0	5,3	57,9	0	0,0%	43	21,5%	164	82,0%	25	12,5%
17	Nemocnice 16	415	70,5	7,7	5,9	54,8	0	0,0%	132	31,8%	332	80,0%	63	15,2%
18	Nemocnice 17	207	68,9	6,7	4,2	65,3	0	0,0%	69	33,3%	160	77,3%	12	5,8%
19	Nemocnice 18	407	70,5	7,4	5,8	59,5	0	0,0%	71	17,4%	320	78,6%	53	13,0%
20	Nemocnice 19	397	75,6	7,6	6,2	56,4	0	0,0%	85	21,4%	309	77,8%	62	15,6%
21	Nemocnice 20	200	68,0	6,3	3,7	65,7	0	0,0%	52	26,0%	141	70,5%	17	8,5%
22	Nemocnice 21	419	66,2	6,5	3,6	67,0	0	0,0%	136	32,5%	315	75,2%	35	8,4%
23	Nemocnice 22	511	67,8	7,4	6,2	53,8	0	0,0%	117	22,9%	424	83,0%	82	16,0%
24	Nemocnice 23	496	66,4	7,0	5,1	64,3	0	0,0%	129	26,0%	381	76,8%	34	6,9%
25	Nemocnice 24	200	67,2	7,4	6,6	56,4	0	0,0%	69	34,5%	154	77,0%	21	10,5%
26	Nemocnice 25	250	66,7	6,7	4,1	64,6	0	0,0%	47	18,8%	188	75,2%	15	6,0%
27	Nemocnice 26	250	69,5	7,8	6,3	56,0	0	0,0%	45	18,0%	188	75,2%	34	13,6%
28	Nemocnice 27	334	69,1	7,3	5,8	61,7	0	0,0%	79	23,7%	259	77,5%	34	10,2%
29	Nemocnice 28	207	68,5	7,5	5,0	58,7	0	0,0%	49	23,7%	166	80,2%	24	11,6%
30	Nemocnice 29	489	68,6	7,6	6,6	53,1	0	0,0%	128	26,2%	392	80,2%	77	15,7%
31	Nemocnice 30	464	70,0	7,2	4,5	62,4	0	0,0%	125	26,9%	361	77,8%	39	8,4%
32	Nemocnice 31	475	69,3	6,3	4,0	64,5	0	0,0%	92	19,4%	362	76,2%	36	7,6%
33	Nemocnice 32	232	68,5	6,9	4,2	65,3	0	0,0%	62	26,7%	186	80,2%	21	9,1%
34	Nemocnice 33	200	67,6	7,0	5,1	60,1	0	0,0%	48	24,0%	150	75,0%	16	8,0%
35	Nemocnice 34	515	68,8	6,2	3,4	66,8	0	0,0%	168	32,6%	393	76,3%	38	7,4%
36	CELKEM	12000	68,4	7,0	5,1	60,7	0	0,0%	3246	27,1%	9320	77,7%	1298	10,8%

2) 95 % Interval spolehlivosti (CI 0,95)

95 % Interval spolehlivosti (CI 0,95)

- 95 % interval spolehlivosti - je to interval, ve kterém se bude odhadovaná hodnota nacházet s 95 % spolehlivostí
- Čím je větší počet měření, tím je 95 % interval spolehlivosti užší

Graf standardizované mortality - intervaly spolehlivosti:



3) Adjustace (Standardizace)

Adjustace (Standardizace)

- 30-denní mortalita pacientů po ischemické cévní mozkové příhodě v ČR

Typ centra	Kraj	Název	Semafor	Počet úmrtí	Počet pacientů celkem	Průměrný věk	Hrubá mortalita	Standardizovaná mortalita na věk
KCC	*****	Poskytovatel1	●	101	756	69,33	13,36%	15,90%
KCC	*****	Poskytovatel2	●	196	1 353	71,92	14,49%	15,84%
KCC	*****	Poskytovatel3	●	252	1 709	72,00	14,75%	15,59%
KCC	*****	Poskytovatel4	●	226	1 697	70,55	13,32%	15,08%
KCC	*****	Poskytovatel5	●	134	878	73,17	15,26%	14,56%
KCC	*****	Poskytovatel6	●	164	1 264	71,46	12,97%	14,17%
KCC	*****	Poskytovatel7	●	173	1 300	71,90	13,31%	14,10%
KCC	*****	Poskytovatel8	●	194	1 382	73,00	14,04%	13,78%
KCC	*****	Poskytovatel9	●	257	1 959	72,33	13,12%	13,70%
KCC	*****	Poskytovatel10	●	209	1 532	72,99	13,64%	13,66%
KCC	*****	Poskytovatel11	●	195	1 440	73,92	13,54%	12,63%
KCC	*****	Poskytovatel12	●	169	1 602	73,95	10,55%	10,04%
KCC	*****	Poskytovatel13	●	97	1 281	70,75	7,57%	8,24%
IC	*****	Poskytovatel14	●	121	839	71,40	14,42%	15,93%
IC	*****	Poskytovatel15	●	78	519	74,12	15,03%	14,06%
IC	*****	Poskytovatel16	●	126	907	73,52	13,89%	13,99%

Adjustace (Standardizace)

Vzorec standardizace

$$R_h = \alpha \frac{O_h}{E_h} = \frac{\frac{1}{n_h} \cdot \sum_{i=1}^{n_h} Y_i}{\frac{1}{n_h} \cdot \sum_{i=1}^{n_h} \hat{Y}_i}$$

R_h - Standardizovaná mortalita daného zařízení

O_h - Pozorovaná (observed) míra mortality daného zařízení

E_h - Očekávaná (expected) míra mortality daného zařízení

α - Referenční národní mortalita

95 % Interval spolehlivosti pro Standardizovaný mortalitní poměr

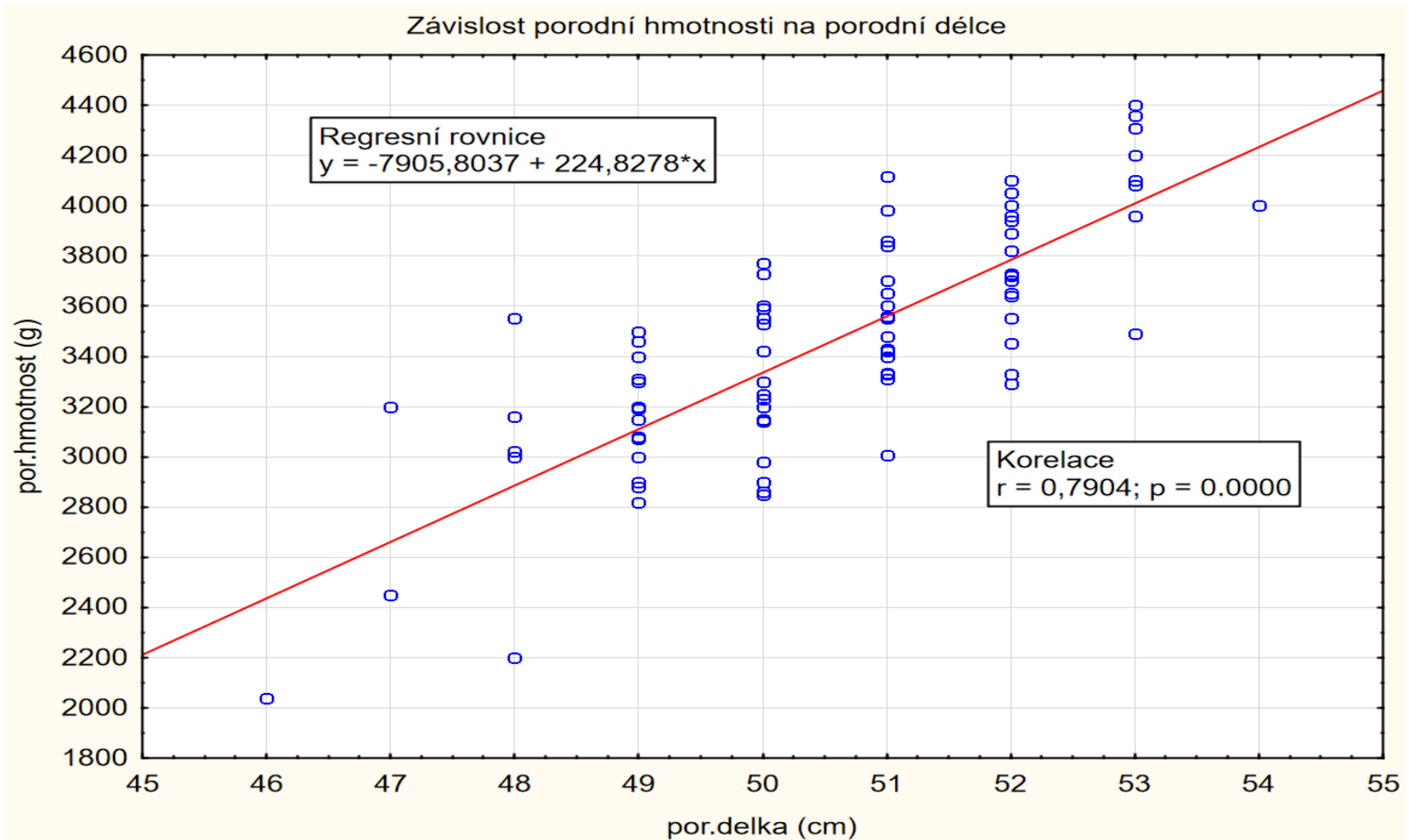
$$95\% CI = R_h - 1,96 \cdot \sqrt{var(R_h)} ; R_h + 1,96 \cdot \sqrt{var(R_h)}$$

$$var(R_h) = \left(\frac{\alpha}{E_h}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{n_h}\right)^2 \cdot \sum_{j=1}^{n_h} [(P_{hj}) \cdot (1 - P_{hj})]$$

4) Korelace a Regrese

Korelace a Regrese

- Korelace - měří sílu sledované závislosti
- Regrese - dává nám rovnici sledované závislosti



Korelační koeficient

- míra lineární závislosti
- nabývá reálných hodnot od -1 do 1
- obvykle se značí r

$$r = -1$$

- Mezi znaky je klesající lineární závislost

$$r = 0$$

- Mezi znaky je lineární nezávislost, tzv. **nekorelovanost**

$$r = 1$$

- Mezi znaky je rostoucí lineární závislost

Korelační koeficient

$$0 \leq |r| < 0,3$$

- Slabá **LINEÁRNÍ** závislost

$$0,3 \leq |r| < 0,8$$

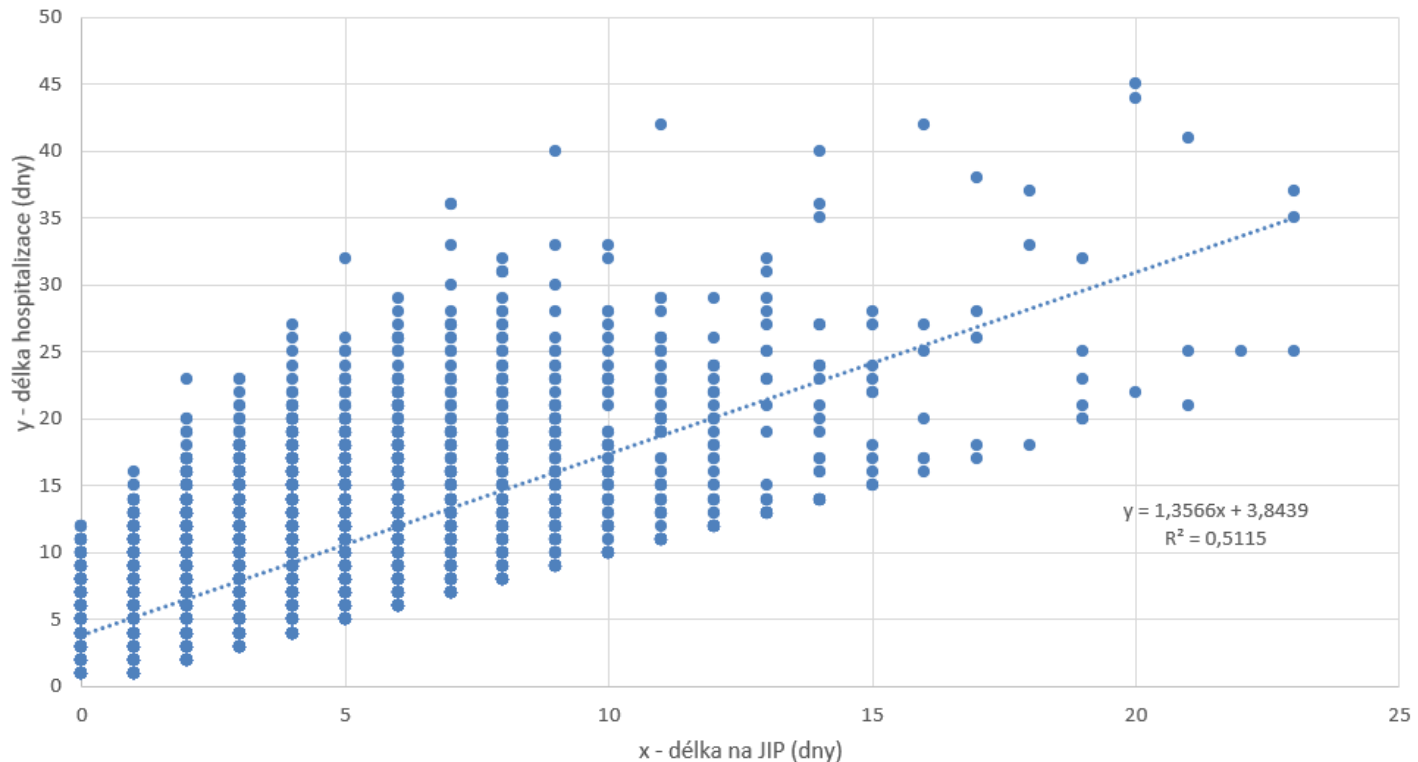
- Středně silná **LINEÁRNÍ** závislost

$$|r| \geq 0,8$$

- Silná **LINEÁRNÍ** závislost

Korelace a Regrese

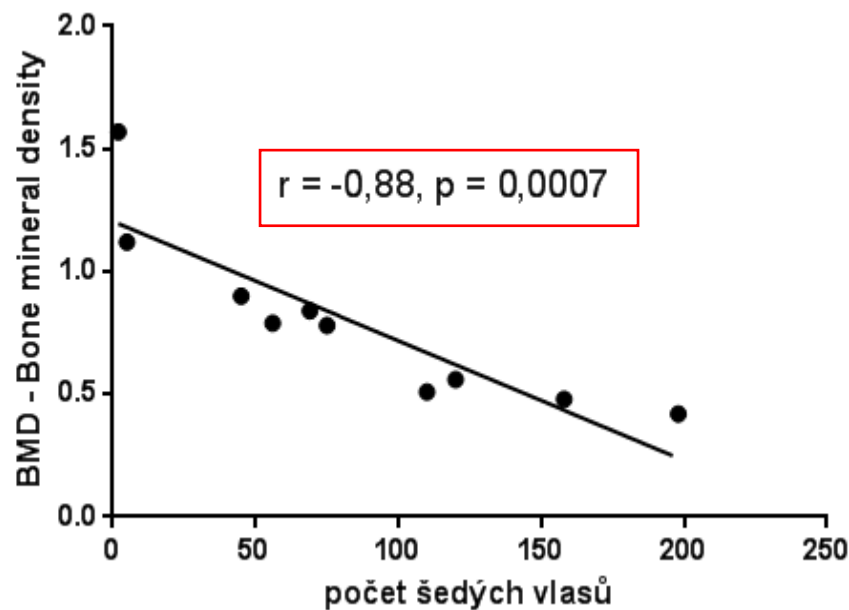
	<i>VEKLET</i>	<i>DELKA_HOSP</i>	<i>DELKA_JIP_HOSP</i>	<i>NIHSS_SCORE</i>
VEKLET	1,000			
DELKA_HOSP	0,051	1,000		
DELKA_JIP_HOSP	0,061	0,715	1,000	
NIHSS_SCORE	0,158	0,236	0,391	1,000



Korelace nemusí znamenat Kauzalitu

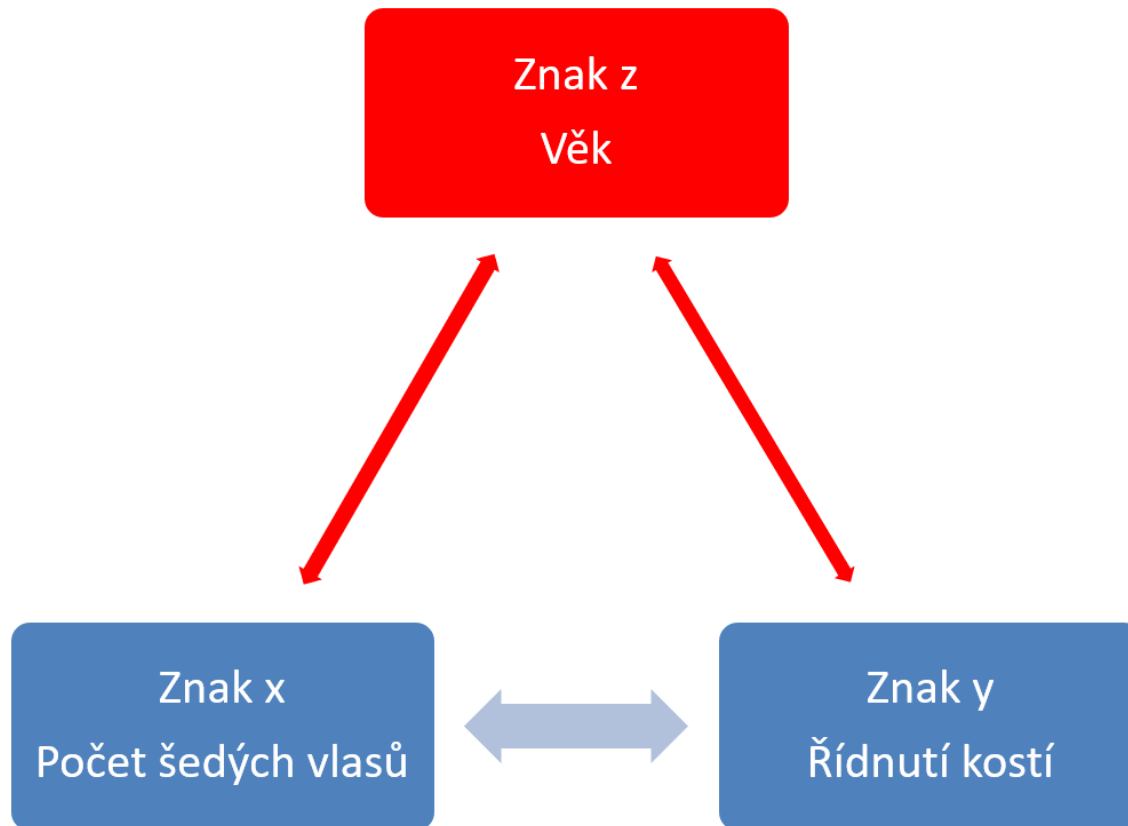
- Korelace nemusí znamenat Kauzalitu!
- Př. Ovlivňuje počet šedých vlasů míru hustoty kostí BMD?
- Nezbytná adjustace v multivariantním modelu!

	A	B	C
1	šedé vlasy	BMD	věk
2	2	1,57	14
3	158	0,48	68
4	69	0,84	41
5	5	1,12	20
6	120	0,56	58
7	75	0,78	52
8	110	0,51	71
9	198	0,42	85
10	45	0,9	38
11	56	0,79	29



Korelace nemusí znamenat Kauzalitu

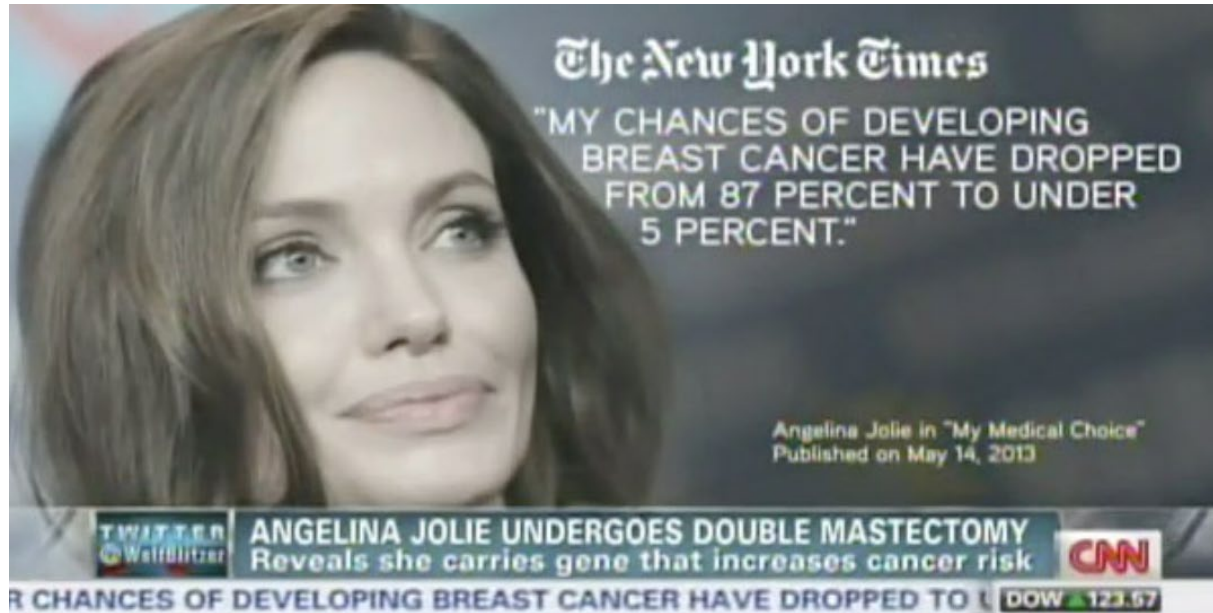
- Korelace nemusí znamenat Kauzalitu!
- PŘ. Ovlivňuje počet šedých vlasů míru hustoty kostí BMD?



5) Logistická regrese

Logistická regrese

- Risk modely ve zdravotnictví - Angelina Jolie



$$\Pi = \frac{\exp(\beta_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \dots + \beta_n \cdot x_n)}{1 + \exp(\beta_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \dots + \beta_n \cdot x_n)}$$

$$\Pi = \exp(-3,3104 + 0,08618 \cdot 90 - 0,0576 \cdot 60 + 0,5007 \cdot 1 + 1,9516 \cdot 1) / (1 + \exp(-3,3104 + 0,08618 \cdot 90 - 0,0576 \cdot 60 + 0,5007 \cdot 1 + 1,9516 \cdot 1)) = 0,8702 = \mathbf{87,02 \%}$$

Logistická regrese

- Zdroj: European journal of cardio - thoracic surgery (data from Netherland)

Table 1: General characteristics and determinants of postoperative mortality after surgery for lung cancer

	<i>n</i>	POM (%)	Odds ratio ^a	95% CI
Age (years)				
18–59	2667	1.2	1	–
60–69	3494	2	1.6	1.1–2.5
70–79	3107	4.3	3.6	2.4–5.4
80+	311	6.8	6.5	3.6–11.6
Gender				
Men	6065	3.5	1	–
Women	3514	1.4	0.5	0.4–0.8
Type of surgery				
Lobectomy	7374	1.9	1	–
Bilobectomy	824	3.5	1.9	1.2–2.8
Left pneumonectomy	832	4.6	2.4	1.6–3.5
Right pneumonectomy	549	8.6	4.9	3.5–7.0
Period				
2005–07	4687	3.3	1	–
2008–10	4892	2.1	0.7	0.5–0.9

POM: postoperative mortality.

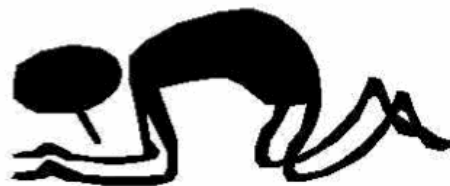
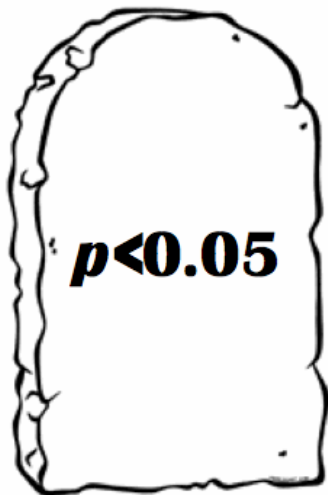
^aAccording to multivariable analysis.

Table 2: Exploratory analysis of determinants of postoperative mortality after surgery for lung cancer^a

	POM (%)	Odds ratio ^b	95% CI	P-value
Hospital volume				
1–19	3.1	1	–	0.57
20–49	2.5	0.86	0.65–1.15	
50+	2.5	0.87	0.61–1.24	
Surgical specialty 2005–07				
General	3.7	1	–	0.05
Cardiothoracic	2.4	0.67	0.45–1.00	
Surgical training 2008–10				
General	2.1	1	–	0.98
Cardiothoracic	2	0.99	0.64–1.52	
Season				
July–Sept	2.1	1	–	0.09
Oct–Dec	2.7	1.3	0.89–1.90	
Jan–Mar	3.3	1.59	1.11–2.28	
Apr–June	2.7	1.27	0.87–1.85	
Weekday				
Monday–Thursday	2.5	1	–	<0.01
Friday	4	1.61	1.17–2.22	
Weekend	6.8	2.93	1.02–8.36	

Testování hypotéz - p-hodnota - ZÁKLAD STATISTIKY

- p-hodnota - pravděpodobnost, že se pletu (např. že se dva léky liší)
- Pokud $p > 0,05$ (léky se neliší)
- Pokud $p < 0,05$ (léky se liší)



$p < 0.05$



Logistická regrese

Př: Úkolem je sestavit rovnici pro odhad pravděpodobnosti úmrtí pacientů s Covid19 na základě proměnných naměřených při přijetí. Ve sloupci “Mortality” je uvedeno, zda daný pacient nakonec zemřel = 1 či nezemřel = 0

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Mortality	Age	Gender	EGFR groups	CAD	DM	Obes	HTN	Lipid	COPD	Asthma	S/P-ALT	S/P-AST	SpO2 %
2	0	54	F	Group 1 (G1)	0	0	0	0	0	0	0	0,28	0,33	98,00
3	0	48	F	Group 1 (G1)	0	0	0	0	0	0	0	0,35	0,36	100,00
4	0	39	F	Group 1 (G1)	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,20	99,00
5	0	76	M	Group 2 (G2)	1	1	0	1	0	0	0	2,01	1,94	93,00
6	0	73	F	Group 1 (G1)	1	0	0	0	0	1	0	0,19	0,28	86,00
7	0	32	M	Group 1 (G1)	0	0	0	0	0	0	0	0,26	0,59	98,00
8	0	79	M	Group 2 (G2)	0	0	0	1	1	0	0	0,74	0,97	92,00
9	1	73	F	Group 2 (G2)	0	0	0	0	0	0	0			96,00
10	0	53	F	Group 1 (G1)	0	0	0	0	0	0	0	0,81	0,50	98,00
11	0	48	M	Group 1 (G1)	0	0	0	1	0	1	0	1,31	0,77	98,00
12	0	74	F	Group 2 (G2)	0	0	0	1	1	0	0	0,43	0,53	98,00
13	0	31	F	Group 1 (G1)	0	0	0	0	0	0	0	0,95	0,72	100,00

Logistická regrese

- Odhad pravděpodobnosti mortality u nového pacienta

Např. Pro pacienta s Age=90, SpO2=60%, Gender=M, EGFR=G5 provedeme odhad pravděpodobnosti úmrtí Π dosazením konkrétních hodnot do logistické rovnice.

$$\Pi = \frac{\exp(\beta_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \dots + \beta_n \cdot x_n)}{1 + \exp(\beta_1 + \beta_2 \cdot x_2 + \beta_3 \cdot x_3 + \dots + \beta_n \cdot x_n)}$$

$$\begin{aligned} \Pi = \exp & (-3,3104 + 0,08618 \cdot \text{Age} - 0,0576 \cdot \text{SPO2} + 0,5007 \cdot (\text{GENDER} = \text{M}) + 0,3293 \cdot (\text{EGFR GROUP} = \text{G2}) - \\ & 0,1335 \cdot (\text{EGFR GROUP} = \text{G3a}) + 0,7419 \cdot (\text{EGFR GROUP} = \text{G3b}) + 1,3002 \cdot (\text{EGFR GROUP} = \text{G4}) \\ & + 1,9516 \cdot (\text{EGFR GROUP} = \text{G5})) / (1 + \exp & (-3,3104 + 0,08618 \cdot \text{Age} - 0,0576 \cdot \text{SPO2} + 0,5007 \cdot (\text{GENDER} = \\ & \text{M}) + 0,3293 \cdot (\text{EGFR GROUP} = \text{G2}) - 0,1335 \cdot (\text{EGFR GROUP} = \text{G3a}) + 0,7419 \cdot (\text{EGFR GROUP} = \text{G3b}) \\ & + 1,3002 \cdot (\text{EGFR GROUP} = \text{G4}) + 1,9516 \cdot (\text{EGFR GROUP} = \text{G5})) \end{aligned}$$

$$\Pi = \exp (-3,3104 + 0,08618 \cdot 90 - 0,0576 \cdot 60 + 0,5007 \cdot 1 + 1,9516 \cdot 1) /$$

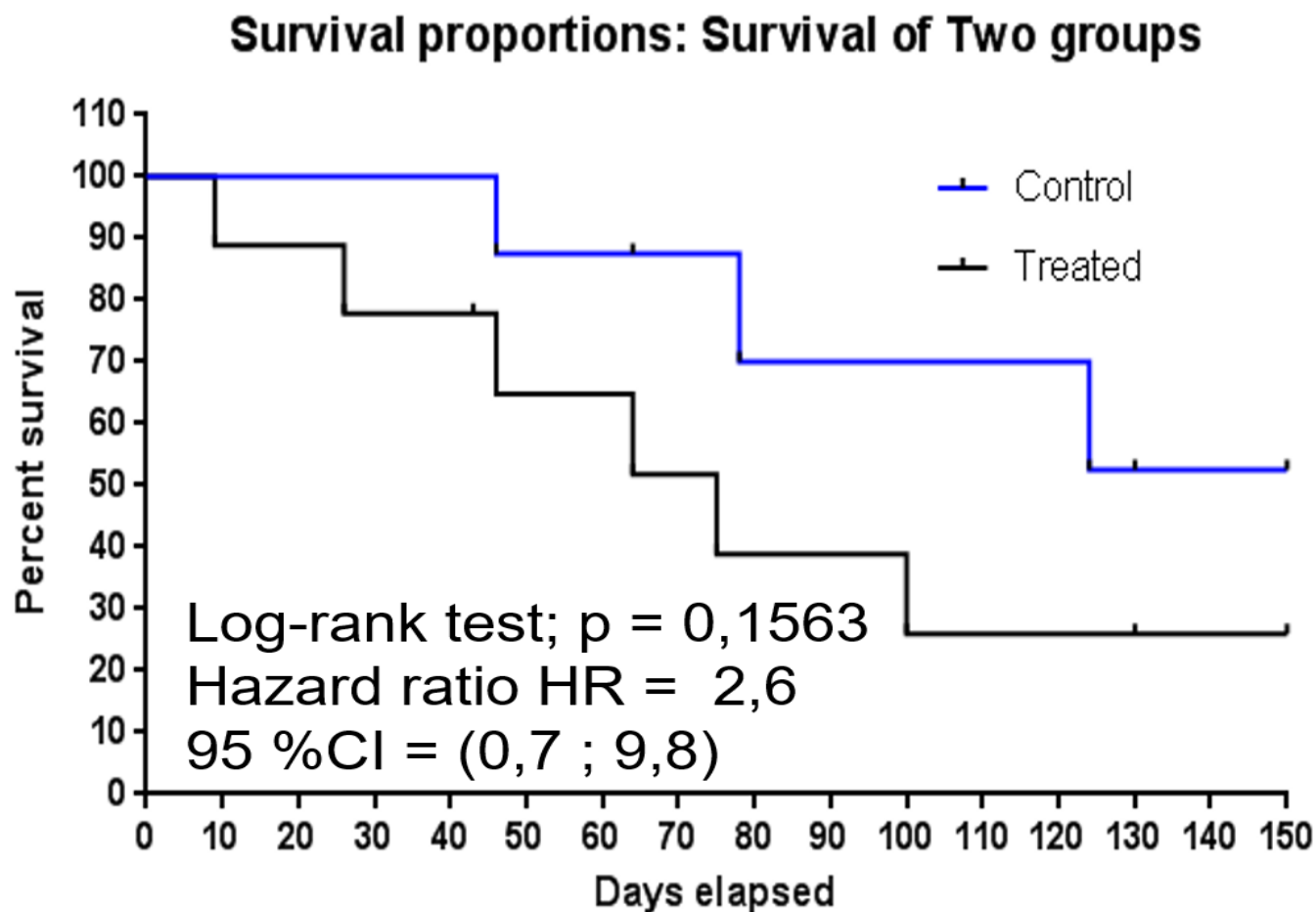
$$(1 + \exp (-3,3104 + 0,08618 \cdot 90 - 0,0576 \cdot 60 + 0,5007 \cdot 1 + 1,9516 \cdot 1) = 0,9522 = \mathbf{95,22 \%}$$

Tento pacient zemře na Covid19 s 95,22 % pravděpodobností.

6) Analýza přežití (Survival analysis)

Analýza přežití (Survival analysis)

- Ukázka Kaplan - Meierových křivek v Analýze přežití



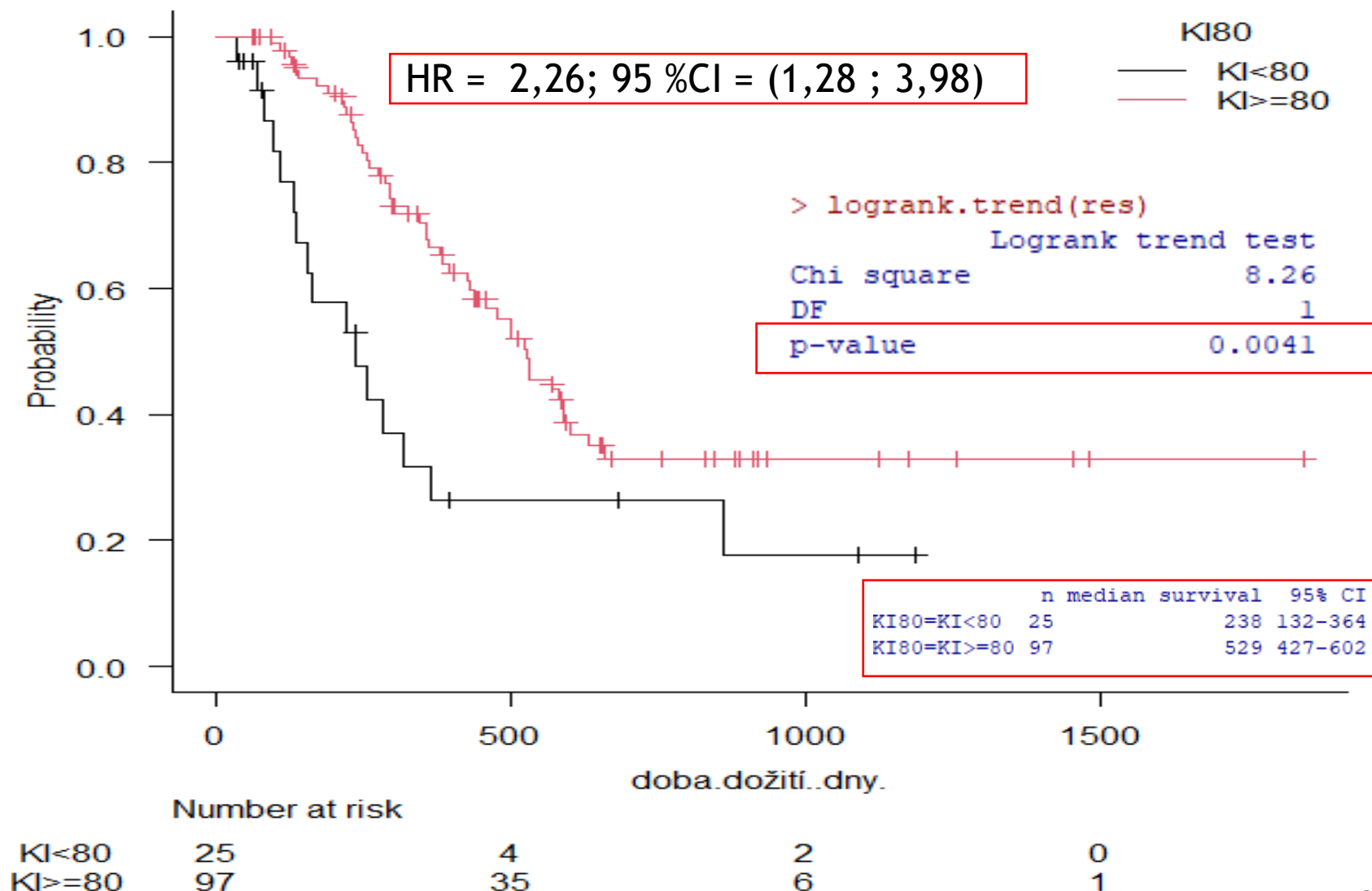
Analýza přežití (Survival analysis)

- Ukázka formátu vstupních dat v Analýze přežití
- Identifikace důležitých faktorů pro délku přežití u pacientů s CA krku

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	NProm	úmrtí 1/0	dobu dožití (dny)	Věk	pohlaví	GTV (ml) - objem	GTV 80	KI80	RT38	Dg32,09,13,01	Prognosa 8,10,11.
1											
2	1	0	1844	78	M	45 GTV<= 80	KI>=80	RT> 38		C32,09,13,01	8,10,11.
3	2	1	128	58	M	90 GTV> 80	KI>=80	RT<= 38		C32,09,13,01	8,10,11.
4	3	1	588	58	Ž	135 GTV> 80	KI>=80	RT<= 38		C04,14,31	8,10,11.
5	4	0	1481	50	M	20 GTV<= 80	KI>=80	RT<= 38		C32,09,13,01	8,10,11.
6	5	0	1454	66	M	110 GTV> 80	KI>=80	RT> 38		C32,09,13,01	8,10,11.
7	6	1	385	76	M	60 GTV<= 80	KI>=80	RT<= 38		C32,09,13,01	8,10,11.
8	7	1	358	50	M	250 GTV> 80	KI>=80	RT<= 38		C04,14,31	8,10,11.
9	8	1	237	83	M	65 GTV<= 80	KI>=80	RT> 38		C04,14,31	8,10,11.
10	9	1	138	64	M	120 GTV> 80	KI<80	RT> 38		C32,09,13,01	8,10,11.
11	10	1	298	68	M	80 GTV<= 80	KI>=80	RT> 38		C04,14,31	8,10,11.
12	11	1	529	63	M	60 GTV<= 80	KI>=80	RT<= 38		C04,14,31	8,10,11.
13	12	0	1256	63	M	40 GTV<= 80	KI>=80	RT<= 38		C32,09,13,01	8,10,11.
14	13	1	189	69	M	10 GTV<= 80	KI>=80	RT<= 38		C32,09,13,01	1,3,4,5,7,12

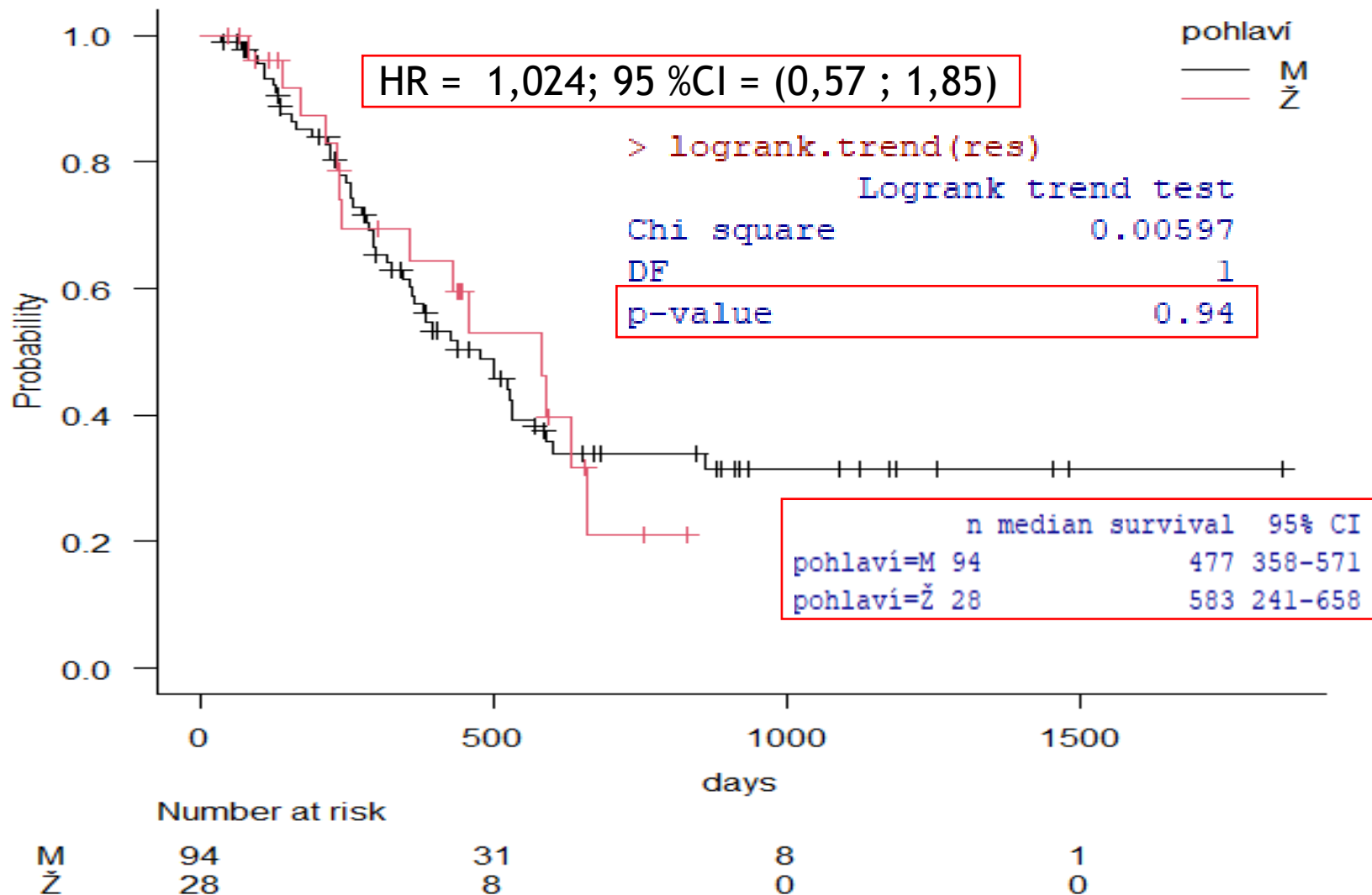
Analýza přežití (Survival analysis)

KI80 - výkonnostní stav pacienta $< > 80\%$



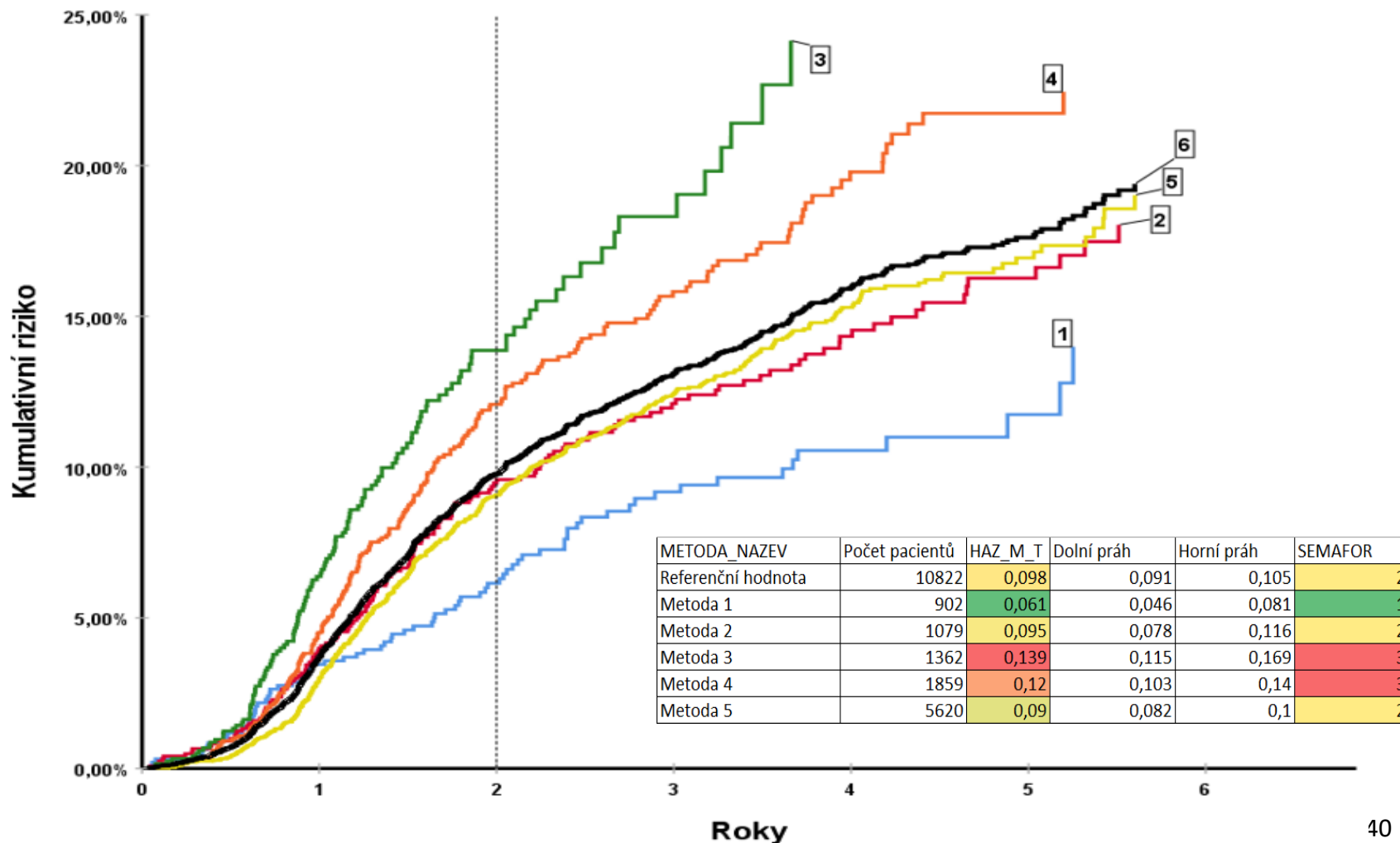
Analýza přežití (Survival analysis)

Pohlaví



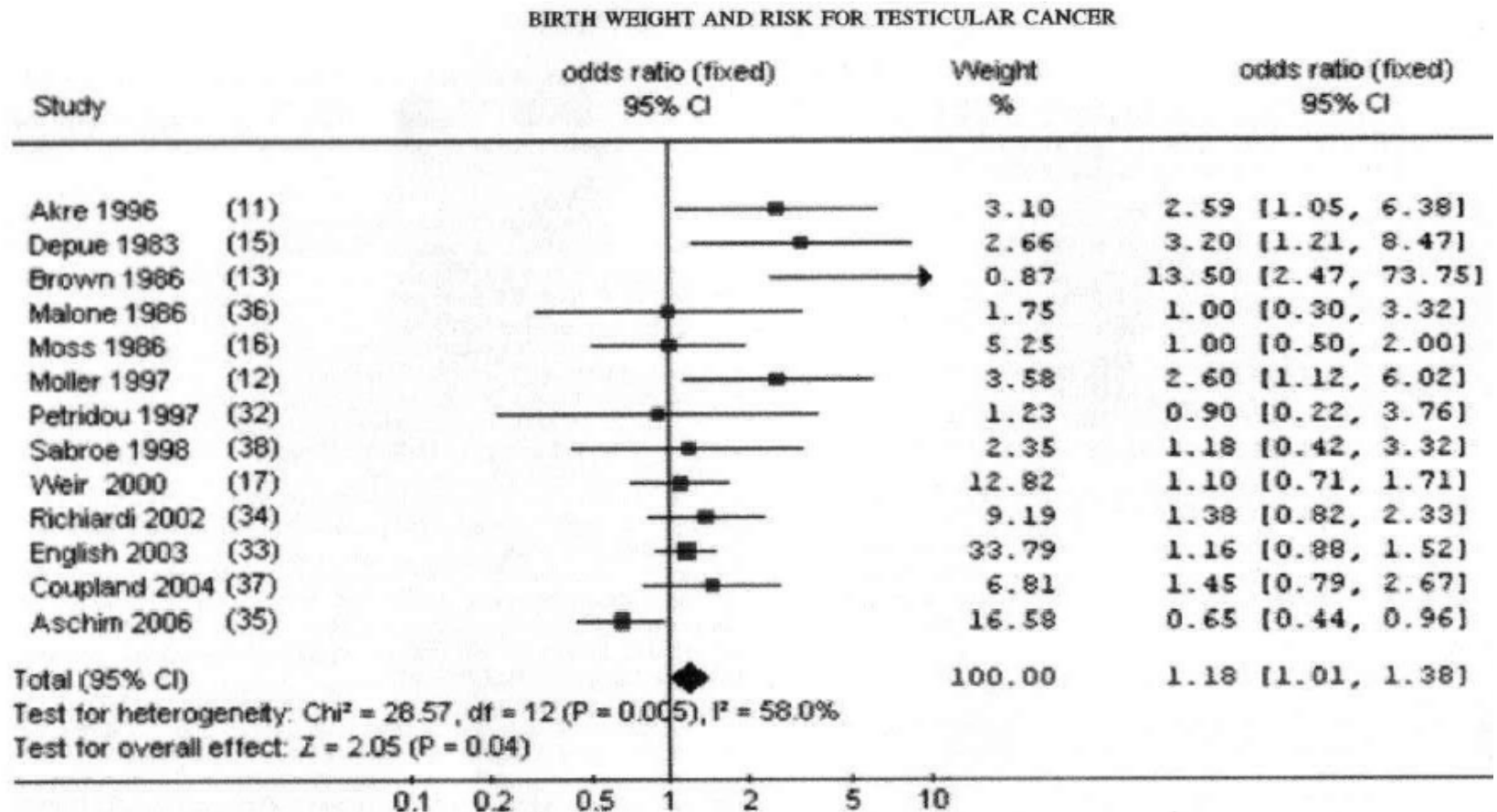
Analýza přežití (Survival analysis)

- Kaplan-Meierovy křivky a 2-letá gastrointestinální toxicita po ozáření prostaty



7) Metaanalýza

Grafický výstup metaanalýzy - Forest plot (Stromový graf)

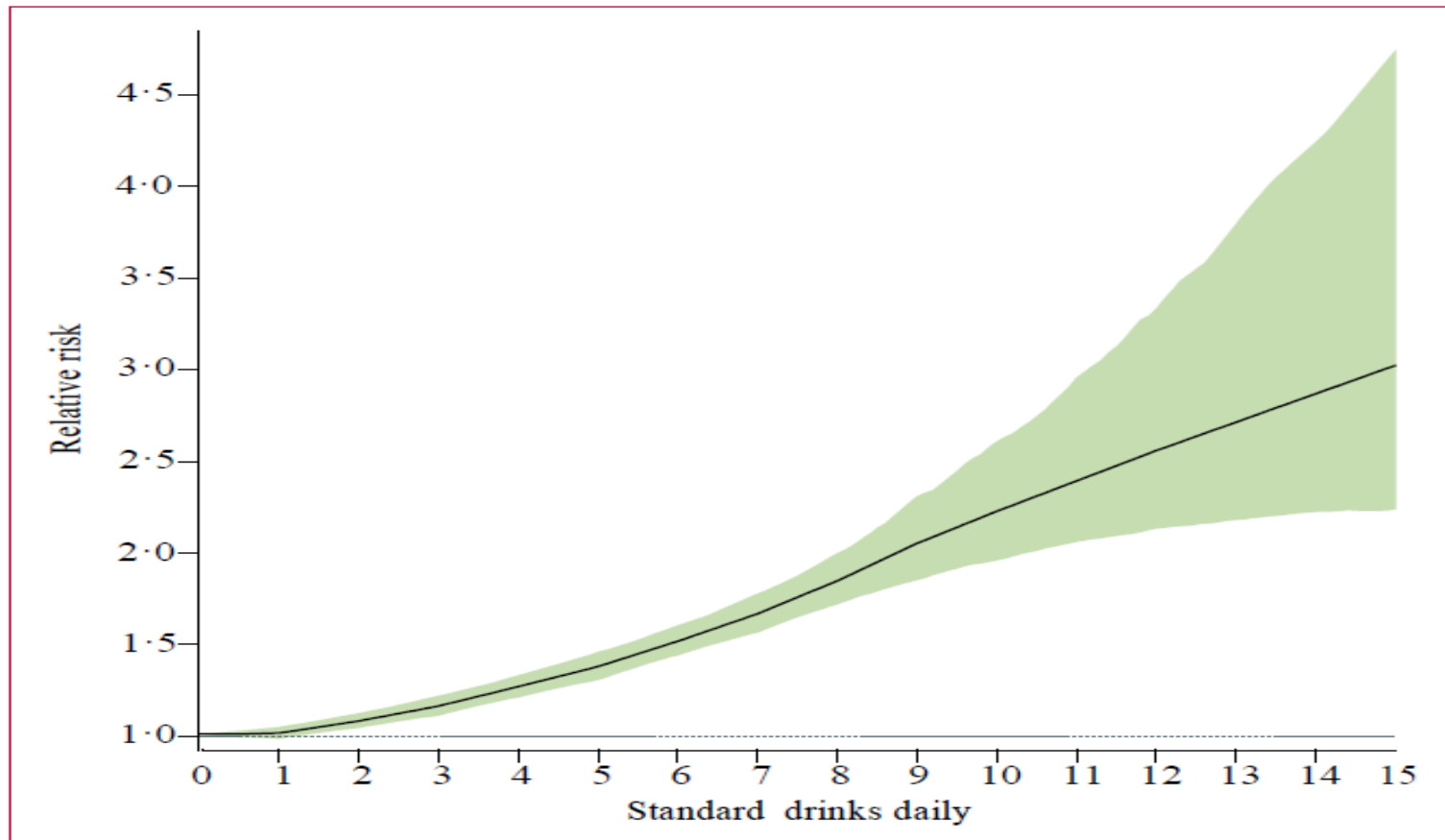


Grafický výstup metaanalýzy - Forest plot (Stromový graf)

- Čtverci jsou znázorněny Poměry šancí OR a čarami 95 % intervaly spolehlivosti.
- Plocha čtverce u každé studie je úměrná velikosti studie. Tedy, čím rozsáhlejší studie, tím větší čtverec.
- U rozsáhlejších studií jsou užší 95% IS, tedy čáry jsou kratší.
- Názvy studií jsou seřazeny abecedně nebo dle data publikace na levé straně grafu
- Celkový výsledný odhad ze všech studií je zakreslen dole ve tvaru diamantu. Jeho střed odpovídá výslednému OR a jeho délka odpovídá výslednému CI 95%.
- Pokud se „diamant“ překrývá se svislou čarou procházející OR = 1, je celkový výsledek metaanalýzy neprůkazný, pokud se nepřekrývá, je průkazný.
- Pokud je výsledek neprůkazný, může to buď znamenat, že není významný rozdíl mezi faktory či léčbami *nebo*, že velikost vzorku byla příliš malá na to, aby se spolehlivě prokázalo, kde leží skutečný výsledek.
- Test homogenity (někdy nazýván Cochranův Q test) testuje hypotézu H_0 , že účinky jsou ve všech studiích stejné oproti H_1 , že se účinky mezi studiemi liší.
- Index I^2 = vyjadřuje stupeň heterogenity mezi studiemi v metaanalýze. Je to část celkové variability vysvětlitelná variabilitou mezi studiemi.
- Z test pro celkový efekt testuje, zda celkové OR je statisticky významné.

Metaanalýza

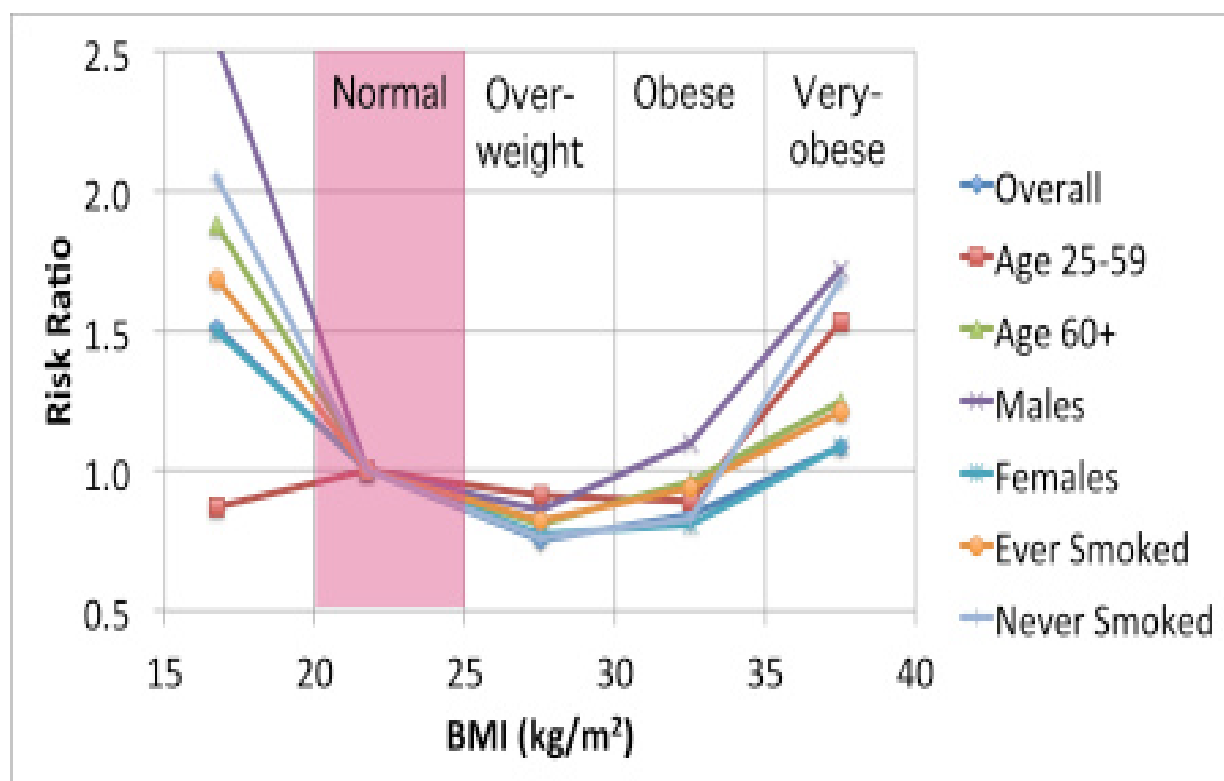
- Souvislost denní průměrné dávky alkoholu se zvýšením rizika dřívějšího úmrtí



- Zdroj: The Lancet

Metaanalýza

- Souvislost urovně BMI se zvýšením rizika dřívějšího úmrtí



- Zdroj: The Lancet

POZOR!: Jednotlivé RR se mezi sebou násobí!!! ☺

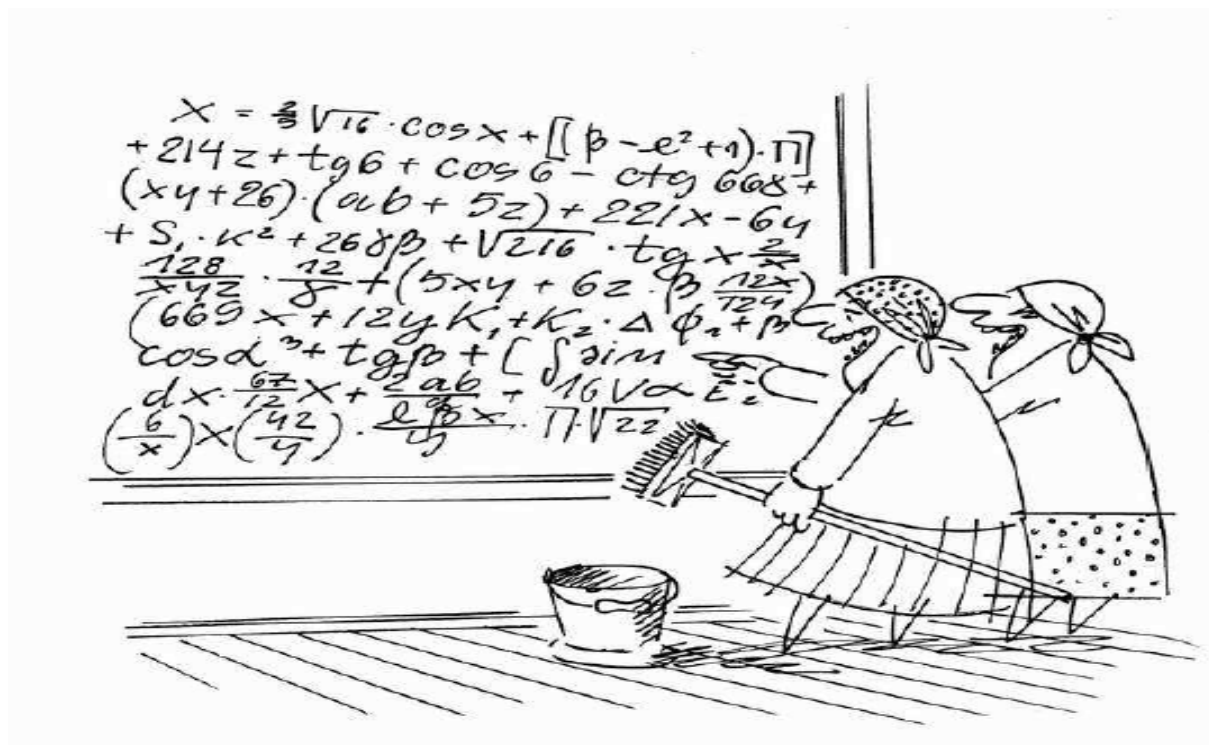
Příklad:



RR celkem = RR alkohol x RR obezita x RR kouření

RR celkem = 3 x 4 x 2

RR celkem = 24 !!!



Děkuji za pozornost ☺