



Vliv horka na úmrtnost v ČR

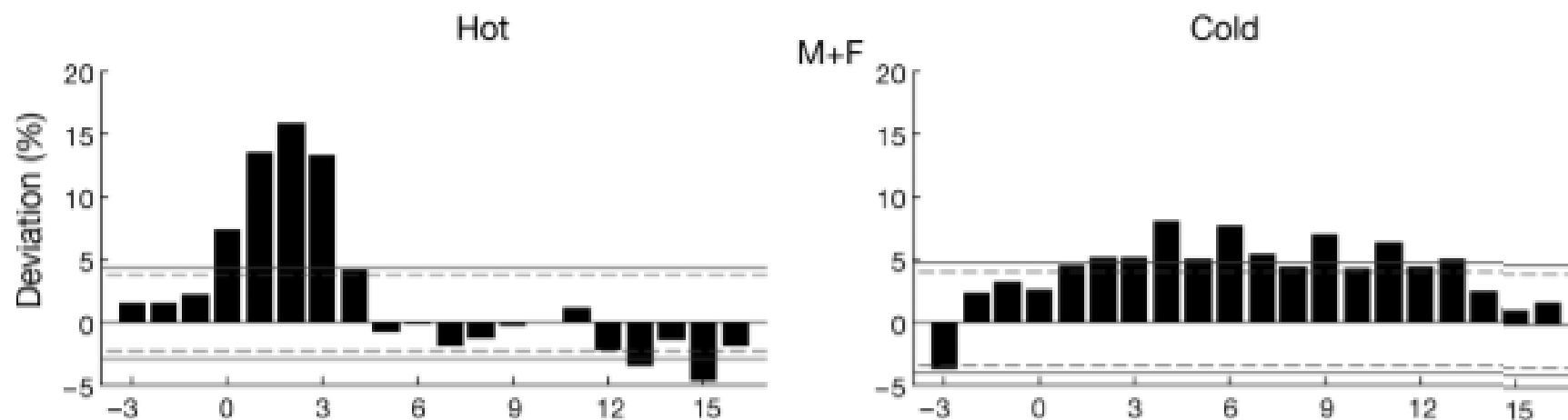
Aleš Urban, Jan Kyselý et al.

ÚFA AV ČR

PřF UK

Motivace

- Období extrémních teplot vzduchu jsou v našich zeměpisných šířkách nejrizikovějším atmosférickým jevem majícím přímý vliv na lidské životy
- Nejvýrazněji se projevují ve zvýšené úmrtnosti na kardiovaskulární nemoci (CVD) – > 50% celkových úmrtí
- Dobře doloženo pro populaci ČR (Kyselý et al. 2011):



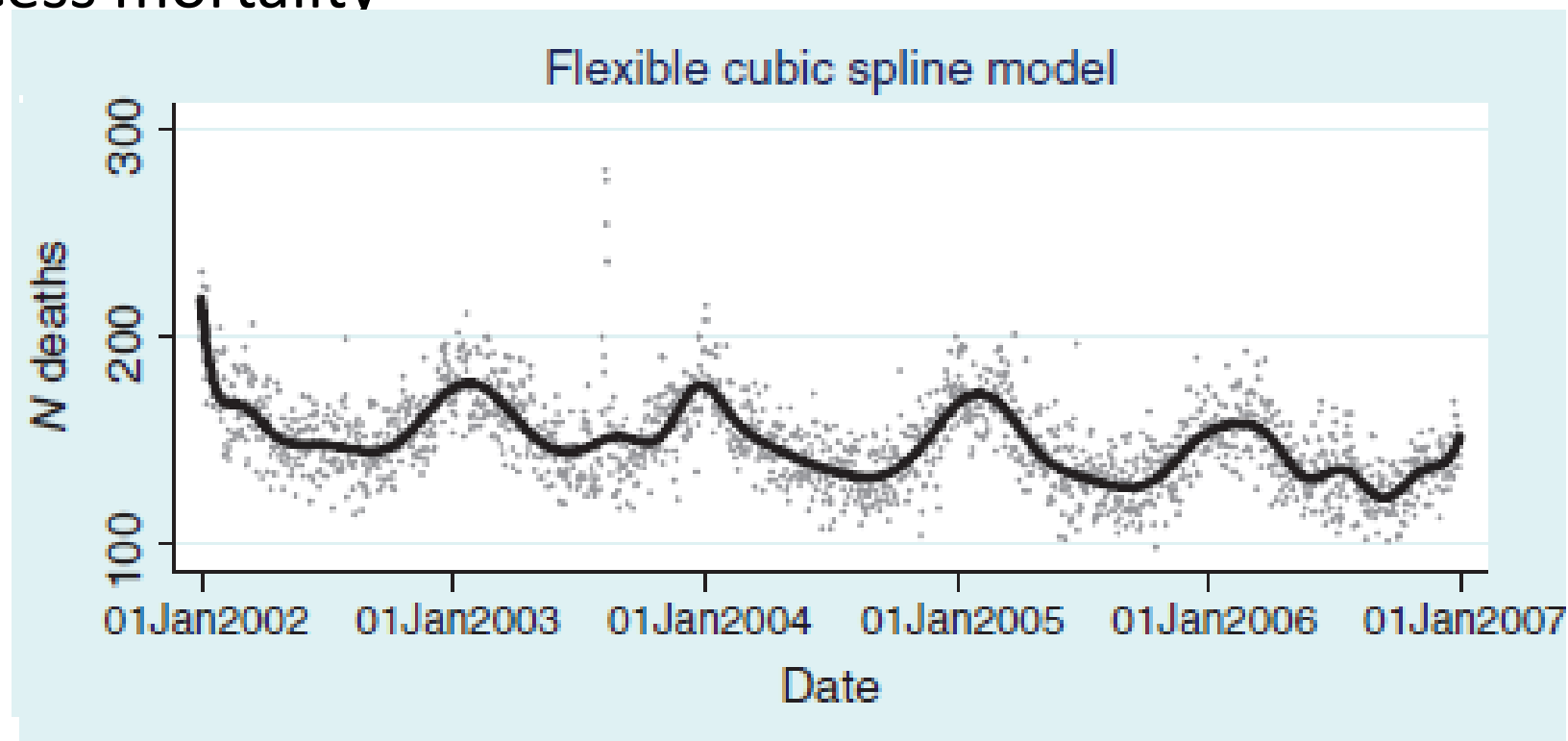
- Horko – větší přímý dopad => vzhledem k vývoji klimatu aktuálnější téma
- Malá pozornost věnována regionálním rozdílům
- Ty mohou být dány rozdílnými demografickými a socioekonomickými charakteristikami jednotlivých regionů (Burkart et al. 2014)
- Studie často opomíjejí základní fyzicko-geografické podmínky (místí klima, nadmořská výška; např. Kovach et al. 2015)

Cíle

- Analyzovat regionální rozdíly ve vztazích mezi stresem z horka a úmrtností na CVD v České republice
- se zaměřením na rozdíly mezi:
 - (i) městským a venkovským obyvatelstvem;
 - (ii) oblastmi s rozdílnou úrovní socioekonomické deprivace; a
 - (iii) regiony s odlišnými fyzicko-geografickými podmínkami.

Epidemiologická data

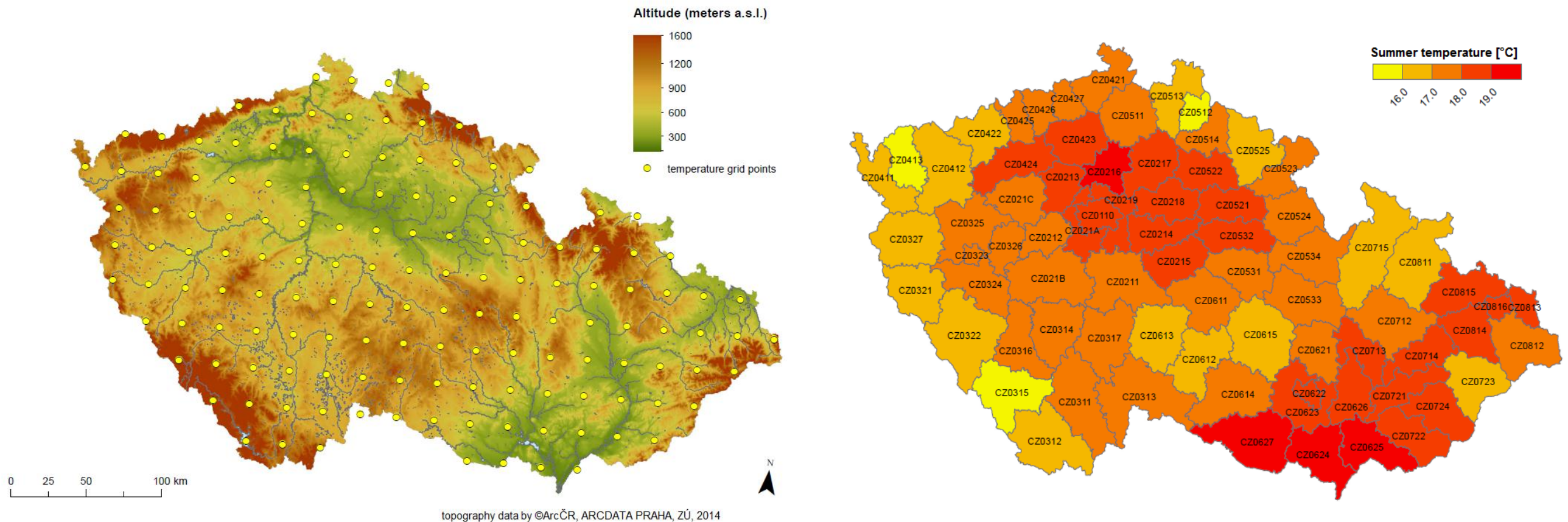
- Denní záznamy o počtu úmrtí na kardiovaskulární onemocnění, za období 1994–2009 (ÚZIS a ČSÚ) => informace o věku, pohlaví, příčině úmrtí, okresu trvalého bydliště
- Ošetření datových řad o dlouhodobý trend, sezónnost a týdenní cykly v chodu úmrtnosti a chřipkové epidemie => využití zobecněných aditivních modelů (GAM; Wood 2006) => očekávané denní počty zemřelých v okresech ČR
- Relativní odchylky od očekávané úmrtnosti porovnány s meteorologickými daty => excess mortality



Převzato z: Bhaskaran et al. 2013

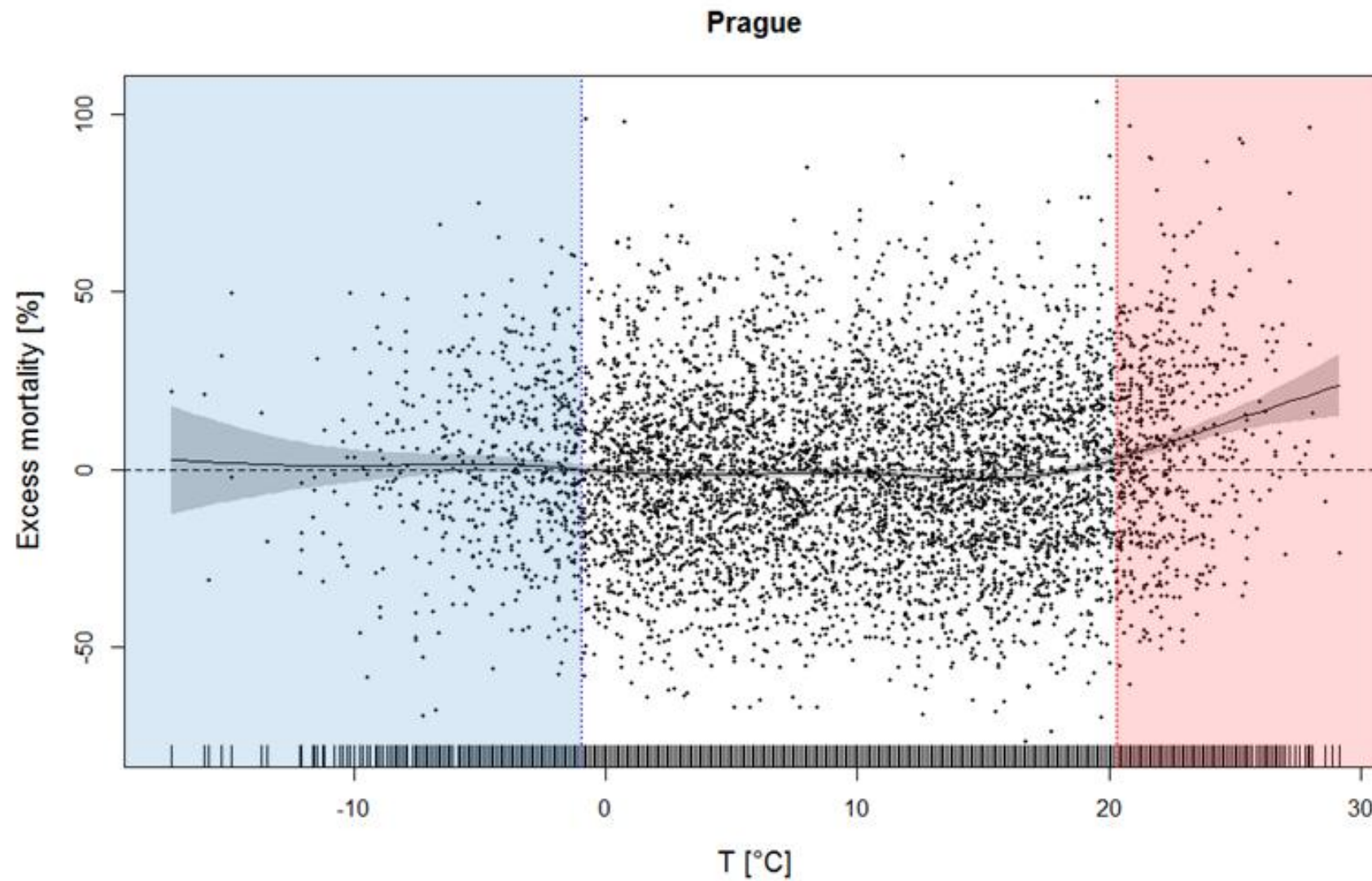
Meteorologická data

- Databáze GriSt: pravidelná síť uzlových bodů s rozlišením 25 x 25 km pokrývající celou ČR vytvořená interpolací (Petr Štěpánek, ČHMÚ) údajů o průměrné denní teplotě vzduchu mezi lety 1994–2009 z nepravidelné sítě meteorologických stanic (ČHMÚ)
- Pomocí nástrojů zonální statistiky v GIS byly údaje z jednotlivých uzlových bodů přepočítány na území okresů => časové řady pro okresy ČR



Vymezení horkých dnů/období

- **horké** dny definovány na základě průměrné teploty vzduchu nad **90%** kvantilem rozdělení v **letních** (červen–srpen) měsících v letech 1994–2009 (cca 148/127 dnů)
- analýza zpožděné odpovědi úmrtnosti na stres z horka => **horká období** – alespoň dva po sobě následující **horké dny** (cca 35 období)

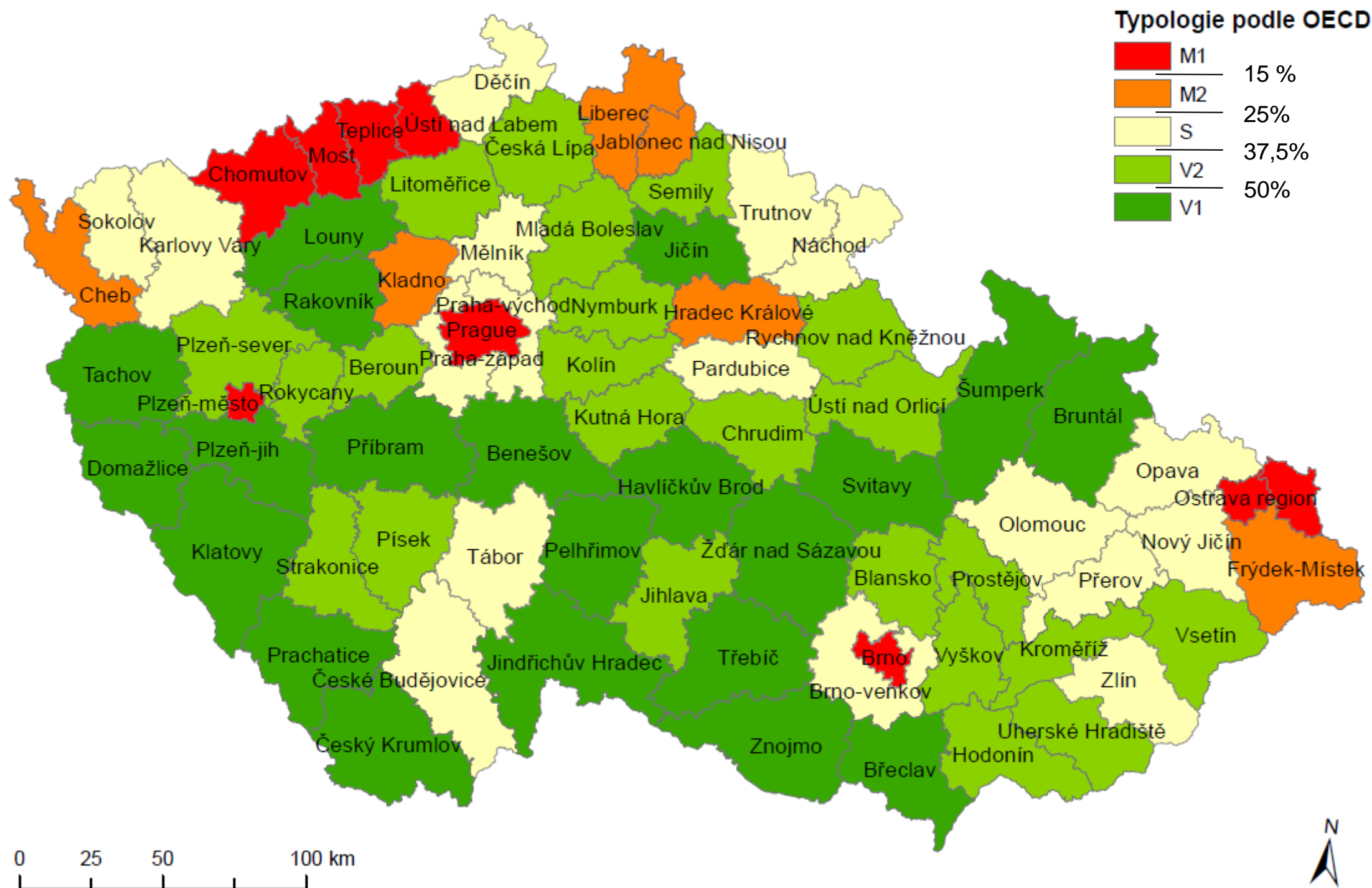


Faktory ovlivňující prostorové rozdíly

Faktory ovlivňující prostorové rozdíly

- Demografické faktory
 - Rozdílná věková struktura populace – provedena věková standardizace pro jednotlivé okresy ČR
 - Rozdílná hustota zalidnění – „městské“ vs. „venkovské“ okresy definovány na základě definice *OECD* – % obyvatel v obcích s hustotou zalidnění nižší než 150 obyv./km²; data pro ČR převzata z Blatecká (2006))

Hustota zalidnění



Data: Blatecká 2006

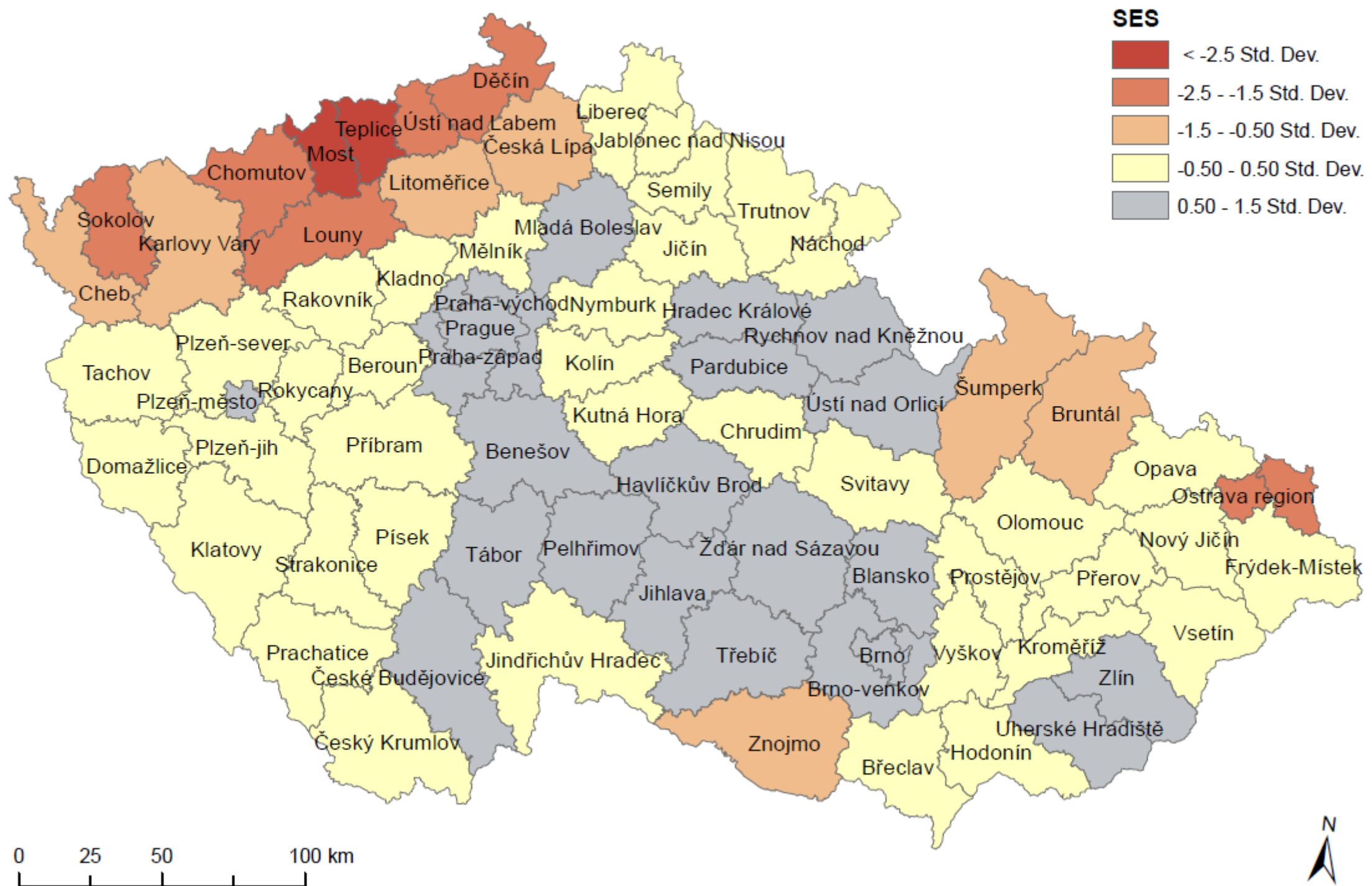
Faktory ovlivňující prostorové rozdíly

- Demografické faktory
 - Rozdílná věková struktura populace => věková standardizace pro jednotlivé okresy ČR
 - Rozdílná hustota zalidnění – „městské“ vs. „venkovské“ regiony definovány na základě definice *OECD* – % obyvatel obcí s hustotou zalidnění nižší než 150 obyv./km²; data pro ČR převzata z Blatecká (2006))

Faktory ovlivňující prostorové rozdíly

- Demografické faktory
 - Rozdílná věková struktura populace => věková standardizace pro jednotlivé okresy ČR
 - Rozdílná hustota zalidnění – „městske“ vs. „venkovské“ regiony definovány na základě definice *OECD* – % obyvatel obcí s hustotou zalidnění nižší než 150 obyv./km²; data pro ČR převzata z Blatecká (2006))
- Socioekonomická deprivace
 - Na základě dat ze SLDB 2001 (ČSÚ) vypočítán index socioekonomického statusu (*SES*) jako suma z-skóru (standardizované hodnoty):
 - % nezaměstnaných (*unemployed*)
 - % obyvatel bez maturity (*low edu*)
 - % obyvatel žijících v samostatných domácnostech (*single*)

Míra socioekonomické deprivace



=> INDEX s rozsahem -5.88 (Most) až 2.66 (Praha)

Faktory ovlivňující prostorové rozdíly

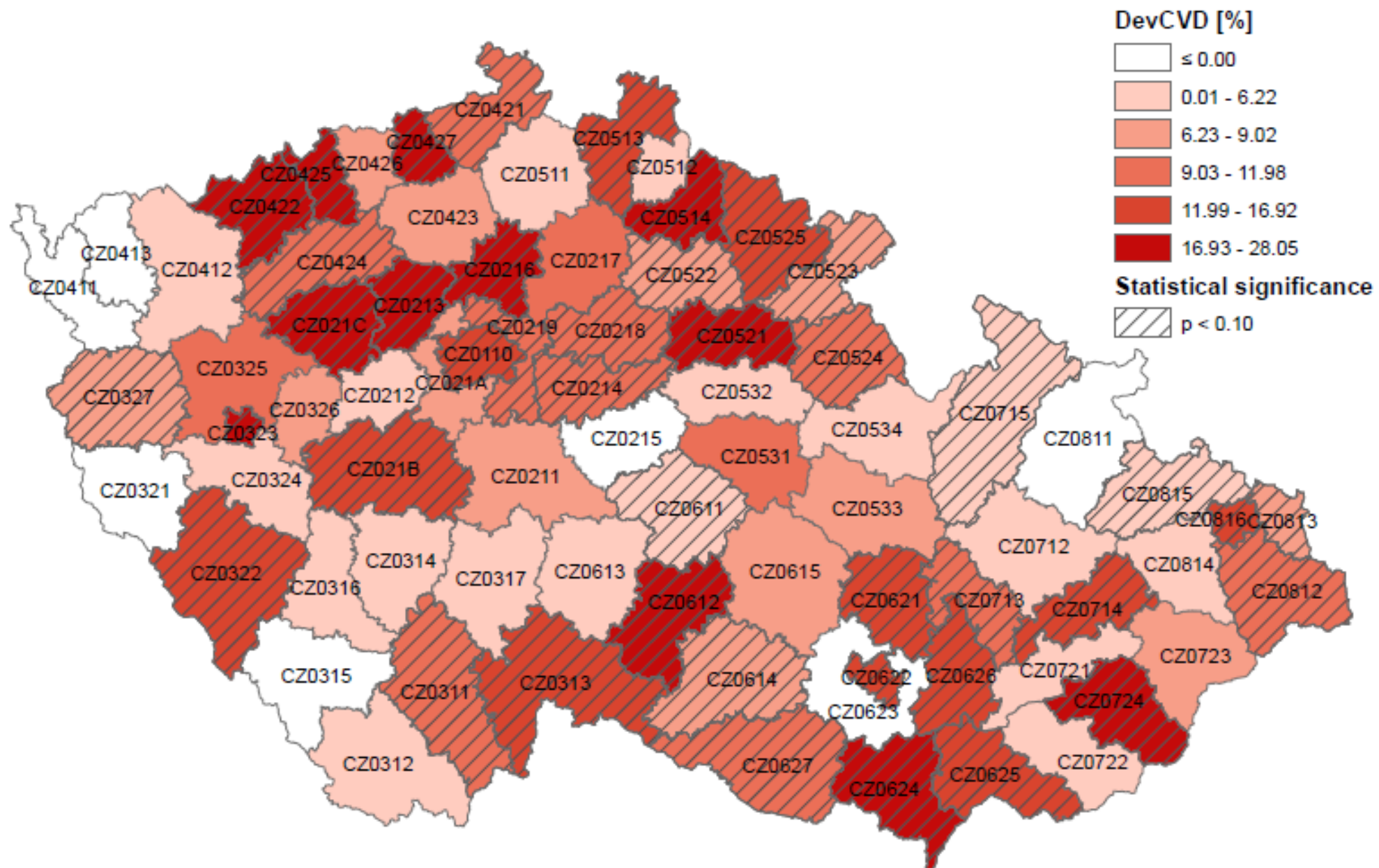
- Demografické faktory
 - Rozdílná věková struktura populace => věková standardizace pro jednotlivé okresy ČR
 - Rozdílná hustota zalidnění – „městske“ vs. „venkovské“ regiony definovány na základě definice OECD – % obyvatel obcí s hustotou zalidnění nižší než 150 obyv./km²; data pro ČR převzata z Blatecká (2006))
- Socioekonomická deprivace
 - Na základě dat z SLDB 2001 (ČSÚ) vypočítán index socioekonomické deprivace (SES) jako suma Z-skóru:
 - % nezaměstnaných (*unemployed*)
 - % obyvatel bez maturity (*low edu*)
 - % obyvatel žijících v samostatných domácnostech (*single*)

Faktory ovlivňující prostorové rozdíly

- Demografické faktory
 - Rozdílná věková struktura populace => věková standardizace pro jednotlivé okresy ČR
 - Rozdílná hustota zalidnění – „městske“ vs. „venkovské“ regiony definovány na základě definice OECD – % obyvatel obcí s hustotou zalidnění nižší než 150 obyv./km²; data pro ČR převzata z Blatecká (2006))
- Socioekonomická deprivace
 - Na základě dat z SLDB 2001 (ČSÚ) vypočítán index socioekonomické deprivace (SES) jako suma Z-skóru:
 - % nezaměstnaných (*unemployed*)
 - % obyvatel bez maturity (*low edu*)
 - % obyvatel žijících v samostatných domácnostech (*single*)
- Fyzicko-geografické faktory
 - krajinný pokryv => % zastavěné plochy (*impervious* = 1.1 a 1.2 podle CORINE Land Cover 2000)
 - průměrná teplota (*summer T*) a průměrná nadmořská výška (*altitude*) (vypočteno z GriSt)

Výsledky – analýza na úrovni okresů

- Průměrné rel. odchylky CVD úmrtnosti ve **horkých dnech** v okresech
- Nenalezena významná prostorová autokorelace => náhodné geografické rozložení



Výsledky – analýza na úrovni okresů

- korelační a regresní analýza mezi vybranými faktory a odchylkami úmrtnosti v jednotlivých okresech
- nejsilnější korelace s fyzicko-geografickými faktory (teplota, nadm. výška) a ukazateli míry urbanizace okresu (městský krajinný pokryv (% *impervious*))
- kroková regrese => průměrná letní teplota (*Summer T*) a hustota zalidnění (*OECD*)
- malé statistické vzorky pro jednotlivé okresy => velká míra nejistoty při modelování časových řad na úrovni okresů => značné rozdíly mezi podobnými okresy, nízké R^2 \Leftrightarrow značná nejistota ve výpočtu odchylek úmrtnosti pro jednotlivé okresy => **porovnání skupin okresů**

Korelační analýza (Spearman)

Independent Variable	DevCVD	SES
SES	0.01	1
% elderly	0.14	0.61
% low education	-0.20	-0.52
% unemployed	0.12	-0.75
% singles	0.13	-0.38
OECD	-0.22	0.11
Summer T (°C)	0.37	0.18
Altitude (m a.s.l.)	-0.37	-0.05
% impervious	0.34	0.05

Kroková regrese

Independent Variable	DevCVD
SES	—
% elderly	—
% low education	—
% unemployed	—
% singles	—
OECD	-0.096 (0.043)
Summer T (°C)	2.922 (0.002)
% impervious	—
R^2	0.191

Výsledky – analýza na úrovni okresů

- korelační a regresní analýza mezi vybranými faktory a odchylkami úmrtnosti v jednotlivých okresech
- nejsilnější korelace s fyzicko-geografickými faktory (teplota, nadm. výška) a ukazateli míry urbanizace okresu (městský krajinný pokryv (% *impervious*))
- kroková regrese => průměrná letní teplota (*Summer T*) a hustota zalidnění (*OECD*)
- malé statistické vzorky pro jednotlivé okresy => velká míra nejistoty při modelování časových řad na úrovni okresů => značné rozdíly mezi podobnými okresy, nízké R^2 \Leftrightarrow značná nejistota ve výpočtu odchylek úmrtnosti pro jednotlivé okresy => **porovnání skupin okresů**

Korelační analýza (Spearman)

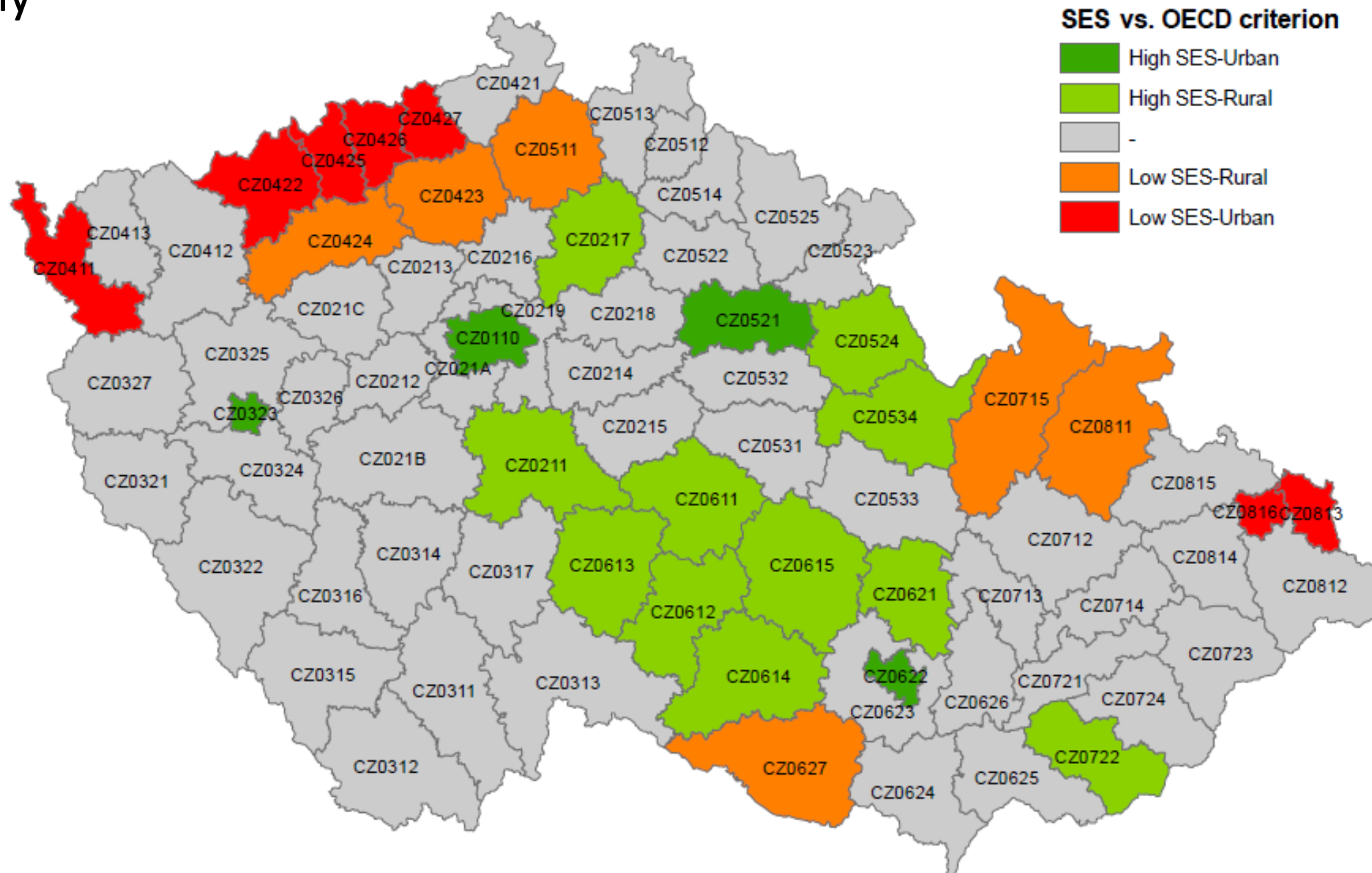
Independent Variable	DevCVD	SES
SES	0.01	1
% elderly	0.14	0.61
% low education	-0.20	-0.52
% unemployed	0.12	-0.75
% singles	0.13	-0.38
OECD	-0.22	0.11
Summer T (°C)	0.37	0.18
Altitude (m a.s.l.)	-0.37	-0.05
% impervious	0.34	0.05

Kroková regrese

Independent Variable	DevCVD
SES	---
% elderly	---
% low education	---
% unemployed	---
% singles	---
OECD	-0.096 (0.043)
Summer T (°C)	2.922 (0.002)
% impervious	
R^2	0.191

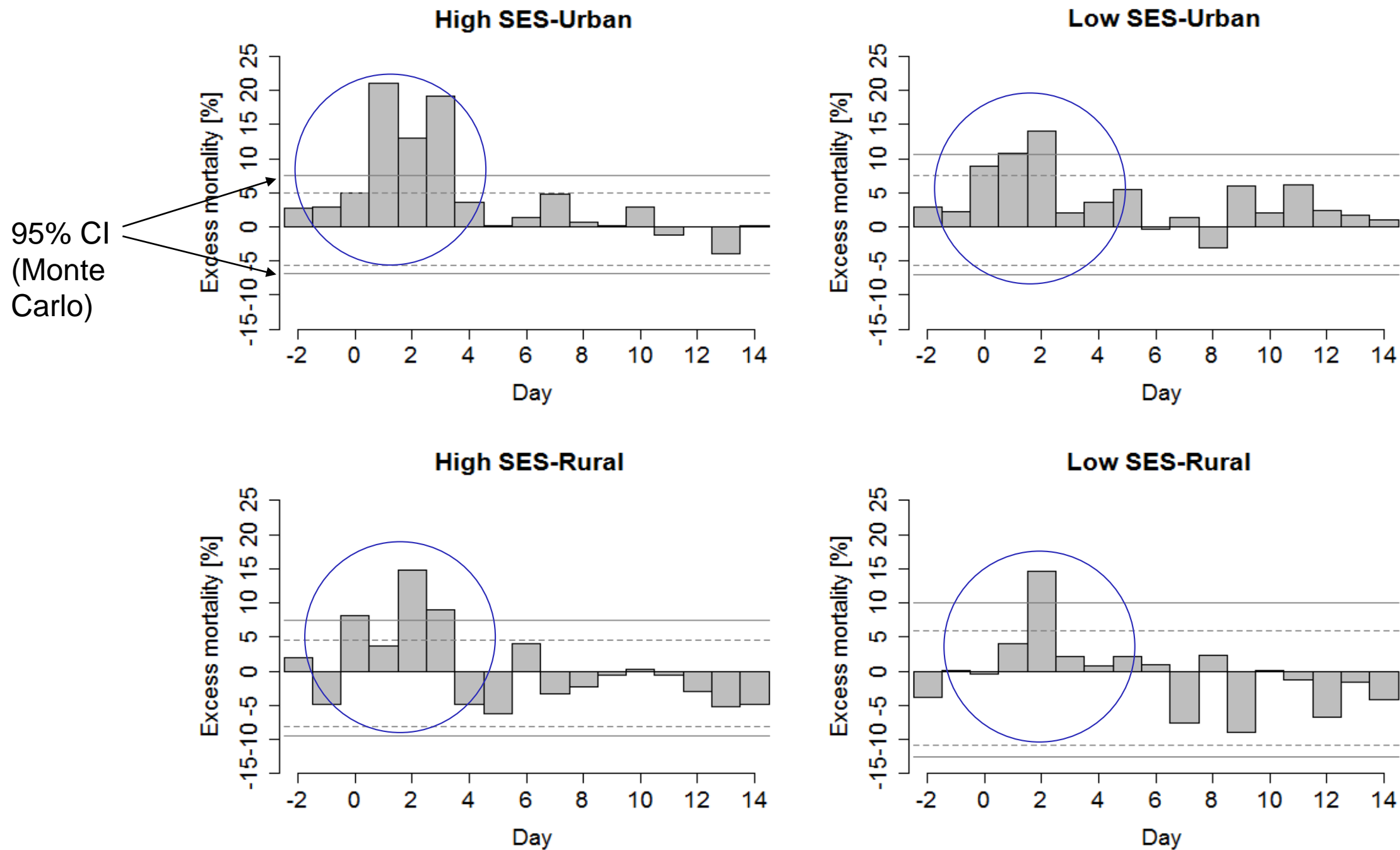
Výsledky – porovnání skupin okresů

- 4 skupiny okresů na základě podobného:
SES – *high* (SES > 0.50 StdDev) vs. *low* (SES < - 0.50 StdDev)
Hustoty zalidnění (*OECD*) – *urban* (< 25%) vs. *rural* (> 37.5%)
- Analýza agregovaných časových řad úmrtnosti a teploty vzduchu pro tyto skupiny



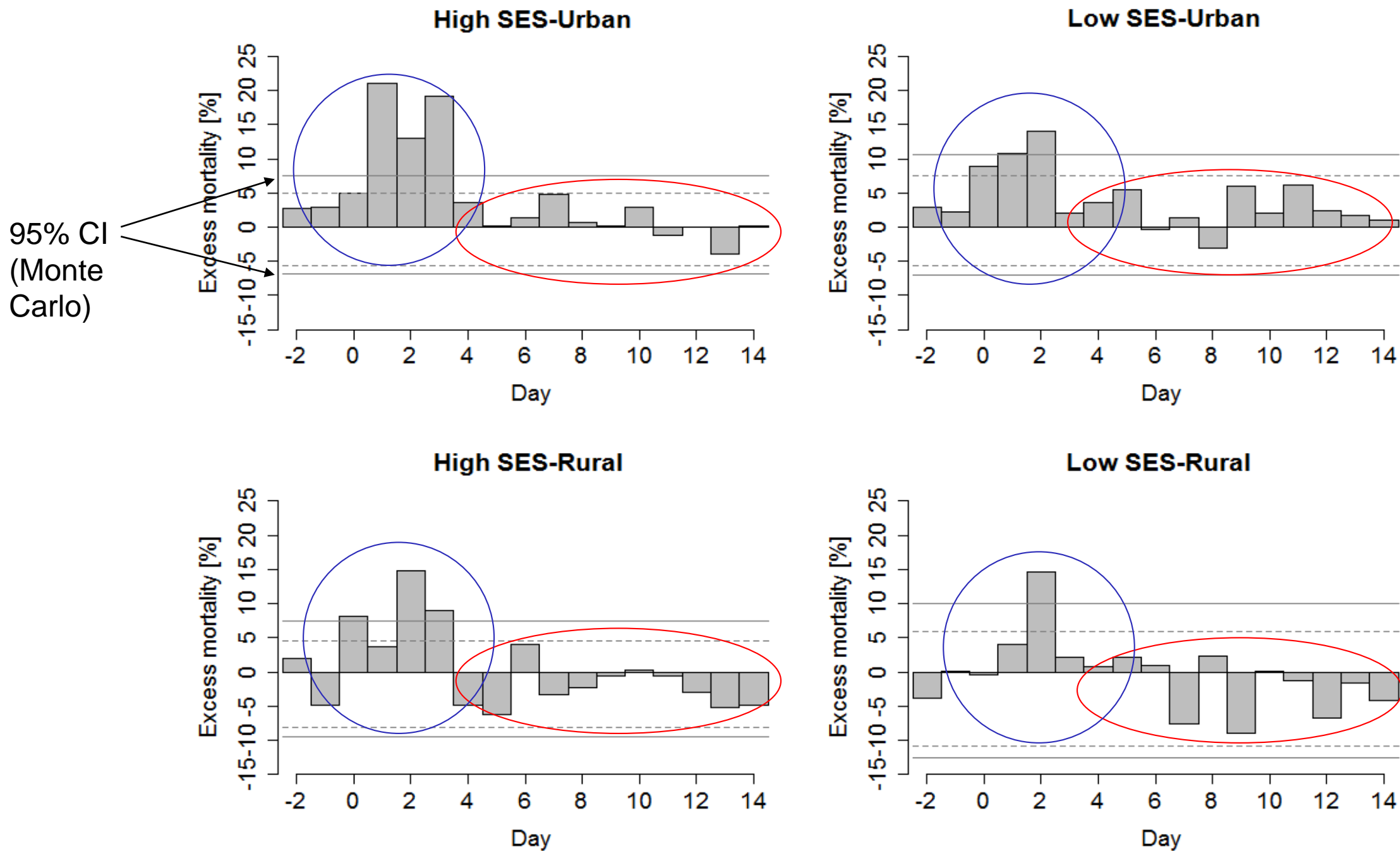
Výsledky – porovnání skupin okresů

- Průměrné odchylky CVD úmrtnosti ve dnech D-2 až D+14 od začátku horkého období



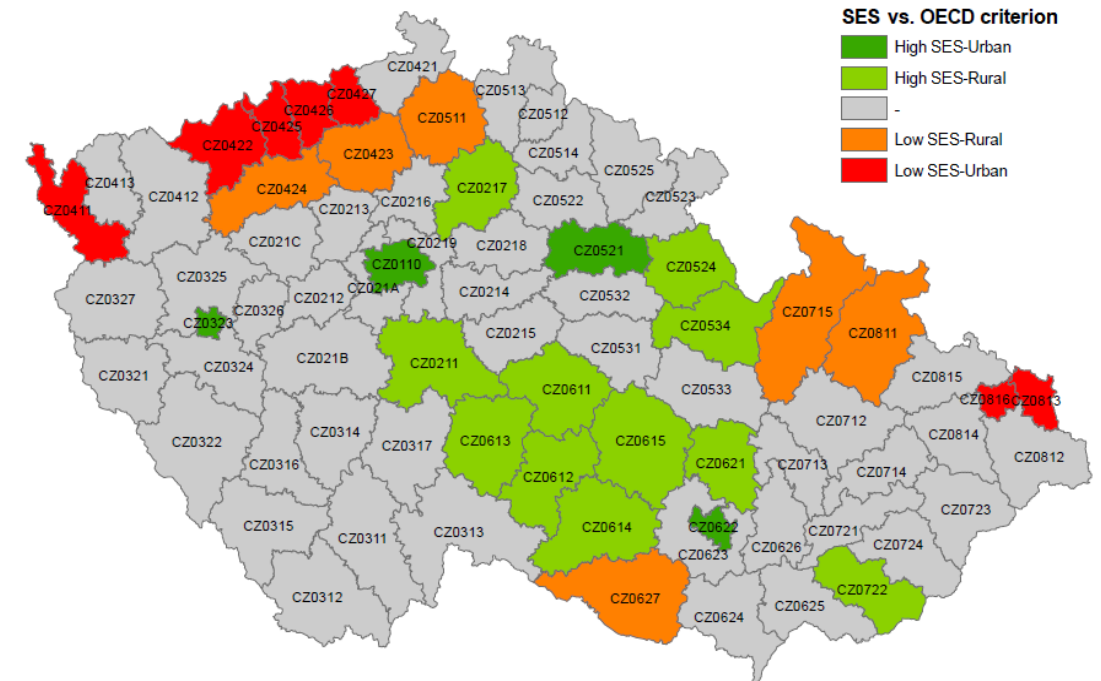
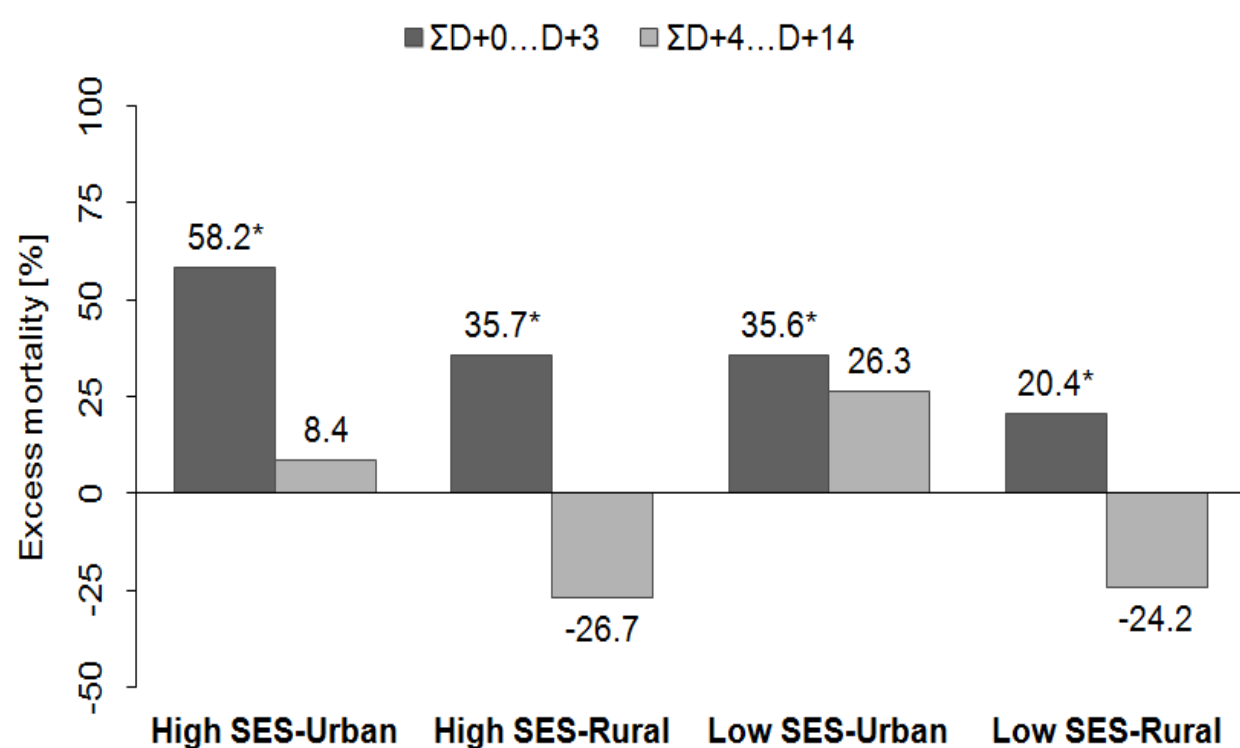
Výsledky – porovnání skupin okresů

- Průměrné odchylky CVD úmrtnosti ve dnech D-2 až D+14 od začátku horkého období



Výsledky – porovnání skupin okresů

- sumy odchylek ve dnech 0–3 (okamžitý vliv) a 4–14 (zpožděný vliv) po nástupu období => efekt časového posunu úmrtnosti v důsledku horka



* Statisticky významné ($\alpha = 0.05$)

<i>skupina</i>	<i>SES</i>	<i>Počet ob.</i>	<i>OECD</i>	<i>Letní T (°C)</i>	<i>m n.m.</i>	<i>% zastavěné plochy</i>
High SES-Urban	2.06	1 871 095	5.93	18.4	327	33.07
High SES-Rural	1.56	1 197 212	48.95	17.4	459	4.59
Low SES-Rural	-1.85	694 115	50.88	17.6	392	4.88
Low SES-Urban	-3.62	1 170 971	10.51	17.5	415	18.51

Hlavní poznatky

- **Významná** souvislost mezi **fyzicko-geografickými** (klíma, nadmořská výška), **ukazateli míry urbanizace** (hustota zalidnění, podíl zastavěných ploch) a zvýšenou úmrtností v důsledku horka.
- Při zohlednění **zpožděné odpovědi na stres z horka** – nárůst úmrtnosti významný zejména **ve městech** X na venkově větší efekt posunu úmrtnosti.
- Obecně **nevýznamný** vliv míry **socioekonomické** deprivace => ALE větší zpožděná odpověď na stres z horka – tj. **menší efekt posunu úmrtnosti** v městských okresech s **nízkým SES**.
- Vzhledem k budoucímu vývoji klimatu by při plánování adaptačních opatření dopadu horka na zdraví měly být v centru pozornosti zejména městské aglomerace jako je Praha, Brno, Plzeň, města v severozápadních Čechách a ostravská aglomerace.

Odkazy

- Blatecká K (2006) Základní charakteristiky českého venkova. Diplomová práce. Masarykova universita Brno.
- Burkart K, Breitner S, Schneider A et al. (2014). An analysis of heat effects in different subpopulations of Bangladesh. *International Journal of Biometeorology*, 58(2), 227–37. doi:10.1007/s00484-013-0668-5
- Kovach MM, Konrad CE, II, Fuhrmann CM (2015) Area-level risk factors for heat-related illness in rural and urban locations across North Carolina, USA. *Applied Geography* 60: 175–183.
- Kyselý J, Plavcová E, Davidkovová H, et al. (2011) Comparison of hot and cold spell effects on cardiovascular mortality in individual population groups in the Czech Republic. *Climate Research* 49: 113–129. doi: 10.3354/cr01014
- Wood S. (2006) Generalized Additive Models: An Introduction with R. Chapman & Hall/CRC.
- Urban A., Burkart K., Kyselý J. et al. (2016) Spatial Patterns of Heat-Related Cardiovascular Mortality in the Czech Republic. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 13, n°284.
- Urban A., Davidkovová H., Kyselý J. (2014) Heat- and cold-stress effects on cardiovascular mortality and morbidity among urban and rural populations in the Czech Republic. *Int J Biometeorol.* doi:10.1007/s00484-013-0693-4

Děkuji za pozornost!