

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**

Katedra fyzické geografie a geoekologie



**VLIV TEPLOTNÍCH EXTRÉMŮ NA HOSPITALIZACE  
S ONEMOCNĚNÍM OBĚHOVÉ SOUSTAVY**

Effects of temperature extremes on hospital admissions for cardiovascular diseases

*(diplomová práce)*

Aleš URBAN

Vedoucí práce: RNDr. Jan Kyselý, Ph.D.

Praha 2012

Tímto bych rád v první řadě poděkoval vedoucímu práce J. Kyselému za projevenou trpělivost při zpracovávání mé diplomové práce, za pomoc při analýze dat a za bezpočet cenných připomínek a rad, kterými přispěl k výsledné podobě této práce. Dále děkuji H. Davídkové za výraznou pomoc s pochopením a formulací fyziologických pochodů v lidském těle. Děkuji také vedení Ústavu fyziky atmosféry AV ČR za možnost zpracovávat tuto práci v rámci projektu P209/11/1985 podpořeného Grantovou agenturou ČR.

Poděkování patří rovněž B. Křížovi a J. Kynčlovi ze Státního zdravotního ústavu ČR za přípravu epidemiologických dat a P. Štěpánkovi z ČHMÚ (Brno), resp. L. Pokorné a E. Plavcové z Ústavu fyziky atmosféry za poskytnutí meteorologických dat, resp. pomoc při jejich zpracování.

V neposlední řadě také děkuji své rodině, zejména rodičům, za jejich vytrvalou podporu během celého studia.

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval sám a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje. Svoluji k zapůjčení této práce ke studijním účelům.

V Praze dne 30. 4. 2012

.....  
Aleš Urban

## Shrnutí

Práce porovnává rozdíly vlivu teplých a chladných dnů na nadměrnou úmrtnost a hospitalizace na vybrané diagnózy, resp. skupiny diagnóz ze skupiny nemocí oběhové soustavy (CVD) v Praze a venkovském regionu tvořeném Jihočeským krajem a Vysočinou (JČ) za období 1994–2009. Venkovský region byl vybrán vzhledem k podobné věkové struktuře a velikosti populace jako v Praze. Zmíněné rozdíly jsou srovnávány mezi zvolenými populačními skupinami (muži a ženy; < 65 a 65+ let). Jako teplé (chladné) dny byly definovány dny s průměrnou denní teplotou vzduchu nad (pod) hodnotou 90% (10%) kvantilu denních hodnot v létě (zimě) za sledované období pro každý region zvlášť. Nadměrné hodnoty úmrtí (hospitalizací) byly určeny jako rozdíl vzhledem k standardizovaným denním počtům úmrtí (hospitalizací) za sledované období ošetřeným o výskyt epidemií chřipky/akutních respiračních infekcí a sezónní/týdenní chod úmrtnosti (hospitalizací).

V Praze byla zjištěna významná ( $p = 0,05$ ) nadměrná úmrtnost při teplých dnech jak pro CVD jako celek, tak pro jednotlivé diagnózy, a to ve více populačních skupinách než v JČ. Nejvyšší relativní nadměrná úmrtnost při teplých dnech byla zjištěna v Praze u žen na chronickou ischemickou chorobu srdeční a u mužů na aterosklerózu, v obou případech pro věkovou skupinu < 65 let. Při chladných dnech byla zjištěna nejvyšší nadměrná úmrtnost v JČ u žen < 65 let na infarkt myokardu. U souhrnných skupin ischemických nemocí srdečních a cévních nemocí mozku vyšla významná nadměrná úmrtnost v obou regionech jak při teplých, tak při chladných dnech.

Na rozdíl od úmrtnosti byl zjištěn pouze slabý vliv teplých a chladných dnů na nadměrné hospitalizace na CVD. Významné ( $p = 0,05$ ) nadměrné hospitalizace byly zjištěny především u chronických CVD. V Praze se toto riziko týkalo zejména mužů  $\geq 65$  let (+16,5 %) u hospitalizací na zánět žil při chladných dnech a žen  $\geq 65$  let (+8,6 %) u případů aterosklerózy v teplých dnech. V JČ byly zjištěny významné nadměrné hospitalizace (+5,7 %) na chronickou ischemickou chorobu srdeční u mužů při výskytu chladných dnů.

Rozdílné reakce jednotlivých diagnóz na tepelný/chladový stres jsou zřejmě způsobeny rozdílným charakterem jednotlivých onemocnění a rozdílnými fyziologickými procesy, které hrají roli při vysokých/nízkých teplotách vzduchu. Regionální rozdíly mezi městem a venkovem naznačují vliv dalších faktorů, jako je vystavení dlouhodobému znečištění ovzduší, rozdílný životní styl, nebo rozdílná struktura obyvatelstva (např. vzdělání, zaměstnání).

**Klíčová slova:** hospitalizace, nemocnost, úmrtnost, kardiovaskulární nemoci, tepelný stres, chladový stres, regionální rozdíly, Česká republika

## Abstract

The thesis compares differences in the impacts of warm and cold days on both excess mortality and hospitalizations for individual cardiovascular diseases (CVDs) in Prague and a selected rural region (southern Bohemia – JČ) consisting of the *Jihočeský kraj* and *Vysočina* districts in the period 1994–2009. Population size and age structure are similar in the two regions. The differences are compared between selected population groups (men and women; < 65 and 65+ years). Value of the 90% (10%) percentile of daily mean air temperature in summer (winter) during the period were used for the definition of warm (cold) days for each region separately. The excess mortality and hospitalizations were determined as the difference from standardized daily counts of death and hospital admissions, adjusted for the epidemics of influenza/acute respiratory infections, and for annual and weekly cycles of mortality and hospitalizations.

In Prague on warm days, we observed a significant ( $p = 0.05$ ) excess mortality for CVD as a whole as well as for individual diagnoses, in more population groups than in the JČ region. The highest relative excess mortality on warm days in Prague was identified for women with chronic ischemic heart disease and for men with atherosclerosis (both < 65 years). On cold days, the highest excess mortality was found for women < 65 years with myocardial infarction in the JČ region. For aggregate groups of ischemic heart diseases and cerebrovascular diseases, a significant excess mortality in both regions and on both warm and cold days was identified.

In contrast to mortality, weak impact of warm and cold days on excess hospitalizations for CVD was observed. Significant ( $p = 0.05$ ) excess hospitalizations were observed particularly for chronic CVD. In Prague, the risk involved especially men  $\geq 65$  years (+16.5%) in cases of hospital admissions for phlebitis and thrombophlebitis on cold days and women  $\geq 65$  years (+8.6%) in cases of atherosclerosis on warm days. In the JČ region, significant excess hospitalizations (+5.7%) on cold days for men with chronic ischemic heart disease were revealed.

The different responses of individual CVD to heat/cold stress are probably caused by the different nature of each CVD and different physiological processes induced by high/low ambient temperatures. The regional differences between Prague and the JČ region indicate influence of other factors such as prolonged exposure to air pollution, a different lifestyle, or a different structure of the population (e.g. in education, employment) in urban/rural regions, which may result in different vulnerability to temperature extremes.

**Keywords:** hospital admission, morbidity, mortality, cardiovascular disease, heat and cold stress, urban and rural differences, Czech Republic

## Obsah

1	Úvod .....	8
1.1	Motivace a cíle práce .....	8
1.2	Co vyjadřuje termín horká/studená vlna? .....	9
1.3	Synoptické příčiny horkých a studených období.....	10
1.4	Biometeorologické indexy .....	13
2	Tepelný stres a kardiovaskulární onemocnění .....	15
2.1	Horko a kardiovaskulární onemocnění .....	15
2.2	Chlad a kardiovaskulární onemocnění.....	16
3	Teplota vzduchu a úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění.....	17
3.1	Evropa a svět .....	17
3.2	Česká republika .....	20
3.3	Regionální rozdíly .....	21
4	Teplota vzduchu a hospitalizace na kardiovaskulární choroby .....	28
4.1	Vysoké teploty vzduchu.....	29
4.2	Nízké teploty vzduchu .....	31
5	Chřipkové epidemie a úmrtnost na CVD.....	33
6	Vliv znečištění ovzduší na úmrtnost a hospitalizace na CVD .....	35
7	Metody, data a postup práce .....	37
7.1	Data o hospitalizacích a úmrtnosti na CVD .....	37
7.2	Standardizace dat pro hospitalizace/úmrtnost na CVD .....	39
7.3	Meteorologická data .....	40
7.4	Regiony a jejich vymezení .....	42
7.5	Postup práce .....	44
8	Výsledky .....	46
8.1	Absolutní hodnoty hospitalizací/úmrtnosti na CVD.....	46
8.2	Nadměrné hospitalizace/úmrtnost na CVD.....	49
9	Diskuze .....	55
9.1	Rozdíly mezi úmrtností a hospitalizacemi na CVD .....	55
9.2	Hospitalizace na CVD.....	57
9.3	Faktory prostředí.....	62
9.4	Sociální faktory ovlivňující hospitalizace na CVD .....	66
10	Varovné systémy .....	69

11 Závěr .....	71
12 Použité zdroje .....	73
12.1 Literatura .....	73
12.2 Internetové zdroje .....	84
12.3 Zdroje dat .....	85

## Seznam obrázků

<b>Obr. 1:</b> Hlavní cirkulační typy (podle Hess-Brezowského) příhodné pro vznik horké a studené vlny. ....	12
<b>Obr. 2:</b> Mortality displacement – Korelace mezi nadměrnou úmrtností a odchylkami průměrné denní teploty vzduchu při zpoždění 0–30 dní po dni d v období duben–září za období 1992–2000.....	19
<b>Obr. 3:</b> Sezónní vývoj hospitalizací a úmrtí na respirační a kardiovaskulární onemocnění ve Velkém Londýně. ....	28
<b>Obr. 4:</b> Relativní riziko (osa y) hospitalizace při průměrné teplotě vzduchu za 3 dny v Londýně. ....	29
<b>Obr. 5:</b> Podíl případů úmrtí na akutní ischemickou příhodu a podíl případů úmrtí mimo nemocnici v třech zdravotnických okrscích ve Velké Británii v letech 1994–5. ....	30
<b>Obr. 6:</b> Nemocnost na akutní respirační infekce a celková úmrtnost v ČR letech 1982–2000.....	33
<b>Obr. 7:</b> Nadměrná úmrtnost na CVD při výskytu chřipkových epidemií v ČR v letech 1994–2000.....	34
<b>Obr. 8:</b> Síť uzlových bodů pro určení průměrné teplot.....	41
<b>Obr. 9:</b> Vybrané regiony a uzlové body na území ČR.....	41
<b>Obr. 10:</b> Vymezení venkovských regionů podle Eurostatu a OECD. ....	43
<b>Obr. 11:</b> Vizualizace dojíždčkové klasifikace obcí.....	43
<b>Obr. 12:</b> Grafické znázornění počtu hospitalizací a z toho zemřelých na CVD v ČR v letech 1994–2009.....	46
<b>Obr. 13:</b> Vývoj počtu hospitalizací na CVD podle jednotlivých diagnóz v období 1994–2009 v ČR.....	47
<b>Obr. 14:</b> Absolutní počet hospitalizací na sledované CVD v Praze a JČ za období 1994–2009 (po odstranění dnů s chřipkovými epidemiemi a s outliery). ....	48
<b>Obr. 15:</b> Průměrná roční koncentrace NO <sub>2</sub> v roce 2010 v ČR.....	65
<b>Obr. 16:</b> To samé jako na obr. 15 pro koncentrace PM <sub>10</sub> v roce 2010 v ČR.....	65
<b>Obr. 17:</b> Rozložení respondentů z hlediska kategorie kouření podle pohlaví a věku v roce 2008 v ČR.....	67

## Seznam tabulek

<b>Tabulka 1:</b> Hodnoty indexů PMV a PET a jejich ekvivalent v tepelné pohodě a teplotním stresu .....	13
<b>Tabulka 2:</b> Průměrný relativní nárůst celkové úmrtnosti a úmrtnosti na CVD (oproti očekávaným hodnotám) v ČR během horkých vln 1986–2006.....	20
<b>Tabulka 3:</b> Přehled vybraných prací studujících vliv vysoké/nízké teploty vzduchu a nárůst úmrtnosti na CVD .....	23
<b>Tabulka 4:</b> Přehled vybraných prací studujících vliv vysoké/nízké teploty vzduchu na nárůst hospitalizací na CVD.....	26
<b>Tabulka 5:</b> Přehled pozorovaných diagnóz nemocí oběhové soustavy podle MKN-10.....	38
<b>Tabulka 6:</b> Základní údaje o struktuře obyvatelstva.....	42
<b>Tabulka 7:</b> Základní charakteristiky použitých dat pro průměrnou teplotu vzduchu za období 1994–2009 v Praze a JČ po odstranění outlierů a období chřipkových epidemií .....	45
<b>Tabulka 8:</b> Celkový počet hospitalizací (celková nemocnost) na vybrané CVD v ČR za období 1994–2009 a podíl zemřelých ku hospitalizovaným na CVD. ....	47
<b>Tabulka 9:</b> Nadměrné hospitalizace [%] na vybrané CVD u zkoumaných populačních skupin v Praze v období 1994–2009 pro sumu hodnot ( $D_0 + D_{+1}$ ) při chladných resp. teplých dnech.....	50
<b>Tabulka 10:</b> Nadměrné hospitalizace [%] na vybrané CVD u zkoumaných populačních skupin v JČ v období 1994–2009 pro sumu hodnot ( $D_0 + D_{+1}$ ) při chladných resp. teplých dnech.....	51
<b>Tabulka 11:</b> Nadměrná úmrtnost [%] na vybrané CVD u zkoumaných populačních skupin v Praze v období 1994–2009 pro sumu hodnot ( $D_0 + D_{+1}$ ) při chladných resp. teplých dnech.....	53
<b>Tabulka 12:</b> Odchytky úmrtnosti na vybrané CVD u zkoumaných populačních skupin v JČ v období 1994–2009 pro sumu hodnot ( $D_0 + D_{+1}$ ) při chladných resp. teplých dnech.....	54
<b>Tabulka 13:</b> Přehled diagnóz vykazující nadměrnou míru hospitalizací/úmrtnosti v Praze a JČ.....	61

# 1 Úvod

## 1.1 Motivace a cíle práce

Období výskytu extrémně vysokých a nízkých teplot vzduchu nevyvolávají v populaci takové znepokojení, jako jiné přírodní katastrofy typu povodní, tropických cyklón, zemětřesení nebo vln tsunami, jelikož jejich dopad nebývá tak drtivý a může být na první pohled méně zřetelný. V geografických podmínkách ČR ovšem extrémní mrazy a vedra patří spolu s povodněmi k největším přírodním ohrožením. Minimálně v našich zeměpisných šířkách jsou nejrizikovějším atmosférickým jevem majícím přímý vliv na lidské životy a zdraví (Kyselý a Kříž, 2008). Studená vlna v ČR v lednu 1987 (s nejhrošími následky ve sledovaném období 1986–2006) měla za následek přibližně 270 úmrtí na kardiovaskulární onemocnění (dále CVD) nad očekávanou hodnotu (Kyselý et al., 2009), což je srovnatelné s horkou vlnou v roce 1994, která měla na svědomí asi 380 nadměrných úmrtí na kardiovaskulární onemocnění (Kyselý a Kříž, 2008). Oproti tomu jiné přírodní katastrofy, které působí velké škody především na majetku, jsou z hlediska počtu obětí méně závažné. Například velké povodně v roce 1997 na Moravě si vyžádaly 50 lidských životů, zdaleka nejvíce z povodní v posledních dvaceti letech (Lidovky.cz, 2010). I v celoevropském měřítku je v období výskytu extrémních teplot zaznamenáván vysoký počet úmrtí, zatímco nejvyšší ekonomické škody bývají způsobeny povodněmi a bouřemi (EEA, 2010). Horká vlna v roce 2003 měla v celé Evropě za následek více než 50 000 úmrtí (Larsen, 2006), podobné odhady uvádějí pro horkou vlnu v západním Rusku v roce 2010 Barriopedro et al. (2011).

Zpráva IPCC z roku 2007 (Kostohryzová a Kostohryzová, 2007) uvádí, že v budoucnu mohou horké vlny představovat vyšší zdravotní riziko. Nárůst průměrné globální teploty v letech 1906–2005 podle této zprávy činil 0,7 °C a projevil se nejvíce ve středních a vyšších zeměpisných šířkách severní polokoule. Podle IPCC došlo za posledních 50 let ke snížení počtu chladných dnů a naopak zvýšení četnosti horkých dnů a horkých nocí.

Obyvatelé střední Evropy oproti jižnějším regionům mohou podceňovat rizika spojená s vysokými teplotami kvůli nižší informovanosti o rizicích ze strany jak médií, tak i odborné veřejnosti. Vědeckých studií na téma vlivu extrémních teplot vzduchu na obyvatele s kardiovaskulárním onemocněním je ve střední a jihovýchodní Evropě oproti západní a jižní Evropě poměrně málo. Většinou se jedná o studie vztahu vysokých teplot s celkovou úmrtností ve velkých městech (McMichael et al., 2008 – Lublaň, Bukurešť a Sofia; Páldy et al., 2005; Hajat et al., 2006 – oba Budapešť; Gabriel a Endlicher, 2011 – Berlín). Nicméně

pro oblast ČR se zpracovalo více studií se zaměřením na vliv extrémních meteorologických podmínek na lidské zdraví. Jedná se o soubor prací zahrnující: výzkum vazeb mezi atmosférickými cirkulačními typy a výskytem období s extrémními teplotami vzduchu (Kyselý, 2002; Kyselý, 2008); sledování vlivu těchto extrémních období (Kyselý, 2004; Kyselý a Huth, 2004; Kyselý a Kříž, 2008), resp. období s náhlou změnou teploty a tlaku vzduchu (Plavcová a Kyselý, 2010) na celkovou úmrtnost; a výzkum souvislostí mezi extrémními teplotami vzduchu a úmrtností na kardiovaskulární nemoci (Kyselý et al., 2009; Kyselý et al., 2011). Zjišťování vlivu extrémních teplot vzduchu na nemocnost populace ČR je předmětem současného výzkumu. Celkově velmi malé množství prací ve střední Evropě vysvětlující vliv meteorologických extrémů na hospitalizace pacientů (na kardiovaskulární nemoci, jejichž souvislost s teplotními extrémy patří ve světové odborné literatuře k nejdiskutovanějším) může být způsobeno nedostatkem nebo neúplností potřebných záznamů. V mnoha studiích zkoumajících vliv extrémních teplot vzduchu na hospitalizace na CVD je navíc opomíjen významný efekt epidemií chřipky a jiných akutních respiračních infekcí v zimním období, který může v případě nešetření dat o tento efekt značně ovlivnit výsledky takových prací (diskutováno např. v Kynčl et al., 2005; Kyselý et al., 2011).

Cílem této práce je navázat na předchozí studie zabývající se vlivem teplotních extrémů na úmrtnost obyvatel ČR na kardiovaskulární onemocnění a porovnat dosavadní výsledky s těmi pro hospitalizace. Dalším cílem je srovnání těchto výsledků pro Prahu a vybraný region (jižní Čechy – viz část 7.4). Práce by měla přispět k lepšímu pochopení vztahů mezi teplotou vzduchu a lidským zdravím na území ČR.

## **1.2 Co vyjadřuje termín horká/studená vlna?**

V pracích studujících vliv extrémních teplot na úmrtnost nebo nemocnost se často vyskytují termíny horká a studená vlna (*heat wave* a *cold spell*). Definice těchto období nejsou celosvětově univerzální a autoři je často definují na základě regionálních charakteristik. Jako základní je možné považovat definici Robinsonovu, která praví, že „horká vlna je delší období působení neobvykle vysokého tepelného stresu, který způsobuje dočasné změny v životním stylu a který může mít negativní zdravotní následky na zasažené obyvatelstvo“ (Robinson, 2001; str. 763, přeloženo z anglického originálu). Analogicky by se dala definovat studená vlna (např. Hassi, 2005).

National Weather Service (USA) používá jako kritérium pro určení horké vlny období minimálně dvou dnů, ve kterých průměrný index horka (viz *Heat Index* v části 1.4) za tři hodiny překročí 105 °F (40,6 °C) a noční (od 19 hod. do 7 hod.) index horka je vyšší než

80 °F (26,7 °C; Robinson, 2001). Přesně stanovenou teplotní hranici pro vymezení horkých (nejméně pět dnů s maximální denní teplotou nad 25 °C zahrnující alespoň tři dny s maximální teplotou vyšší než 30 °C) a studených (alespoň devět dnů s minimální denní teplotou vzduchu pod -5 °C zahrnující alespoň šest dnů s minimální teplotou pod -10 °C) období použili také Huynen et al. (2001) v Nizozemsku, nebo Kyselý et al. (2009) pro vymezení studených vln (alespoň tři dny s maximální denní teplotou vzduchu  $\leq -3,5$  °C) na území ČR.

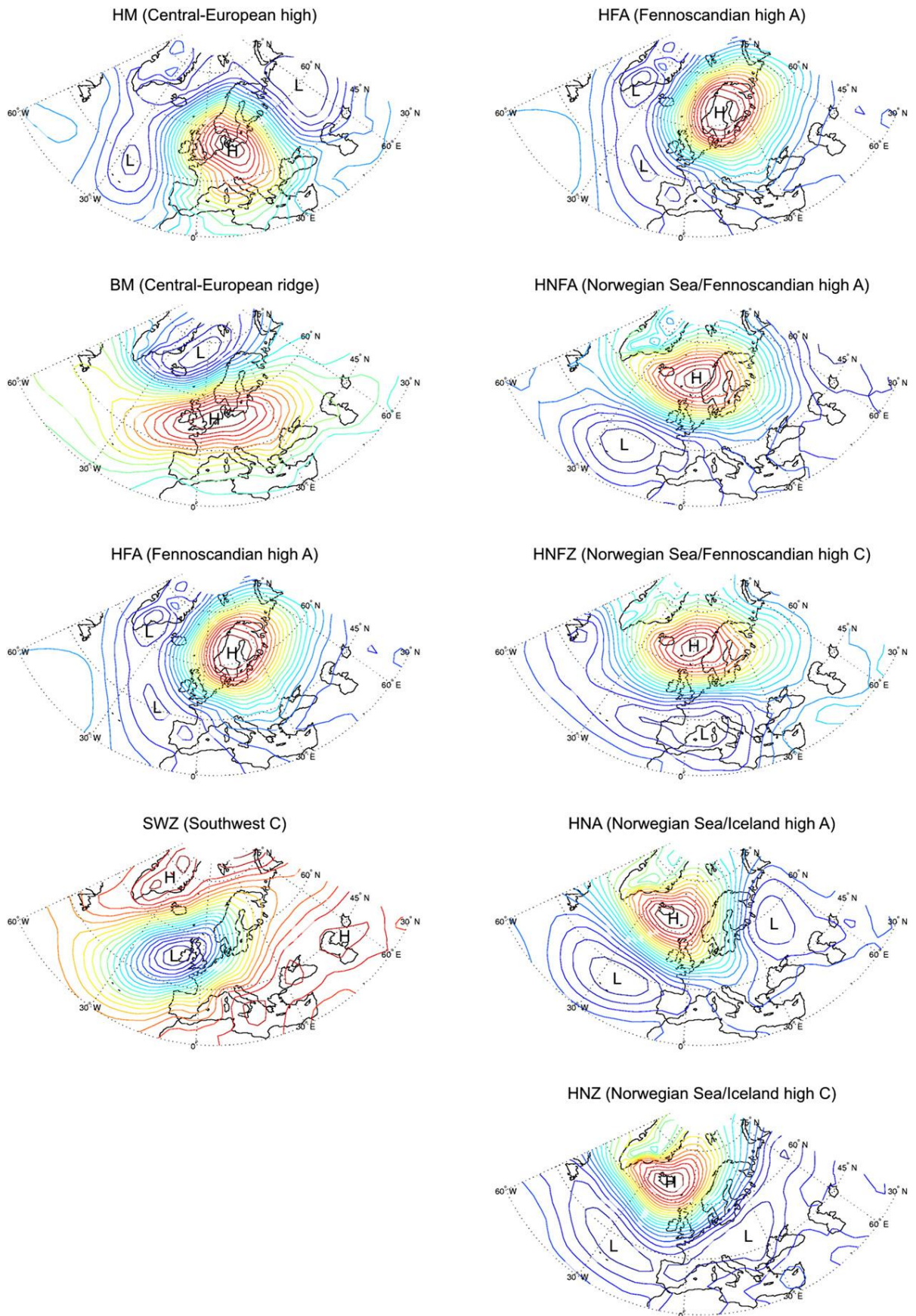
V jiných studiích byly použity definice období extrémních teplot na základě překročení kvantilů rozdělení hodnot. Kyselý a Kříž (2008) stanovili horkou vlnu jako období alespoň tři po sobě jdoucích dnů s průměrným denním indexem horka větším než 95% kvantil rozdělení hodnot indexu horka a s alespoň jedním dnem překračujícím 98% kvantil. Podobně definovali Kyselý et al. (2011) horká a studená období jako období alespoň dvou dnů s odchylkou průměrné denní teploty vzduchu nad 95% (pod 5%) kvantil rozdělení teplotních odchylek od průměrného ročního chodu v dané části roku. Z výše uvedeného je patrné, že neexistuje žádný jednotný přístup k definování horkých a studených vln a záleží spíše na autorovi samotném, jaký přístup zvolí.

### **1.3 Synoptické příčiny horkých a studených období**

Délka, doba nástupu a celkový charakter horké nebo studené vlny jsou určeny na základě rozložení vzduchových hmot nad daným územím a míry jejich stálosti (Kyselý, 2008). Pro období vysokých teplot vzduchu je typická kladná radiační bilance způsobená malou oblačností v oblasti vysokého tlaku vzduchu, advekce teplého vzduchu od jihozápadu až východu nebo jeho stagnace a zahřívání při omezené advekci chladnějšího vzduchu (Kyselý, 2008). Jednotlivé cirkulační typy (subjektivní klasifikace cirkulačních typů Hess-Brezowského) mají rozdílný vliv na různé části Evropy. Nicméně mezi nejvýznamnější typy cirkulace, které se vyskytují často při horkých vlnách ve velké části Evropy, patří situace s tlakovou výší (obrázek 1, HM) resp. hřebenem (BM) vysokého tlaku vzduchu nad střední Evropou, při níž jsou radiační efekty ve střední Evropě podpořeny advekci teplého vzduchu z oblasti jižní a jihovýchodní Evropy. Další příhodnou situací pro vznik horké vlny je tlaková výše nad Skandinávií (HFA), přinášející po své přední straně suchý a horký vzduch z východní Evropy. Čtvrtou (v Evropě) nejčastější variantou je oblast nízkého tlaku vzduchu nad Atlantikem (SWZ) blokována hřebenem vysokého tlaku vzduchu mezi Azorskou a Sibiřskou anticyklónou, přinášející teplý vzduch od jihu až jihozápadu (Kyselý, 2008). Letní vzduchové hmoty rizikové z hlediska možného nárůstu úmrtnosti v ČR se vyznačují vysokou

teplotou vzduchu, malou oblačností a relativně silným prouděním teplého vzduchu od jihu (Kyselý a Huth, 2004).

Při studených vlnách hraje významnou úlohu záporná radiační bilance v oblasti vysokého tlaku vzduchu a přísun chladného vzduchu ze severu a severovýchodu Evropy (Kyselý, 2008). Na rozdíl od horkých vln převažují při studených vlnách severní a východní typy cirkulace, při kterých se většinou nachází anticyklóna nad severní Evropou se středem nad Skandinávií resp. Norským mořem. Do střední Evropy následně proudí chladný vzduch z východu resp. ze severu (obrázek 1 vpravo). U většiny cirkulačních typů bylo prokázáno, že největších teplotních anomálií dosahují horké/studené vlny v pozdní fázi trvání cirkulačního typu (> 5 dnů; Kyselý, 2008).



**Obr. 1:** Hlavní cirkulační typy (podle Hess-Brezowského) příhodné pro vznik horké (vlevo) a studené (vpravo) vlny. Izolinie znázorňují anomálie přízemního tlaku vzduchu v intervalu 2 hPa od průměru za období 1901–2000 (převzato z Kyselý, 2008).

## 1.4 Biometeorologické indexy

Lidské tělo pracuje jako neúnavný regulátor teploty a za všech podmínek se snaží pomocí metabolických a fyziologických procesů udržovat tělesnou teplotu na pro nás nejpříjemnější a nejoptimálnější úrovni (tzv. tepelné pohodě – Centnerová, 2000). To znamená udržovat rovnovážnou bilanci mezi tepelným výdejem a příjmem lidského těla. V mnoha studiích se pro určení tepelného stresu používají biometeorologické indexy (většinou udávány ve °C), pomocí nichž jsou často definována období horkých (případně studených) vln a které z konkrétních meteorologických proměnných určují míru tepelné pohody/nepohody jedince na základě kombinace teploty vzduchu s dalšími meteorologickými proměnnými (relativní vlhkost, příp. rychlost proudění, globální radiace), které působí na jedince (Kyselý a Huth, 2004). Pro letní období se nejčastěji v operativním režimu používá index horka (*Heat Index*, nebo také *Apparent Temperature*), kombinující teplotu vzduchu a relativní vlhkost (Robinson, 2001); v zimě se často používá NWCTI (*The New U. S./Canada Wind Chill Temperature Index*), kombinující teplotu vzduchu a rychlost větru (oba používá například ČHMÚ pro biometeorologickou předpověď; Novák, 2007). Složitější indexy jsou založeny na biometeorologických modelech tepelné bilance, zahrnujících do výpočtu tepelné pohody i fyziologické a metabolické pochody jedince, nebo vliv tepelné izolace oblečení. Prvním takovým indexem odvozeným od modelu tepelné bilance byl *Predicted Mean Vote* (PMV – představený Fangerem v roce 1970; Novák, 2007) udávající míru tepelné pohody jedince pomocí rozdílu skutečné a pocitové teploty vzduchu (Matzarakis a Mayer, 1997). Mezi dnes

**Tabulka 1:** Hodnoty indexů PMV a PET a jejich ekvivalenty v tepelném vnímání, resp. míře působení tepelného stresu na lidské tělo. Počítáno pro osobu v klidu s průměrnou tepelnou izolací oblečení (převzato z Matzarakis et al., 1999).

PMV (°C)	PET	Thermal perception	Grade of physiological stress
		Very cold	Extreme cold stress
-3.5	4	Cold	Strong cold stress
-2.5	8	Cool	Moderate cold stress
-1.5	13	Slightly cool	Slight cold stress
-0.5	18	Comfortable	No thermal stress
0.5	23	Slightly warm	Slight heat stress
1.5	29	Warm	Moderate heat stress
2.5	35	Hot	Strong heat stress
3.5	41	Very hot	Extreme heat stress

nejpoužívanější složitější indexy patří *Physiological Equivalent Temperature* (PET – Höppe v roce 1999; Novák, 2007) udávající pocitovou teplotu ve °C, při níž energetická bilance lidského těla odpovídá bilanci v uzavřené místnosti při dané teplotě vzduchu (Matzarakis et al., 1999). Vztah mezi indexy PMV a PET a jejich ekvivalenty v míře tepelného stresu jsou znázorněny v tabulce 1. Na modelu tepelné bilance od Fangera

je založen i index *Perceived Temperature* (Jendritzky et al., 2000) používaný v současnosti německou meteorologickou službou (Deutscher Wetterdienst), udávající teplotu vzduchu referenčního prostředí (odpovídá přibližně vzrostlému lesu se slabým prouděním vzduchu a malou přímou sluneční radiací; Laschewski a Jendritzky, 2002).

Takovéto indexy jsou příhodné pro případové studie, vyhotovování bioklimatických map nebo zpětné vyhodnocování extrémních situací, ale pro účely předpovědi jsou příliš komplikované a nejisté (Novák, 2007), jelikož vyžadují data, která v operativním provozu nejsou k dispozici (Novák, 2011). Proto mezi odbornou i laickou (např. ze strany médií) veřejností existuje poptávka po univerzálním indexu, který by byl snadno předpověditelný z běžně měřených meteorologických charakteristik a zároveň lehce interpretovatelný pro veřejnost (Novák, 2007). Tímto indexem by měl být *Universal Thermal Climate Index* (UTCI) vyvinut v rámci specializované Komise 6 Mezinárodní biometeorologické společnosti (ISB) pod vedením prof. Gerda Jendritzkyho z meteorologického institutu na univerzitě v německém Freiburgu. Index by měl být použitelný pro všechny klimatické regiony a všechna roční období, postaven na poznatcích o radiační a tepelné bilanci lidského těla a měl by být využitelný jak v krátkodobých předpovědích a biometeorologických varováních, tak v bioklimatologických výzkumech (Novák, 2011; UTCI, 2012). Tento index byl dokončen v roce 2009 a nyní podstupuje testování v operativním provozu (např. pro ČHMÚ; Novák, 2011). Jeho výpočet je založen na kombinaci teploty vzduchu, rychlosti proudění a relativní vlhkosti vzduchu. Biometeorologickou složkou, zohledňující tepelnou a radiační bilanci lidského těla, je parametr rozdílu střední radiační teploty a teploty vzduchu (pro více informací o výpočtu indexu a radiačního parametru viz dokumentaci na [www.utci.org](http://www.utci.org)).

## 2 Tepelný stres a kardiovaskulární onemocnění

### 2.1 Horko a kardiovaskulární onemocnění

Kardiovaskulární onemocnění (dále *CVD*) patří k hlavním příčinám úmrtí v obdobích vysokých teplot vzduchu (Basu a Samet, 2002). Vysoké riziko úmrtí bylo zaznamenáno zejména u starších lidí z důvodu snížené schopnosti tělesné termoregulace (Basu a Samet, 2002). U starších lidí byl také pozorován snížený pocit žízně a s tím spojený nižší příjem tekutin (Flynn, 2005). Zhoršená schopnost termoregulace nemusí být ani tak způsobena samotným věkem jako spíše chronickými chorobami, častějším užíváním běžných léčiv jako prášků na spaní či antidepresiv (Mercer, 2002) nebo horší fyzickou kondicí a tělesnou stavbou, které se častěji projevují u starších lidí (Kenney a Munce, 2003). Snížený celkový obsah vody vlivem dehydratace při vysokých teplotách vzduchu může mít za následek zvýšenou koncentraci sodíku (hypernatremie) a draslíku (hyperkalemie) v těle, což může vést ke zvýšení viskozity krve a k poruchám srdečního rytmu (Flynn, 2005).

Vysoká teplota vzduchu může přispět ke zvýšení počtu krevních destiček a červených krvinek, hladiny cholesterolu, zvýšení viskozity krve a srdečního výdeje (Cheng a Su, 2010). Nejčastější příčinou úmrtí během horké vlny v roce 2003 ve Francii u starší populace byly (podle Flynn, 2005) tromboembolické nemoci, pokročilá srdeční arytmie a horkem způsobený šok podobný sepsi (otrava krve). Vysoká teplota vzduchu může ale také uspišit onemocnění koronárních tepen nebo mozkový infarkt (Cheng a Su, 2010).

Nadměrná úmrtnost při horkých vlnách byla pozorována primárně u lidí s respiračními a kardiovaskulárními onemocněními (Basu a Samet, 2002). Kromě starší populace bylo zvýšené riziko úmrtí při horkých vlnách zjištěno u lidí žijících ve vysoce urbanizovaných částech měst obývaných chudší vrstvou obyvatelstva, zejména ve vyšších patrech bytových domů, u lidí vykonávajících fyzicky náročnější povolání (Basu a Samet, 2002; Oudin, 2011), dále u lidí žijících o samotě, zejména starších žen, které zaujímají stabilně v nejstarších věkových kategoriích větší podíl v populaci než muži (Kyselý a Kříž, 2008). Naopak mezi méně ohrožené skupiny patří lidé obývající při horkých vlnách klimatizované prostory, lidé, jejichž bydliště je obklopeno dostatkem zeleně, lidé vykonávající pravidelnou fyzickou aktivitu a také lidé přijímající během horkého počasí dostatek tekutin (Basu a Samet, 2002).

## 2.2 Chlad a kardiovaskulární onemocnění

Také v období nízkých teplot vzduchu jsou jednou z nejčastějších příčin úmrtí kardiovaskulární a respirační onemocnění (Cheng a Su, 2010). Chlad může svým působením na kardiovaskulární soustavu vést k nárůstu krevního tlaku, zvýšení srdečního výdeje (Morabito et al., 2005), zvýšení systémové vaskulární resistance (Eurowinter Group, 1997), vasokonstrikci, zvýšení viskozity krve, nárůstu počtu červených krvinek a zvýšení hladiny cholesterolu a fibrinogenu (Cheng a Su, 2010). Průměrný krevní tlak je v zimě vyšší než v létě a jeho další zvýšení při působení nízké teploty vzduchu představuje jedno z největších rizik pro pacienty s CVD, zvláště ty s hypertenzí (Cheng a Su, 2010). Ke zvýšení krevního tlaku může dojít i vlivem působení nízké teploty vzduchu na malé odkryté části těla (např. tvář; Edwards, 2007). Zvýšená spotřeba kyslíku díky vysokému krevnímu tlaku nebo zvýšené fyzické aktivitě při nízkých teplotách prostředí může vést k srdeční arytmii (Cheng a Su, 2010). Zvýšená srážlivost krve a krevní viskozita mohou díky vzniku a zanesení krevní sraženiny do srdce způsobit ischemickou chorobu srdeční (angina pectoris, infarkt myokardu; Schwartz et al., 2004; IKEM, 2011), nebo v případě vzniku sraženiny v oblasti mozkové nebo plicní cévy může nastat mozkový infarkt, resp. plicní embolie (Riedl, 1971). Vlivem vysokého krevního tlaku může také dojít k protržení zkoratělých tepen například v oblasti mozku a krvácení do mozku (Cheng a Su, 2010; Slýblová, 1971).

Riziko nadměrné úmrtnosti na CVD při nízkých teplotách vzduchu je vysoké především u starší populace (Huynen et al., 2001; Carder et al., 2005; Kyselý et al., 2009). Na rozdíl od vysokých teplot vzduchu mohou být ty nízké poněkud více rizikové pro venkovské obyvatelstvo (např. východní pobřeží Anglie; Hajat et al., 2007) a pro lidi pracující při silných mrazech ve venkovním prostředí (Kyselý et al., 2009).

### 3 Teplota vzduchu a úmrtnost na kardiovaskulární onemocnění

Podrobnější výsledky vybraných studií zkoumajících vliv vysokých a nízkých teplot vzduchu na úmrtnost na CVD ve světě a v ČR jsou uvedeny v tabulce 3. Stručný přehled těchto studií následuje níže.

#### 3.1 Evropa a svět

##### 3.1.1 Horké vlny

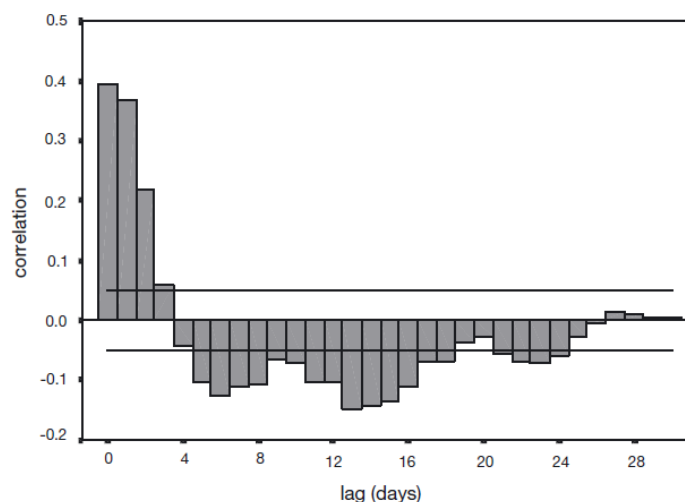
Jak již bylo uvedeno, vlny extrémně vysokých teplot patří v Evropě k vůbec nejzávažnějším přírodním katastrofám podle počtu obětí na lidských životech. Mimořádná horká vlna byla zaznamenána v létě 2003. Na většině území Francie po celé období 4. až 12. srpna 2003 denní maximální teplota vzduchu vystoupila nad 35 °C a v Paříži tato vlna pokořila všechna teplotní maxima od roku 1873 (Vandentorren a Empereur-Bissonnet, 2005). Většina úmrtí byla podle autorů způsobena přehřátím, nicméně u 23 % byla jako související příčina zjištěna CVD. Celkový počet zemřelých (bez rozlišení příčiny) v období 1. až 20. srpna 2003 ve Francii přesáhl 41 tisíc oproti očekávaným necelým 27 tisícům zemřelých. Největší nárůst úmrtnosti (*nadměrná úmrtnost*) oproti *očekávané* (průměrná/standardizovaná denní hodnota úmrtí za sledované období; viz část 7.2) byl zaznamenán u nejstarší skupiny obyvatelstva (nad 75 let), zejména v pečovatelských domech. Nejvyšší nadměrná úmrtnost byla zjištěna v městech střední a východní Francie (Dijon, Paříž, Le Mans a Lyon), kdežto v jižní Francii (Marseille, Nice, Toulouse) byly při stejných teplotách vzduchu hodnoty nadměrné úmrtnosti nižší (Vandentorren et al., 2004). To mohlo být způsobeno lepší aklimatizací vůči vysokým teplotám vzduchu u obyvatel jižní Francie (Vandentorren et al., 2004), nebo rozdílným složením populace v těchto městech (Filleul et al., 2006). Celkový počet obětí horkého léta 2003 v Evropě přesáhl 52 000 (Larsen, 2006). V Itálii byla nejvyšší nadměrná úmrtnost zaznamenána ve velkých městech na severu (Turín a Milán) – zejména u lidí s nemocemi centrální nervové soustavy, kardiovaskulárními nebo respiračními onemocněními (Michelozzi, 2004). Nejvíce byly zasaženy opět nejstarší věkové skupiny (75–84 a 84+ let) a větší nadměrná úmrtnost byla zaznamenána u žen.

Efekt horkých vln na úmrtnost na CVD v Nizozemí studovali Huynen et al. (2001). Při zvýšení teploty vzduchu nad teplotní optimum o 1 °C vzrostla během následujících 30 dní úmrtnost na CVD o 1,9 %. Teplotní optimum (teplota vzduchu s nejnižší úmrtností) za období 1979–1997 bylo pro obyvatele stanoveno na 16,5 °C. Narůst nadměrné úmrtnosti na CVD při vysokých teplotách vzduchu byl pozorován také například v Jižní Koreji (Kyselý a Kim,

2009), v Kalifornii (Basu a Ostro, 2008), nebo v Barceloně (Saez et al., 2000). Byla nalezena také silná souvislost mezi vysokými teplotami vzduchu a úmrtností na CVD přímo v nemocnicích (Itálie; Stafoggia et al., 2008).

Délka trvání extrémních teplot a období jejich nástupů jsou významnými faktory ovlivňujícími závažnost dopadu horkého (chladného) počasí na zdravotní stav obyvatelstva (Gosling et al., 2009). U horkých vln dochází jednak během roku a jednak v důsledku jednotlivých horkých vln k efektu posunu úmrtnosti (tzv. *mortality displacement*; Gosling et al., 2009). V měřítku jedné letní sezóny se tento jev projevuje zpravidla vyšší nadměrnou úmrtností v dřívějších horkých vlnách v roce než při srovnatelných horkých vlnách na konci letní sezóny. Podle bioklimatologických prací to může být způsobeno „předčasným“ úmrtím vážně nemocných lidí, způsobeným tepelným stresem na začátku teplého období (Gosling et al., 2009). Druhým faktorem může být jistá fyziologická a behaviorální nepřipravenost obyvatelstva na horké počasí na začátku teplého půlroku a následná aklimatizace na horké počasí během léta (Gosling et al., 2009; Kyselý a Kříž, 2008). V St. Louis byla například ze čtyř horkých vln nejvyšší úmrtnost zjištěna při horké vlně v roce 1980, která byla nejteplejší, nejdelší a také nastala nejdříve v roce (Gosling et al., 2009). Studie prokázaly, že horké vlny s delším trváním jsou rizikovější než izolované dny, s kterými je lidské tělo schopno lépe se vypořádat (Gosling et al., 2009).

Ke krátkodobému posunu úmrtnosti dochází i během jednotlivých horkých vln, při kterých dochází po počátečním nárůstu úmrtnosti kolem třetího až čtvrtého dne po dni výskytu vysoké teploty vzduchu (dne  $d$ ) k poklesu pod očekávané hodnoty s trváním tohoto efektu dokonce až 30 dní po dni  $d$  (Huynen et al., 2001, Kyselý a Huth, 2004, Laschewski a Jendritzky, 2002; viz obr. 2). Příčina tohoto jevu je obdobná jako v předchozím případě – nakumulovaná úmrtí osob, které jsou v kritickém zdravotním stavu a horká vlna „pouze“ uspíší jejich úmrtí (Kyselý a Huth, 2004). Kyselý a Huth (2004) odhadují podíl posunutých úmrtí během horké vlny v roce 1994 v ČR až na 50 % všech obětí – přibližně polovina zemřelých by v blízké době pravděpodobně zemřela i bez přítomnosti horké vlny. Je otázkou, jak se tento jev může projevat u hospitalizací (na CVD) při a po horkých vlnách.



**Obr. 2:** Mortality displacement – Korelace mezi nadměrnou úmrtností a odchylkami průměrné denní teploty vzduchu při zpoždění 0–30 dní po dni  $d$  v období duben–září za období 1992–2000. Vodorovné čáry znázorňují hranice statistické významnosti (převzato z Kyselý a Huth, 2004).

### 3.1.2 Studené vlny

Vliv období nízkých teplot vzduchu na úmrtnost (na CVD) je hůře pozorovatelný, protože prodleva mezi chladným počasím a jeho vlivem na úmrtnost je obvykle delší a spojitost je na rozdíl od horkých vln méně přímá a geograficky více proměnlivá (Cheng a Su, 2010). Navíc se do hry dostávají další faktory, jako zejména epidemie akutních respiračních infekčních onemocnění a chřipky (dále *chřipkové epidemie*, viz část 5). Již zmiňovaní Huynen et al. (2001) zjistili při poklesu teploty vzduchu o 1 °C pod (výše uvedené) teplotní optimum navýšení úmrtnosti na CVD v následujících 30 dnech o 1,7 % (oproti 1,9 % při nárůstu teploty). Na rozdíl od zmiňovaného efektu posunu úmrtnosti na CVD při nárůstu teploty byla při poklesu teploty vzduchu nadměrná úmrtnost patrná i s více než 14denním zpožděním po dni  $d$ .

Celková průměrná nadměrná úmrtnost sledovaného období (1979–1997) byla ale při horkých vlnách nižší než při vlnách studených – 12,1 % oproti 12,8 % (Huynen et al., 2001). Nadměrná úmrtnost při studených vlnách byla podle autorů zapříčiněna zejména nárůstem úmrtnosti na CVD a nárůstem úmrtnosti obyvatel ve věku  $\geq 65$  let při těchto epizodách. Z analýz nebyla odstraněna období s chřipkovými epidemiemi, ale byla analyzována i úmrtnost na respirační choroby, která zejména při studených vlnách vykazovala mnohem větší rozkolísanost hodnot mezi jednotlivými epizodami než CVD. Tato rozkolísanost by mohla být mimo jiné způsobena právě významností chřipkových epidemií v jednotlivých letech (srov. Huynen et al., 2001 a Kynčl et al., 2005). Nadměrná úmrtnost na CVD při nízkých teplotách vzduchu byla také pozorována například ve Velké Británii (Aylin et al., 2001; Carder et al., 2005).

### 3.2 Česká republika

Spojitost horkých vln s nadměrnou úmrtností na CVD v ČR sledovali Kyselý a Kříž (2008). Průměrné hodnoty relativního nárůstu celkové úmrtnosti a úmrtnosti na CVD (muži i ženy) při horkých vlnách v letech 1986–2006 dosahovaly podobných hodnot (viz tabulka 2). U mužů byl relativní nárůst celkové úmrtnosti vyšší než nárůst úmrtnosti na CVD, zatímco u žen tomu bylo naopak a rozdíl se ještě zvyšoval s jednodenním zpožděním. Vyšší nárůst úmrtnosti u žen podle autorů nejspíše souvisí s nejvyšší úmrtností při vysokých teplotách ve věkové kategorii nad 70 let, ve které mají ženy výrazně větší zastoupení.

Nadměrná úmrtnost na CVD při studených vlnách byla v ČR v letech 1986–2006 zjištěna u všech věkových skupin (nad 25 let) a u obou pohlaví (Kyselý et al., 2009). Skupinu

**Tabulka 2:** Průměrný relativní nárůst celkové úmrtnosti a úmrtnosti na CVD (oproti očekávaným hodnotám) v ČR během horkých vln 1986–2006 (převzato z Kyselý a Kříž, 2008).

		Lag 0 day		Lag 1 day	
		All ages	70+ years	All ages	70+ years
Total	M+F	8.8	10.1	8.7	10.6
mortality	M	7.4	8.1	6.7	7.7
	F	10.2	11.6	10.8	12.6
CVD	M+F	8.9	10.4	9.2	11.0
mortality	M	5.9	7.2	5.6	6.9
	F	11.6	12.5	12.3	13.5

M Males, F females

s nejvýznamnější relativní nadměrnou úmrtností na CVD tvořili muži ve věku 25–59 let (13,8 %, významné na  $p = 0,05$ ), což autoři vysvětlují větším počtem mužů (oproti ženám) v této věkové kategorii pracujících v zimě venku (na stavbách apod.). Nejvýznamnější studená vlna byla v ČR zaznamenána v lednu 1987, při které dosáhla nadměrná úmrtnost na CVD hodnoty 274 osob (z toho 215 mužů).

Vzhledem k výsledkům z ostatních evropských studií zkoumajících regionální rozdíly (viz část 3.3) by se dalo očekávat, že městské obyvatelstvo bude více náchylné na letní horké vlny a venkovské obyvatelstvo bude více náchylné na zimní studené vlny. Práce Plavcová a Kyselý (2009) tento předpoklad potvrzuje. Vůbec největší dopad na nadměrnou úmrtnost v ČR měla horká období v létě a více se efekt horkých dnů projevil v Praze než pro celou ČR. Naopak efekt chladných období se projevoval v Praze méně než ve výsledcích za celou ČR.

Riziko úmrtí při horkých a studených teplotních epizodách v populaci ČR srovnávala i nejnovější studie (Kyselý et al., 2011). Nejvyšší riziko nadměrné úmrtnosti na CVD při extrémně horkých epizodách bylo zjištěno u žen nad 70 let s typickým efektem posunu úmrtnosti (mortality displacement, viz výše) do prvních dnů po dni  $d$ , zatímco při chladných epizodách jsou nejvíce ohroženi muži ve středním věku (25–59 let), také v nejbližších dnech po dni  $d$ . Naopak u starších věkových skupin se projevuje větší zpoždění maximální nadměrné úmrtnosti – zřejmě zde působí jiné fyziologické mechanismy (Kyselý et al., 2011).

### 3.3 Regionální rozdíly

Stejně jako existují regionální rozdíly v podnebí, existují i rozdíly v aklimatizaci obyvatelstva na horké/chladné extrémní podmínky. Tím jsou myšleny rozdíly ve fyziologické aklimatizaci obyvatelstva v globálním měřítku, ale také rozdíly v životním stylu v kontinentálním měřítku. Mezi rozdíly v životním stylu můžeme zařadit například různé zvyklosti v oblékání (například v jižní a severní části Evropy) při stejné teplotě vzduchu, resp. rozdílné zkušenosti s extrémními teplotami vzduchu a z toho plynoucí zvolení vhodného oblečení. Autoři z pracovní skupiny Eurowinter Group (1997) zkoumali možný vliv nízké teploty vzduchu a životního stylu na úmrtnost na kardiovaskulární a respirační onemocnění v rozličných evropských regionech od jižního Finska po Atény. Srovnávali způsob oblékání a vytápění domácností v daných oblastech v chladném půlroce. Celková úmrtnost (po odstranění vlivu chřipky) narůstala s poklesem teploty vzduchu pod teplotní optimum (18 °C) rychleji v teplejších regionech (2,2 % při poklesu o 1 °C v Aténách oproti 0,3 % v jižním Finsku). Průzkum ukázal, že při průměrné denní teplotě 7 °C mají obyvatelé v teplejších regionech ve svých domovech nižší pokojovou teplotu a zároveň méně často při pobytu venku nosí teplejší oblečení (čepice, kalhoty, bundy, rukavice; 13 % v Aténách, 72 % ve Finsku) a vystavují se tak většímu stresu z chladu.

Kromě rozdílných zvyků v oblékání existují také rozdíly mezi regiony v používání pomůcek pro udržování vyhovující pokojové teploty v domácnostech. Také v USA byly zjištěny regionální rozdíly v úmrtnosti při vysokých a nízkých teplotách vzduchu. Braga et al. (2002) nezjistili významnou spojitost mezi nadměrnou úmrtností na CVD a vysokými/nízkými teplotami vzduchu v jižních městech USA, zatímco v severních městech byla nalezena spojitost s oběma extrémy. Curriero et al. (2002), kteří porovnávali severní a jižní města na východě USA, zjistili větší riziko úmrtí (všechny příčiny) při nízkých teplotách vzduchu na jihu a naopak větší riziko úmrtí při vysokých teplotách vzduchu bylo zaznamenáno ve městech na severu (tabulka 3). Menší spojitost zejména vysokých teplot s úmrtností obyvatelstva v jižních městech USA například oproti jižní Evropě je podle Bragy et al. (2002) způsobena častějším používáním klimatizačních zařízení v USA. V Evropě byla naopak zjištěna nižší úmrtnost v zimě v případě vybavení bydliště ústředním topením (Eurowinter Group, 1997). Braga et al. (2002) tvrdí, že klimatizace/vytápění místností a chování lidí při vysokých/nízkých teplotách vzduchu mohou zásadně ovlivnit dopad extrémních teplot na lidské zdraví, ale že takové chování je obvyklejší v těch oblastech, kde je daný teplotní extrém běžný.

Mohlo by se tedy zdát, že jednoduchým receptem, jak snížit nadměrnou úmrtnost obyvatelstva při horkých vlnách v Evropě, je větší vybavenost domácností klimatizačními jednotkami. Podle některých studií z USA může používání klimatizací snížit počet úmrtí až o 20 % (New York; Gosling, 2009). Také Ostro et al. (2010) uvádí, že větší rozšíření klimatizačních jednotek může snížit riziko nadměrné úmrtnosti na CVD. Klimatizační jednotky samotné jsou ovšem velkým producentem tepla, což může při horkých dnech, zejména ve velkých městech, znamenat udržování přijatelné pokojové teploty v budovách na úkor dalšího zvýšení venkovní teploty vzduchu (Gosling et al., 2009). Dalším rizikem velkého počtu na plný výkon zapnutých klimatizací je přetížení napájecí sítě, jako se tomu stalo například v Chicagu v roce 1995, kdy zůstalo právě v období horké vlny bez elektřiny 49 tisíc domácností (Gosling et al., 2009).

V prostorovém měřítku ČR ovšem nelze předpokládat, snad s výjimkou horských oblastí, výrazné regionální rozdíly v oblékání obyvatel, používání klimatizace v domácnosti apod. Hajat et al. (2007) sledovali rozdíly rizika úmrtí při vysokých/nízkých teplotách vzduchu v Anglii a Walesu v letech 1993–2003. Jednotlivé regiony vykazovaly minimální rozdíly, ale o něco vyšší celkové riziko úmrtí při nízkých teplotách vzduchu bylo oproti ostatním regionům zaznamenáno na chladném východním pobřeží, zatímco vyšší riziko úmrtí při vysokých teplotách v Londýně. Hlavní podíl na statisticky významném nárůstu úmrtnosti při chladných a horkých vlnách měly ovšem respirační nemoci. Nejvýrazněji reagovali v Anglii a Walesu na teplotní extrémy staří lidé, nejčastěji s chronickým respiračním onemocněním, žijící v pečovatelských domech (Hajat et al., 2007). Vliv vysokých teplot vzduchu na úmrtnost byl významnější u žen v městské populaci. Oproti tomu malé rozdíly mezi pohlavími v rámci kritéria město/venkov byly zjištěny pro účinek nízkých teplot vzduchu.

**Tabulka 3: Přehled vybraných prací studujících vliv vysoké/nízké teploty vzduchu a nárůst úmrtnosti na CVD.**

<b>Úmrtnost na CVD a teplota vzduchu</b>			
<b>autoři</b>	<b>sledovaný jev</b>	<b>ukazatel</b>	<b>výsledek</b>
Eurowinter Group (1997)	souvislost mezi nízkými teplotami vzduchu a nárůstem úmrtnosti vlivem stresu z chladu v 8 rozdílných evropských regionech v zimním půlroce (říjen – březen) v letech 1988–1992	nárůst denní úmrtnosti v zimě (X–III) při poklesu teploty vzduchu o 1 °C pod 18 °C oproti očekávané úmrtnosti (ošetřené o vliv chřipkových epidemií) při teplotě 18 °C; regionální rozdíly v ochraně obyvatel před vystavením chladu při venkovní teplotě 7 °C;	vyšší nárůst celkové úmrtnosti při poklesu teploty vzduchu pod 18 °C v jižnějších regionech; v Londýně vyšší nárůst úmrtnosti než v regionech s podobnou zeměpisnou šířkou (Bádensko-Württembersko, Nizozemí); obdobný vztah i u ischemických nemocí srdečních a CVD, ale bez statistické významnosti; naopak statisticky významná nižší očekávaná úmrtnost (18 °C) na CVD s vyšší průměrnou zimní (X–III) teplotou vzduchu v regionu; při 7 °C nižší pokojová teplota v jižnějších regionech, méně časté nošení teplého oblečení v těchto regionech => stat. významná spojitost zejména s respiračními chorobami, ale při nižší významnosti i s CVD
Aylin et al. (2001)	vztahy mezi teplotou vzduchu a nadměrnou zimní úmrtností obyvatel ≥ 65 let s ohledem na kvalitu bydlení ve Velké Británii v letech 1986–1996	riziko úmrtí v zimním období (prosinec–březen; ošetřeno o vliv chřipkových epidemií) oproti zbytku roku -> riziko úmrtí v zimě při poklesu průměrné denní teploty vzduchu pod průměrnou teplotu vzduchu za období 1986–1996	riziko 1,5%/1,8% nárůstu počtu úmrtí na ischemické nemoci srdeční/cévní onemocnění mozku v zimě (prosinec–březen)
Huynen et al. (2001)	vliv teploty vzduchu na úmrtnost v Nizozemsku 1979–1997	relativní nárůst nadměrné úmrtnosti při nárůstu/poklesu teploty vzduchu nad/pod teplotní optimum (16,5 °C pro CVD) v předchozích 30 dnech; nadměrná úmrtnost = pozorovaný počet úmrtí/průměrný počet úmrtí za sledované období * data neošetřena o vliv chřipkových epidemií	1,86% nárůst úmrtnosti na CVD při nárůstu teploty vzduchu, max. při zpoždění 0–2 dny; 1,69% nárůst úmrtnosti na CVD při poklesu teploty vzduchu, max. při zpoždění 7–14 dnů;
Braga et al. (2002)	efekt počasí na úmrtí na respirační nemoci a CVD ve 12 městech USA v letech 1986–1993.	relativní riziko úmrtí na CVD v závislosti na průměrné teplotě vzduchu v chladných (severních) a horkých (jižních) městech USA * data neošetřena o vliv chřipkových epidemií	v severních městech nízké (< -10 °C) i vysoké (> 30 °C) teploty vzduchu spojitost s nárůstem úmrtí na CVD; infarkt myokardu: 2× větší efekt vysokých teplot oproti nízkým; CVD: 5× větší efekt nízkých teplot vzduchu oproti vysokým; v jižních městech malý efekt vysoké i nízké teploty vzduchu na úmrtnost na CVD => spojitost s vlastnictvím klimatizačních jednotek

Curriero et al. (2002)	efekt počasí na úmrtnost v 11 městech východního pobřeží USA v letech 1973–1994	nárůstu relativního rizika úmrtí při nárůstu/poklesu teploty vzduchu nad/pod teplotu minimální úmrtnosti (TMÚ) určenou zvlášť pro každé město * data neošetřena o vliv chřipkových epidemií	vyšší nárůst rizika úmrtí při nárůstu teploty nad TMÚ v severních městech USA; vyšší nárůst rizika úmrtí při poklesu teploty pod TMÚ v jižních městech; nižší TMÚ v severnějších městech; významná spojitost mezi vlastnictvím klimatizace a nižším rizikem úmrtí při nárůstu teploty vzduchu nad TMÚ, nevýznamná spojitost mezi vlastnictvím topení a nižším rizikem úmrtí při poklesu teploty pod TMÚ; obdobné vztahy jako pro celkovou úmrtnost nalezeny pro CVD
Michelozzi (2004)	nadměrná úmrtnost při horké vlně 2003 v Itálii (Řím, Milán a Turín)	rozdíl počtu úmrtí v letních sezónách 2002 a 2003	nadměrná úmrtnost dosáhla v Římě 20 %, Miláně 23 %, Turíně 33 %; největší u obyvatel nad 85 let a u žen; v Miláně zvýšená úmrtnost u lidí s přidruženými CVD (srdeční arytmií), kardiopulmonálními nemocemi a nemocemi krve
Carder et al. (2005)	efekt nízké teploty vzduchu na úmrtnost na kardiovaskulární a respirační nemoci ve třech skotských městech 1981–2001	relativní nárůst úmrtnosti při poklesu teploty vzduchu o 1°C v předchozích 30 dnech * data neošetřena o vliv chřipkových epidemií	3,35% nárůst úmrtnosti na CVD při poklesu průměrné teploty vzduchu o 1 °C pod hranici 11 °C; max. u obyvatel ≥ 65 let a při zpoždění 1–6 dní
Basu a Ostro (2008)	vliv teploty vzduchu na úmrtnost v Kalifornii za období květen 1999 až září 2003	procentuelní změna nadměrné úmrtnosti na vybrané diagnózy při nárůstu indexu horka o 10 °F (5,6 °C) ve srovnání s odhadovanou hodnotou úmrtnosti určenou ze 4 referenčních období před a 6 referenčních období po výskytu případu úmrtí	každý nárůst indexu horka o 5,6 °C odpovídal 2,6% nárůstu úmrtnosti na CVD s nejvýznamnějším rizikem pro ischemické choroby srdeční
Kyselý a Kříž (2008)	nadměrná úmrtnost v ČR během horké vlny 2003	nadměrná úmrtnost jako rozdíl počtu úmrtí během horkých vln a standardizovaného očekávaného počtu úmrtí z let 1986–2006; horká vlna definována jako min. 3 dny s indexem horka nad 95% kvantil rozdělení s alespoň jedním dnem nad 98% kvantil	9,2% nadměrná úmrtnost během horkých vln s jednodenním zpožděním, nejvyšší u žen a osob starších 70 let
Stafoggia et al. (2008)	spojitost mezi indexem horka a úmrtností pacientů ≥ 65 let hospitalizovaných minimálně 2 dny před úmrtím ve čtyřech italských městech v letech 1997–2004	riziko úmrtí ve dnech s průměrným indexem horka 30 °C (zpoždění 0–1 den) oproti dnům s indexem horka 20 °C u pacientů ≥ 65 let	statisticky významné riziko nalezeno pro cévní nemoci mozku (1,60), srdeční selhání (1,66) a kardiopulmonální nemoci (1,82)

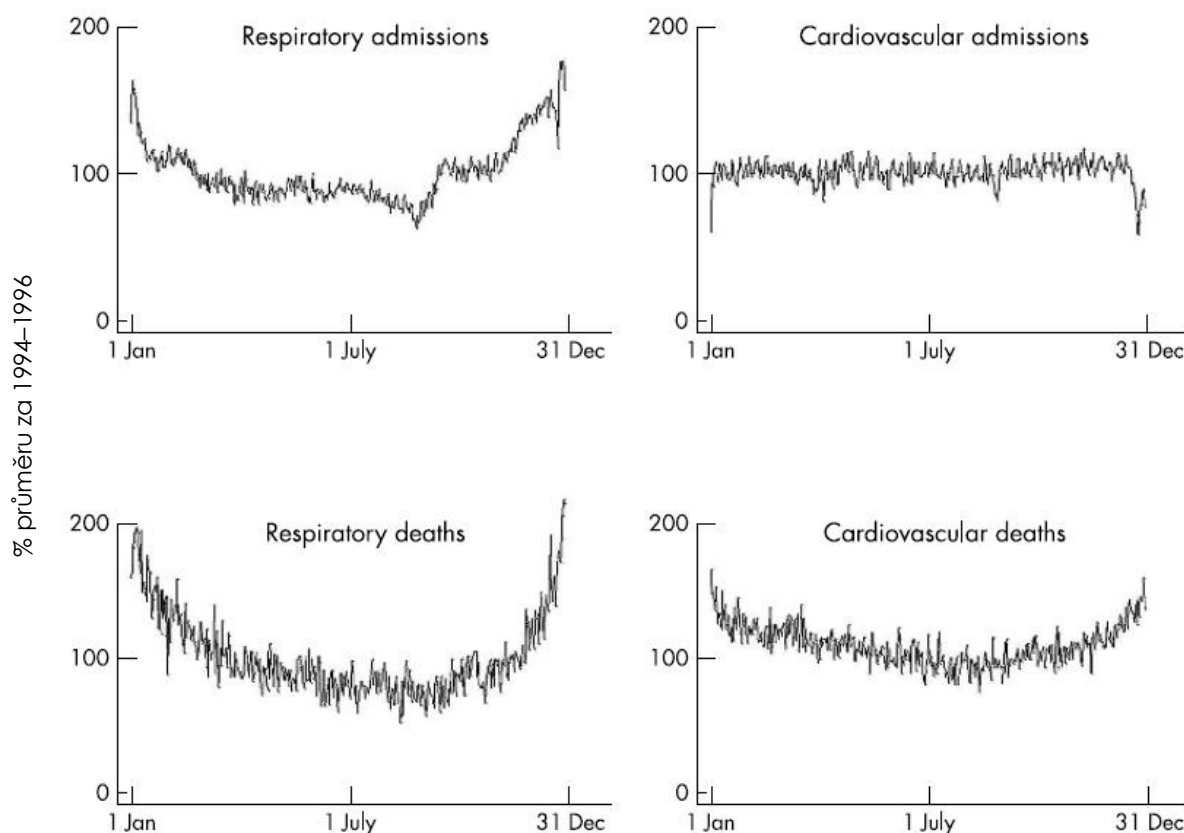
Kyselý et al. (2009)	úmrtnost na CVD během studených vln v ČR 1986–2006	nadměrná úmrtnost jako rozdíl počtu úmrtí během studených vln a standardizovaného (odstraněn vliv sezónnosti, týdenního chodu, chřipkových epidemií) očekávaného počtu úmrtí z let 1986–2006; studená vlna definována jako min. 3 dny s maximální denní teplotou vzduchu < -3,5 °C	pozitivní vztah mezi nadměrnou úmrtností na CVD a výskytem studené vlny, nejvýraznější 13,8% nadměrná mortalita u mužů ve věku 25–59 let, se zpožděním 1 den; u starších věkových skupin větší zpoždění maximální nadměrné úmrtnosti
Kyselý a Kim (2009)	úmrtnost (celková a CVD) spojená s horkem v letech 1991–2005 v Jižní Koreji	nadměrná úmrtnost jako rozdíl očekávaného (odstraněn vliv sezónnosti, týdenního chodu) a skutečného počtu úmrtí během horkých vln ve sledovaném období; horká vlna jako období alespoň tří dnů s indexem horka nad 33 °C (97% kvantil rozdělení)	průměrná nadměrná celková úmrtnost při horkých vlnách za sledované období 5,9 %; průměrná nadměrná úmrtnost na CVD během horkých vln 9,0 %; nejvyšší úmrtnost na CVD u mužů nad 70 let
Kyselý et al. (2011)	úmrtnost na CVD během horkých a studených vln v ČR 1986–2006	nadměrná úmrtnost jako rozdíl počtu úmrtí během horkých/studených epizod a standardizovaného (odstraněn vliv sezónnosti, týdenního chodu, chřipkových epidemií) očekávaného počtu úmrtí z let 1986–2006; horké/studené epizody jako min 2 dny s anomálií průměrné denní teploty vzduchu nad 95% (pod 5%) kvantilem rozdělení anomálií za předchozí a následující měsíc od daného dne	nejvýznamnější nadměrnou úmrtnost na CVD při horkých vlnách u obyvatelstva (zejména žen) nad 70 let; při studených vlnách jako nejnáchylnější muži středního věku (25–59 let)

**Tabulka 4:** Přehled vybraných prací studujících vliv vysoké/nízké teploty vzduchu na nárůst hospitalizací na CVD.

<b>Hospitalizace na CVD a teplota vzduchu</b>			
<b>autoři</b>	<b>sledovaný jev</b>	<b>ukazatel</b>	<b>výsledek</b>
Semenza et al. (1999)	nadměrné hospitalizace během horké vlny v roce 1995 v Chicagu	nadměrné hospitalizace při horké vlně v týdnu 13.–19.7.1995 oproti průměrnému počtu hospitalizací daného dne v týdnu spočítaného ze 3 týdnů v červenci 1994 a předcházejícího týdne v červenci 1995	u CVD jako primární příčiny hospitalizace během horké vlny nezjištěn statisticky významný nárůst; u CVD jako sekundární příčiny u obyvatel $\geq 65$ let zjištěn 23% nárůst hospitalizací na CVD
Feigin et al. (2000)	vliv počasí na výskyt cévních nemocí mozku na Sibiři v letech 1982–1992	poměr výskytu případů vybraných cévních nemocí mozku při vybraných teplotních rozmezích při ošetření modelu o vliv sezónního chodu, sluneční aktivity a věku pacientů * data neošetřena o vliv chřipkových epidemií	nárůst případů infarktu myokardu při denní teplotě vzduchu $\leq -2,0$ °C a nárůst případů intracerebrálního krvácení při denní teplotě vzduchu v rozmezí $-1,9$ až $7,2$ °C, obojí oproti dnům s teplotou vzduchu $\geq 7,3$ °C
Kovats et al. (2004)	rozdíl mezi nadměrnou úmrtností a hospitalizacemi při horkých dnech v Londýně v období 1994–2000	relativní riziko úmrtí a hospitalizací metodou lineární regrese s kubickou křivkou; nárůst hospitalizací/úmrtnosti při nárůstu teploty vzduchu nad prahovou hodnotu; *data ošetřena o vliv sezónnosti, týdenního chodu, chřipkových epidemií, znečištění ovzduší, státních svátků, relativní vlhkosti vzduchu	nevýznamný 1,7 % nárůst hospitalizací na CVD při nárůstu teploty vzduchu o 1 °C nad 24 °C; významný pokles hospitalizací na cévní nemoci mozku ( $-0,9$ %) při nárůstu teploty vzduchu nad 13 °C; při horké vlně v roce 1995 významná nadměrná celková úmrtnost (10,8%) oproti nevýznamným nadměrným hospitalizacím (2,6%)
Morabito et al. (2005)	souvislost mezi počasím a hospitalizacemi na infarkt myokardu ve Florencii v letech 1998–2002	míra hospitalizací (počet hospitalizací/počet diskomfortních dnů pro každý den) během diskomfortních dnů podle délky působení diskomfortních podmínek; letní/zimní diskomfortní den: 90%/10% kvantil heat/wind chill indexu * data neošetřena o vliv chřipkových epidemií	s. významná nadprůměrná míra hospitalizací na infarkt myokardu u mužů $< 65$ let při působení horkého diskomfortu alespoň 9 hodin v letním diskomfortním dnu; s. významná nadprůměrná míra hospitalizací na infarkt myokardu u žen $\geq 65$ let při působení chladného diskomfortu alespoň 5 hodin v zimním nekonformním dnu
Linares a Díaz (2007)	vliv vysoké teploty vzduchu na hospitalizace v Madridu v období duben–září 1995–2000	nárůst hospitalizací na CVD, respirační nemoci a všechny případy při nárůstu maximální teploty vzduchu o 1 °C nad 36 °C	4,6% / 17,9% nárůst hospitalizací na všechny případy u obyvatel všeho věku / $> 75$ let; nezjištěn vliv nárůstu teploty vzduchu na hospitalizace na CVD; 27% nárůst hospitalizací na respirační nemoci u osob $> 75$ let
Mastrangelo et al. (2007)	vztah mezi hospitalizacemi a intenzitou a délkou trvání horkých vln v letech 2002 a 2003 v Itálii (region Veneto)	poměr výskytu hospitalizací při horkých vlnách (3 a více dnů s indexem horka nad 40 °C) oproti průměrnému výskytu hospitalizací v létě 2002 a 2003 u osob $\geq 75$ let	nebyl zjištěn vliv výskytu, délky trvání ani intenzity horké vlny na hospitalizace na CVD na rozdíl od onemocnění spojených s horkem a respiračních onemocnění

Knowlton et al. (2009)	hospitalizace a návštěvy pohotovostí při horké vlně 2006 v Kalifornii	relativní nadměrná nemocnost během horké vlny (15.7.–1.8.) oproti referenčním obdobím (8.–14.7. a 12.–22.8.)	CVD – 2% významný nárůst návštěv pohotovostí, nevýznamný 1% nárůst hospitalizací, větší riziko u latinskoamerického obyvatelstva; 600% nárůst nemocí spojených s horkem (např. úžeh)
Michelozzi et al. (2009)	index horka a hospitalizace na CVD a respirační nemoci ve 12 evropských městech od dubna do září 1990–2001	procentuelní změna nadměrných hospitalizací při nárůstu teploty vzduchu o 1 °C nad 90% percentil maximálního indexu horka určeného zvlášť pro každé město	nebyla prokázána statisticky významná souvislost mezi hospitalizacemi na CVD a nárůstem indexu horka na rozdíl od statisticky významného nárůstu hospitalizací na respirační nemoci
Bhaskaran et al. (2010)	krátkodobý efekt teploty vzduchu na riziko infarktu myokardu v Anglii a Walesu v letech 2003–2006	relativní riziko případů infarktu myokardu metodou lineární regrese s kubickou křivkou; změna rizika při změně teploty vzduchu o 1 °C; * data ošetřena o vliv sezónnosti, chřipkových epidemií, znečištění ovzduší, státních svátků, týdenního chodu, relativní vlhkosti vzduchu	pokles průměrné denní teploty vzduchu o 1°C spojen s celkově 2% nárůstem rizika infarktu myokardu během následujících 28 dnů; největší riziko zjištěno při zpoždění 2–7 (0,6 %), resp. 8–14 (0,7 %) dnů; při nárůstu teploty nebyl zjištěn významný efekt na nárůst případů
Bayentin et al. (2010)	krátkodobý efekt teploty vzduchu na případy ischemické nemoci srdečních v kanadské provincii Québec 1989–2006	relativní nadměrné riziko hospitalizace na ischemické nemoci srdeční při poklesu/nárůstu zimní/letní teploty vzduchu pod/nad prahovou hodnotu (inflexní bod kubické křivky) * data neošetřena o vliv chřipkových epidemií	nalezena spojitost mezi nízkými teplotami vzduchu v zimě a vysokými teplotami vzduchu v létě a nárůstem hospitalizací na ischemické nemoci srdeční až o 12%; vyšší riziko muži a ženy 45–64 let; rozdíly podle regionů, nejvyšší riziko v regionech s vyšším podílem kuřáků a nižší životní úrovní
Green et al. (2010)	index horka a hospitalizace v Kalifornii v letech 1999–2005	procentuelní nárůst rizika hospitalizací na vybrané diagnózy při nárůstu indexu horka o 10 °F (5,6 °C) oproti referenčním hodnotám každý třetí den v daném měsíci	nárůst indexu horka o 5,6 °C spojen s 3,5% nárůstem rizika hospitalizací na mozkový infarkt u pacientů ≥ 65 let, u ostatních CVD nenalezen statisticky významný nárůst rizika
Ma et al. (2011)	vliv extrémních teplot vzduchu na hospitalizace v Šanghaji v letech 2005–2008	relativní nadměrné hospitalizace při horké/studené vlně oproti průměru z dvou referenčních období o stejné délce ze stejného léta/zimy; horká vlna období min. 7 dnů s maximální denní teplotou > 35 °C a průměrnou denní teplotou > 97% kvantil za sledované období, studená vlna období 7 dnů s maximální a průměrnou denní teplotou < 3% kvantil za sledované období * data neošetřena o vliv chřipkových epidemií ani sezónnosti hospitalizací	během horké vlny 2007 – 8% nárůst hospitalizací na CVD; během studené vlny 2008 – 33% nárůst hospitalizací na CVD

#### 4 Teplota vzduchu a hospitalizace na kardiovaskulární choroby

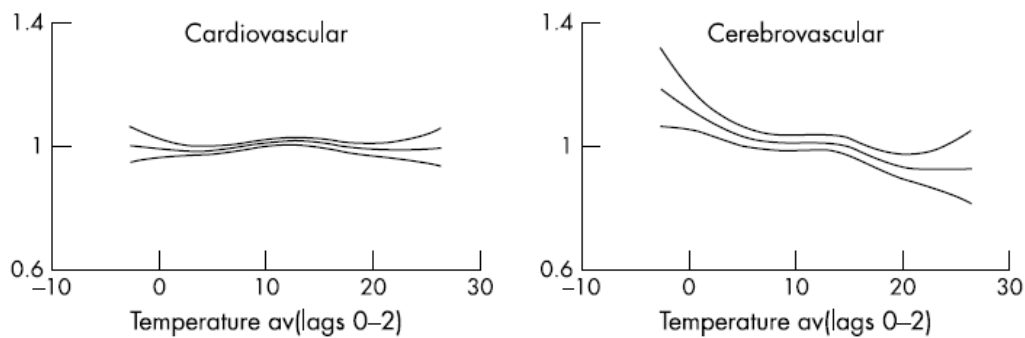


**Obr. 3:** Sezónní vývoj hospitalizací (admissions) a úmrtí (deaths) na respirační (vlevo) a kardiovaskulární onemocnění ve Velkém Londýně. Udáváno v procentech průměru hospitalizací za období 1994–1996 (převzato z Kovats et al., 2004).

Jak je vidět na obrázku 3 znázorňujícím roční chod hospitalizací a úmrtnosti na respirační onemocnění a CVD v Londýně, na základě sledovaného průběhu úmrtnosti na CVD během roku není možné činit stejné závěry pro hospitalizace. Například výrazný pokles hospitalizací na CVD v období Vánoc naznačuje, že zde nejspíš mnohem výraznější roli hraje lidský faktor – lidé se mohou v některých případech lehké srdeční příhody „rozhodnout“, jestli vyhledají lékařskou pomoc hned, nebo až po Vánocích. Při srovnání průběhu hospitalizací na CVD s ročním chodem úmrtí na CVD, kde naopak můžeme vidět na konci roku nárůst, je ovšem možné tento vztah interpretovat i tak, že lidé během Vánoc podcení situaci, případně se jim nepodaří tak rychle sehnat lékařskou pomoc, a následně dochází k více úmrtím.

Výsledky vybraných studií zkoumajících vliv vysoké/nízké teploty vzduchu na hospitalizace na CVD jsou uvedeny v tabulce 4. Celkově je těchto prací výrazně méně než pro úmrtnost na CVD a jejich výsledky jsou poměrně nejednoznačné (viz dále).

#### 4.1 Vysoké teploty vzduchu

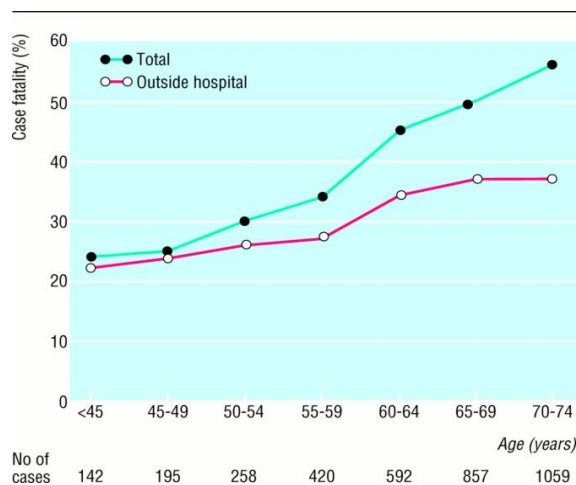


**Obr. 4:** Relativní riziko (osa y) hospitalizace při průměrné teplotě vzduchu za 3 dny v Londýně. Horní a dolní křivka znázorňují 95% CI. Vpravo cévní nemoci mozku (převzato z Kovats et al., 2004).

Například při horké vlně v létě 1995 v Londýně dosáhla hodnota nadměrných hospitalizací (oproti referenčním hodnotám za období 1994–2000) pouze nevýznamných 2,6 % oproti statisticky významné 10,8% nadměrné úmrtnosti (Kovats et al., 2004). V případě analýzy celoročního vlivu průměrné teploty vzduchu na hospitalizace (při odstranění vlivů mnoha faktorů jako sezónního a týdenního chodu, chřipkových epidemií, Vánoc, znečištění ovzduší) nebyl u CVD (I00–I99) zjištěn výrazný nárůst rizika hospitalizací (obrázek 4 vlevo). V případě cévních nemocí mozku (I60–69) byl dokonce zaznamenán pokles rizika hospitalizací s nárůstem teploty vzduchu (obrázek 4 vpravo). V Kalifornii byl při horké vlně v roce 2006 zjištěn statisticky významný ( $p = 0,05$ ) nárůst návštěv pohotovostí (včetně CVD), zatímco nárůst hospitalizací na CVD byl menší a nedosahoval statistické významnosti (Knowlton et al., 2009). Statistické významnosti nárůstu hospitalizací na CVD dosáhla pouze skupina obyvatel latinskoamerického etnika (stejně tak nárůst návštěv pohotovostí byl významnější u této skupiny), což by naznačovalo výskyt akutnějších stavů s nutností hospitalizace u chudšího obyvatelstva, které například častěji vykonává manuální práce v exteriéru (Knowlton et al., 2009). Statisticky významnou spojitost mezi nárůstem indexu horka o 1 °C a hospitalizacemi na CVD u celkové populace nenalezli ani Michelozzi et al. (2009) ve 12 evropských městech, přičemž ve většině měst docházelo s nárůstem indexu horka k (nevýznamnému) poklesu počtu hospitalizací na CVD. Stejně tak v Kalifornii (Green et al., 2010) byl zjištěn pokles hospitalizací na CVD s nárůstem indexu horka o 10 °F (5,6 °C). Jedinou kardiovaskulární diagnózou, která vykazovala nárůst hospitalizací při nárůstu indexu horka, byl mozkový infarkt (I63) u pacientů ve věku  $\geq 65$  let. Významný nárůst hospitalizací na nemoci oběhové soustavy při výskytu horké vlny nenalezli ani Mastrangelo et al. (2007) v Itálii.

Nevýznamný nárůst hospitalizací na CVD při horkých vlnách může být v případě Kalifornie jednak důsledkem výše diskutovaného příznivého vlivu většího rozšíření a dostupnosti klimatizací ve Spojených státech, jednak důsledkem povahy fyziologických procesů v oběhové soustavě lidského těla. V období výskytu horkých vln může totiž dojít u pacientů s chronickým CVD k náhlému zhoršení zdravotního stavu, které může vést k okamžité smrti mimo nemocniční zařízení

a k hospitalizaci tak nedojde (Linares a Díaz, 2007; Mastrangelo et al., 2006). Ve vybraných okresech v Británii došlo v letech 1994–5 z 3 523 akutních ischemických příhod u mužů a žen mladších 75 let (45 % ze všech případů) u 1 095 případů k úmrtí mimo zdravotnické zařízení (Norris, 1998). Nejvyšší procento úmrtí mimo nemocnici bylo zjištěno u nejmladší věkové skupiny (< 55 let – 91 %), ačkoliv celkový počet případů s věkem rostl (obrázek 5). U 46 % případů byly podle Norrise zaznamenány předchozí ischemické srdeční potíže.



**Obr. 5:** Podíl případů úmrtí na akutní ischemickou příhodu (zelená křivka) a podíl případů úmrtí mimo nemocnici (červená) v třech zdravotnických okresech ve Velké Británii v letech 1994–5. Ve spodním řádku je uveden celkový počet případů (převzato z: Norris, 1998)

Chronické srdeční potíže mohou být výrazným faktorem, který ovlivňuje hospitalizace z jiných primárních důvodů. Během horké vlny v Chicagu v červenci 1995 nadměrné hospitalizace na CVD nevykazovaly statisticky významný nárůst (Semenza et al., 1999), ovšem u mnoha pacientů hospitalizovaných z jiných důvodů bylo zjištěno chronické kardiovaskulární onemocnění (např. hypertenze), které nejspíš bylo významnou příčinou hospitalizace pacientů. Při posuzování nárůstu nadměrných hospitalizací na CVD jako sekundární diagnózy již byla pro věkovou skupinu  $\geq 65$  let zjištěna statistická významnost. Jedním z důvodů, proč v mnoha studiích nevychází statisticky významný nárůst hospitalizací na CVD při teplotních extrémech, tedy může být i nedagnostikování CVD ze strany lékaře jako primární příčiny hospitalizace pacienta. Chronická (nejen) kardiovaskulární onemocnění mohou být významným faktorem ovlivňujícím bezprostřední reakci organismu na tepelný stres. Dále se ve studiích projevuje nedostatečnost posuzování CVD jako celku, jelikož jednotlivé diagnózy mohou mít odlišné reakce na aktuální teplotní podmínky a následně se v rámci celé skupiny negovat (srov. Green et al., 2010; Kovats et al., 2004). V neposlední řadě studie z Kalifornie (Knowlton et al., 2009) ukázala, že je třeba brát v potaz také návštěvy

pohotovostí, kdy zjevně není pravidlem, že každý pacient, který navštíví pohotovost s kardiovaskulárními potížemi, je automaticky hospitalizován.

#### **4.2 Nízké teploty vzduchu**

Některé studie zkoumaly také možnou souvislost hospitalizací na CVD s nízkými zimními teplotami. Nárůst hospitalizací na cévní nemoci mozku s poklesem teploty vzduchu zjistili v Londýně již zmiňovaní Kovats et al. (2004; obrázek 4). V 15 městech v Anglii a Walesu byl také zjištěn nárůst rizika infarktu myokardu při poklesu teploty vzduchu (stejně jako v předchozí práci po odstranění vlivu sezónnosti a chřipkových epidemií), ovšem pouze v případě většího zpoždění než 0–1 den po inkriminovaném dni (Bhaskaran et al., 2010). Nadprůměrný počet hospitalizací na infarkt myokardu byl zjištěn při působení tepelného diskomfortu jak při horkých dnech v létě, tak chladných dnech v zimě v Itálii (Morabito et al. 2005). Souvislost nízkých teplot v zimě a vysokých teplot v létě s nárůstem počtu hospitalizací na ischemické choroby srdeční byla sledována v kanadské provincii Québec (Bayentin et al., 2010). Možný vliv nízkých (resp. mírných) teplot vzduchu na nárůst případů mozkového infarktu (resp. intracerebrálního krvácení) oproti teplým dnům (viz tabulka 4) zjistili také Feigin et al. (2000) na Sibiři.

U studií zkoumajících zimní nemocnost a úmrtnost na CVD (např. Schwartz et al., 2004; Morabito et al., 2005; Feigin et al., 2000; Ma et al., 2011) se ale často objevuje problém, že nepočítají s dalším výrazným faktorem, který výrazně oslabuje imunitu a zvyšuje nemocnost a úmrtnost obyvatelstva v chladné části roku – chřipkovými epidemiemi (Kynčl et al., 2005). Oslabená imunita vinou chřipky a jiných akutních respiračních infekcí může být jedním z důvodů prokázaného nejvyššího počtu hospitalizací na CVD v zimě. Sezónní chod hospitalizací s maximem v zimě zmiňují u případů akutního infarktu myokardu například studie z Koreje (Lee et al., 2010), Austrálie (Wang et al., 2003), Itálie (Abrignani et al., 2009), nebo z Japonska (Turin et al., 2011), respektive u cévních nemocí mozku studie z Portugalska (Azevedo et al., 1994) nebo z Austrálie (Loughnan et al., 2008). Možnost zvýšené zimní nemocnosti na CVD oproti teplým obdobím zjistili také Rudge a Gilchrist (2005) v Londýně. Ti mimo jiné zjistili statistickou souvislost mezi celkovou nadměrnou nemocností seniorů v zimě a nedostatkem paliva na vytápění domácností, což podporuje možnost nezanedbatelného vlivu pokojové teploty na tepelný diskomfort jedince.

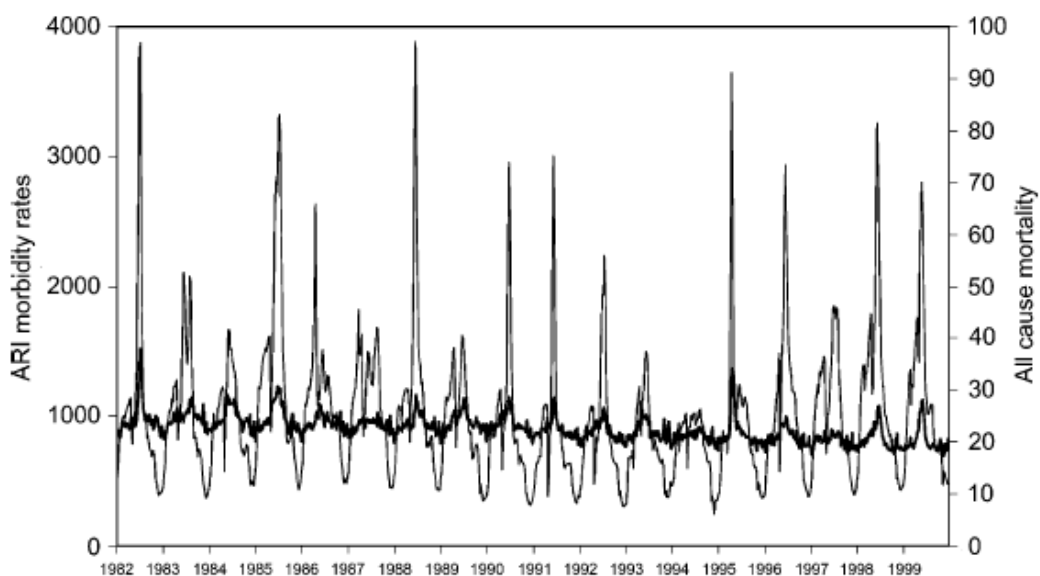
\*

Z výše uvedeného je patrné, že porovnávání výsledků nadměrných hospitalizací při extrémních teplotních atmosférických podmínkách s dostupnou literaturou je, zejména v případě chladového stresu, celkem problematické, protože mnoho studií se zabývá spíše sezónním chodem hospitalizací na CVD s prokázaným maximem v zimním období. Navíc většina zmiňovaných prací nezohledňuje vliv chřipkových epidemií, které se nejspíše výrazným způsobem podílejí na zmíněném sezónním chodu. Minimum studií navíc zkoumá opravdu krajní teplotní stavy v zimě – např. studené vlny (cold spells) – a nadměrnou míru hospitalizací nad „běžné hodnoty“ po zohlednění těchto faktorů.

O něco jednodušší je situace při hodnocení spojitosti hospitalizací na CVD s horkými vlnami. Vzhledem k předpovídanému nárůstu četnosti extrémně horkých období (McMichael et al., 2006) je tato problematika více sledována. V několika studiích byl nalezen výrazný rozdíl mezi statisticky významným nárůstem nadměrné úmrtnosti (na CVD) a nevýznamným nárůstem hospitalizací na CVD při horkých vlnách, způsobený zřejmě charakterem fyziologických pochodů v oběhové soustavě, které mohou způsobit rychlou smrt vážně nemocného pacienta v reakci na tepelný stres.

## 5 Chřipkové epidemie a úmrtnost na CVD

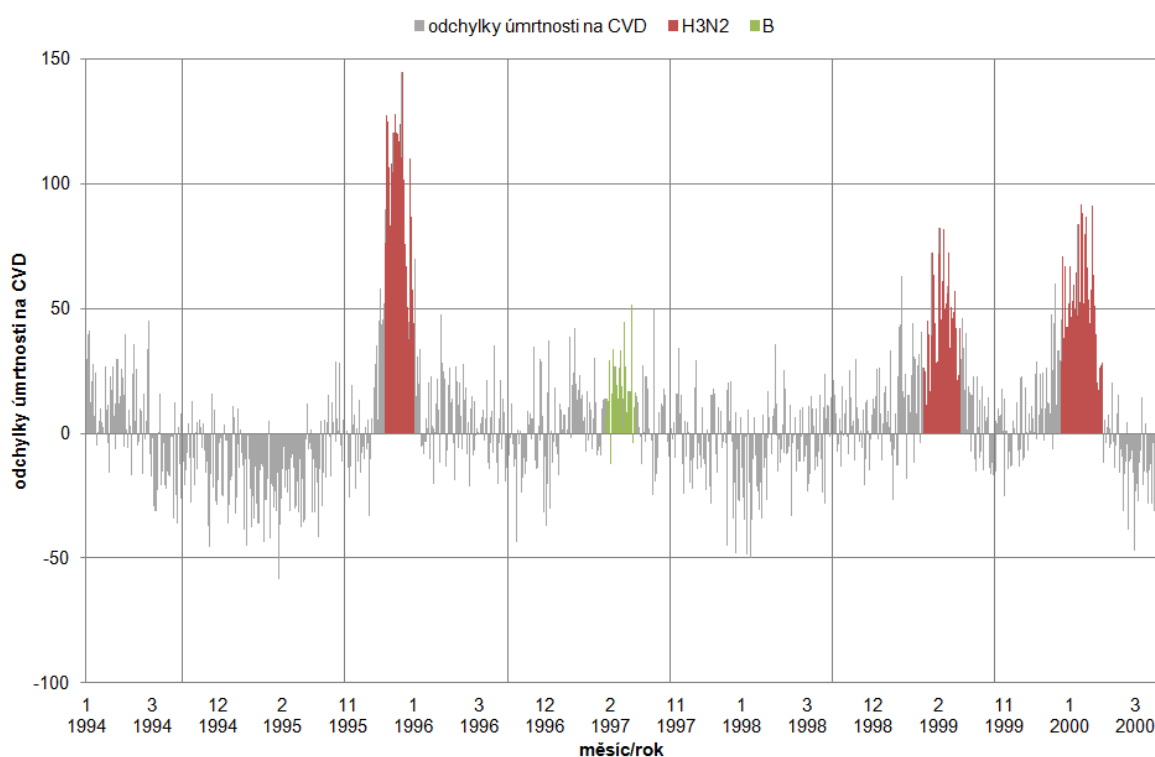
Jak bylo již výše poznamenáno, prokazatelný vliv na nemocnost a úmrtnost v zimě mají chřipková a jiná infekční onemocnění horních cest dýchacích (chřipkové epidemie; Cheng a Su, 2010; Kynčl et al., 2005). Kynčl et al. (2005) odhadují, že v letech 1982–2000 měly chřipkové epidemie na svědomí v průměru 2,6 % případů úmrtí na CVD. Navíc předpokládaný nárůst průměrné zimní teploty vzduchu v severní a střední Evropě může přispět k nárůstu četnosti a závažnosti chřipkových epidemií, pro které jsou právě mírnější zimy příhodné pro šíření (Piotrowicz, 2009). Testy prokázaly, že očkování proti chřipce může pomoci snížit výskyt náhlých srdečních úmrtí, akutního infarktu myokardu a mozkového infarktu až o 50 % (Cheng a Su 2010). Pro lepší průkaznost vlivu teploty vzduchu na kardiovaskulární onemocnění je nutné vliv chřipkových epidemií z analýz odstranit (Kyselý et al. 2009, více viz kapitola 7).



**Obr. 6:** Nemocnost na akutní respirační infekce (ARI, tenká čára) a celková úmrtnost v ČR (tlustá čára) v letech 1982–2000 (převzato z Kynčl et al., 2005).

Míra zvýšení úmrtnosti na CVD při chřipkových epidemiích (ARI na obrázku 6) závisí na dominantním typu chřipkového viru (Kynčl et al., 2005). Nejvyšší úmrtnost na CVD byla zaznamenána u epidemií s dominantním chřipkovým virem typu A/H3N2 (Kynčl et al., 2005, Rizzo et al., 2007). Zřejmě nejzávažnější dopad v námi sledovaném období (1994–2007) jak na celkovou úmrtnost, tak na úmrtnost na CVD, měla chřipková epidemie v sezóně 1995/1996 (obr. 7) s chřipkovým virem typu A/H3N2. Tehdy v ČR podle odhadu Kynčla et al. (2005) dosáhla nadměrná úmrtnost přes šest tisíc případů a úmrtnost na CVD

představovala přibližně tři čtvrtiny tohoto počtu. V populaci může docházet ke změnám v imunitní odpovědi na virus chřipky (Kynčl, 20. 5. 2011 – sdělení prostřednictvím e-mailu). Při výskytu stejného chřipkového viru několik roků po sobě je vliv na úmrtnost v dalších letech nižší (v zimě 1997/1998 při výskytu stejného viru jako 1995/1996 bylo zaznamenáno „pouhých“ 352 úmrtí nad očekávanou hodnotu; Kynčl et al., 2005). Mírnější průběh obvykle vykazují epidemie s dominantním virem typu B (viz také obr. 7). U typu A/H1N1 nebyl pozorován nijak významný vliv na nadměrnou úmrtnost na CVD (a proto tato období nebyla z analýz vyjmuta, viz kapitola 7). K nárůstu úmrtnosti na CVD dochází přibližně se sedmidenním zpožděním od začátku chřipkové epidemie (Kynčl et al., 2005, Kyselý et al., 2009).



**Obr. 7:** Nadměrná úmrtnost na CVD při výskytu chřipkových epidemií v ČR v letech 1994–2000. Kódy H3N2 a B představují dominantní vir chřipky v dané epidemii (vytvořeno za použití dat od ÚZIS).

## 6 Vliv znečištění ovzduší na úmrtnost a hospitalizace na CVD

Kromě teploty vzduchu může mít na nadměrné hospitalizace na CVD při horkých/studených epizodách negativní vliv také znečištění ovzduší. Významná spojitost mezi nárůstem hospitalizací na CVD a nárůstem koncentrace škodlivin byla zjištěna např. pro: PM<sub>2,5</sub> (USA; Bell et al., 2008), PM<sub>10</sub> resp. černý kouř (8 měst v Evropě; Le Tertre, 2002), CO, NO<sub>2</sub> a PM<sub>2,5</sub> (Austrálie a Nový Zéland; Barnett et al., 2006). Maitre et al. (2006) našli možnou souvislost mezi oběhovými nemocemi a škodlivými látkami v ovzduší (PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, CO a CO<sub>2</sub>) ve více než 40 studiích.

Na druhou stranu některé studie porovnávající významnost vlivu znečištění a teploty vzduchu na nadměrnou úmrtnost a nadměrné hospitalizace (na CVD) ukázaly nevýznamnou (Keatinge a Donaldson, 2001) nebo významnou, ale oproti teplotě vzduchu menší a geograficky více proměnlivou spojitost znečištění ovzduší s úmrtností nebo hospitalizacemi (Filleul et al., 2006; Vandentorren a Empereur-Bissonnet, 2005; Koken et al., 2003). Například ve Francii byly při horké vlně v roce 2003 zkoumány rozdíly mezi jednotlivými francouzskými městy v podílu vlivu vysoké teploty vzduchu a nadlimitní koncentrace přízemního ozonu na nadměrnou úmrtnost (Vandentorren a Empereur-Bissonnet, 2005; Filleul et al., 2006). V Paříži a Lyonu, kde byly zjištěny celkově vysoké hodnoty nadměrné úmrtnosti, byl podíl přízemního ozonu mnohem menší (7 resp. 3 %) než například v Toulouse (82 %), kde byla naopak nízká celková nadměrná úmrtnost.

Navíc byla například v Aténách (Katsouyanni et al., 1993) zjištěna statisticky významná spojitost mezi zvýšenou koncentrací znečištění a vysokými teplotami vzduchu. Pozitivní korelaci mezi maximální teplotou vzduchu a koncentrací přízemního ozonu dokládají také studie z Detroitu (Pearsonův kor. koef. = 0,7; Schwartz a Morris, 1995), Tokya (0,3; Ye et al., 2001) nebo Denveru (0,4; Koken et al., 2003). U ostatních škodlivin není korelace s maximální teplotou vzduchu tak silná, nicméně výše uvedená čísla naznačují, že teplota vzduchu a obecně meteorologické podmínky mohou mít vliv na koncentraci škodlivin v atmosféře a tím pádem mohou tyto dva faktory spolupůsobit (Basu a Samet, 2002).

U znečištění ovzduší také hraje důležitou roli dlouhodobé vystavení nadlimitním koncentracím škodlivých látek v ovzduší, které může značně ovlivnit zdravotní stav jedince i z hlediska CVD a výrazně přispět k jeho zhoršení při extrémní teplotní události, případně při extrémním navýšení škodlivin v ovzduší, a být tak spolupříčinou jeho hospitalizace, případně úmrtí (Brook et al., 2004; Kovats, 2008). Možné souvislosti jednotlivých znečišťujících látek s fyziologickými mechanismy způsobujícími kardiovaskulární problémy jsou stále předmětem

výzkumu (Maitre et al., 2006). Prachové částice PM<sub>2,5</sub> se mohou dostat do plicních sklípků, kde dochází k jejich ukládání. Částice menší než 0,1 μm, vznikající zejména v naftových motorech, mohou pronikat přímo do krevního oběhu a cév (Nemmar et al., 2002). V plicích mohou pevné prachové částice přispět ke vzniku zánětlivých reakcí a jejich organické a kovové části mohou negativně ovlivňovat procesy oksyličování krve (Donaldson et al., 2001). Někteří pacienti žijící ve znečištěném prostředí vykazovali zvýšené hladiny fibrinogenu a krevních destiček, změnu viskozity krve a změnu vlastností červených krvinek (Donaldson et al., 2001). Znečištění prachovými částicemi může mít spojitost se sníženou variabilitou srdeční frekvence, zvýšenou tepovou frekvencí a se zvýšeným výskytem srdeční arytmie (Maitre et al., 2006). NO<sub>x</sub> a O<sub>3</sub> jsou silné oxidační látky, které mohou také vyvolat záněty v plicích a systémové reakce jako zvýšenou krevní srážlivost, zvýšení hladiny fibrinogenu a krevních destiček (Maitre et al. 2006). CO se velmi silně váže na hemoglobin a snižuje jeho schopnost přenášet kyslík a dodávat jej do periferních tkání (Meitre et al., 2006). CO ve výše zmiňovaných studiích z Denveru, Detroitu i Tokya vykazoval nejmenší korelaci s maximální teplotou vzduchu a zároveň vykazoval celkem silnou spojitost zejména s nárůstem hospitalizací na celkové srdeční selhání (Denver – Koken et al., 2003).

Jelikož jedním z cílů této práce je porovnání regionálních nadměrných hospitalizací na CVD při vysokých a nízkých teplotách, není v jejím zájmu ošetřovat analýzy hospitalizací o vliv znečišťujících látek, ale naopak zjistit případné regionální rozdíly právě s ohledem na rozdílné nejen socioekonomické, ale i environmentální podmínky.

## 7 Metody, data a postup práce

### 7.1 Data o hospitalizacích a úmrtnosti na CVD

Denní záznamy hospitalizací/úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění (CVD) za období 1994–2009 poskytl Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR. Od tohoto ústavu byly k dispozici hodnoty hospitalizací/úmrtnosti na nejdůležitější CVD rozříděné podle Mezinárodní statistické klasifikace nemocí (MKN-10). Přehled studovaných diagnóz je uveden v tabulce 5. Vzhledem k malé velikosti výběrů u úmrtnosti na diagnózy I10, I20 a I80 a neúplnosti záznamů pro I50 nebyly hospitalizace na tyto diagnózy s úmrtností srovnávány. Při analýzách byly sloučeny diagnózy uvedené v tabulce jako I21 a I22 do jedné skupiny infarktu myokardu s dále používaným označením I21–22 a diagnózy I60 až I64 byly sloučeny do jedné kategorie jako cévní mozková příhoda (mozkový infarkt a neúrazové krvácení do mozku I60–64). Dále byly také otestovány kategorie *všech* ischemických nemocí srdečních (I20–25) a *všech* cévních nemocí mozku (I60–69).

Data byla rozdělena podle místa trvalého bydliště hospitalizovaných pacientů do dvou sledovaných regionů (kapitola 7.4), podle pohlaví a dále do dvou věkových skupin (0–64 a 65+ let). Statistické instituce včetně Eurostatu a Českého statistického úřadu (ČSÚ) používají 65 let jako hranici poproduktivního věku, která je také hranicí odchodu do důchodu v mnoha evropských zemích. V ČR je hranice odchodu do důchodu zatím nižší, většina obyvatel ve věkovém rozmezí 60–64 však nepobírá starobní důchod, případně při pobírání důchodu stále chodí do zaměstnání (např. na částečný úvazek; ČSÚ, 2012a). Po dosažení 65 let výrazně klesá počet ekonomicky aktivních obyvatel. Odchodem ekonomicky aktivního jedince do důchodu se výrazně mění jeho způsob života a dotyčný může například více ovlivnit, zda potřebuje vycházet ven při nepříznivých povětrnostních podmínkách (White, 2003). Na jednu stranu může mít nevystavování se extrémním teplotám pozitivní efekt, na druhou stranu je ale snížená pohybová aktivita u důchodců (třeba i omezení chůze) často zmiňovaným rizikovým faktorem rozvoje CVD (Riedl, 1971; White, 2003; Pell a Cobbe, 1999). Snížená fyzická aktivita a častější výskyt chronických nemocí u staršího obyvatelstva mohou ovlivnit jejich citlivost na teplotní změny kvůli zhoršené schopnosti termoregulace (Kenney a Munce, 2003). Hranice 65 let je používána také v mnoha zahraničních pracích (např.: Kovats et al., 2004; Huynen et al., 2001; Stafoggia et al., 2008; Michelozzi et al., 2009).

*Tabulka 5: Přehled studovaných diagnóz nemocí oběhové soustavy podle MKN-10.*

Mezinárodní statistická klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů (MKN-10)		
IX. Kapitola: I00–I99 Nemoci oběhové soustavy		
Podkapitola	Oddíl	
HYPERTENZNÍ NEMOCI (I10–I15)	I10	Esenciální (primární) hypertenze
ISCHEMICKÉ NEMOCI SRDEČNÍ (I20–I25)	I20	Angina pectoris
	I21	Akutní infarkt myokardu
	I22	Pokračující infarkt myokardu
	I25	Chronická ischemická choroba srdeční
JINÉ FORMY SRDEČNÍHO ONEMOCNĚNÍ (I30–I52)	I50	Selhání srdce
CÉVNÍ NEMOCI MOZKU (I60–I69)	I60	Subarachnoidální krvácení
	I61	Intracerebrální krvácení
	I62	Jiné neúrazové intrakraniální krvácení
	I63	Mozkový infarkt
	I64	Cévní příhoda mozková (mrtvice) neurčená jako krvácení nebo infarkt
NEMOCI TEPEN, TEPÉNEK A VLÁSEČNIC (I70–I79)	I70	Ateroskleróza
NEMOCI ŽIL, MÍZNÍCH CÉV A MÍZNÍCH UZLIN NEZAŘAZENÉ JINDE (I80–I89)	I80	Zánět žil – flebitida a tromboflebitida

## 7.2 Standardizace dat pro hospitalizace/úmrtnost na CVD

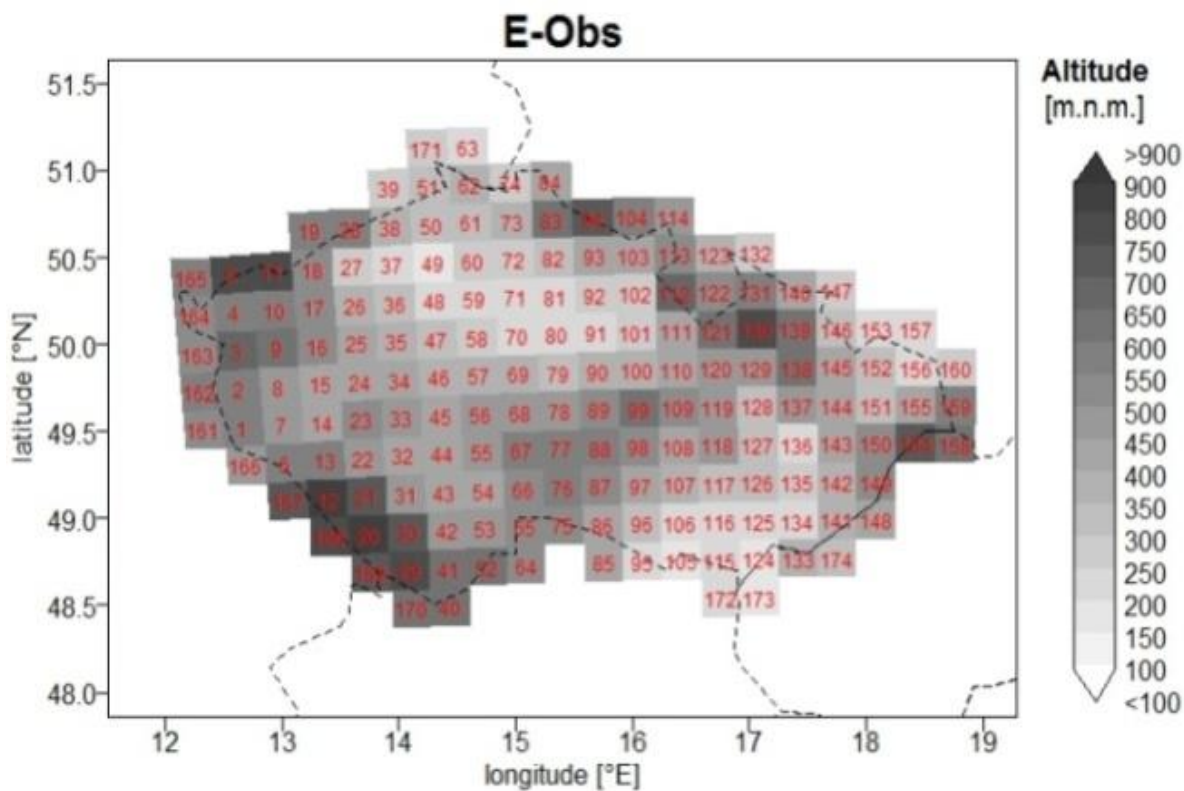
Pro sledování změn v delším časovém období byla data standardizována a pro každý den byly stanoveny *nadměrné hospitalizace (nadměrná úmrtnost) na CVD*, jako rozdíl mezi očekávanou a skutečnou hodnotou počtu přijatých pacientů do nemocnice (počtu úmrtí). Očekávaný počet hospitalizací (úmrtí)  $M_o(y,d)$  pro každý den  $d$  ( $d = 1, \dots, 365$ ) v roce  $y$  ( $y = 1994, \dots, 2009$ ) byl stanoven podle vztahu

$$M_o(y,d) = M_o(d) \cdot W(y,d) \cdot Y(y),$$

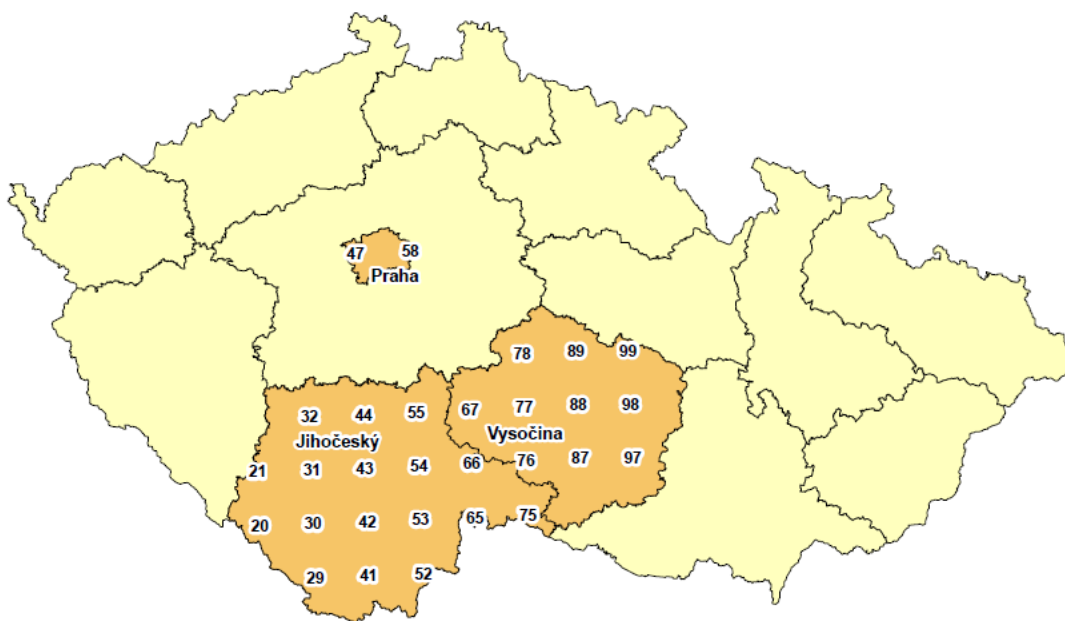
kde  $M_o(d)$  vyjadřuje průměrný roční chod (průměr za 1994–2009) denních počtů hospitalizací (úmrtí) ve dni  $d$ . Před výpočtem denních průměrů byla vyňata období chřipkových epidemií (s uvažováním zjištěného 7denního zpoždění; Kyselý et al., 2009). V případě úmrtnosti byl roční cyklus  $M_o(d)$  shlazen 15denním klouzavým průměrem.  $W(y,d)$  je opravný faktor pro pozorovaný týdenní cyklus hospitalizací (úmrtnosti; nejvíce v pondělí, nejméně o víkendu; např. Lee et al., 2010) počítaný jednotlivě pro každý den v týdnu a definovaný jako podíl průměrného počtu hospitalizací (úmrtí) v den  $d$  a průměrného počtu hospitalizací (úmrtí) celkově.  $Y(y)$  je opravný faktor meziročních změn definovaný jako poměr počtu hospitalizací (úmrtí) v roce  $y$  k průměrnému ročnímu počtu hospitalizací (úmrtí) v průběhu sledovaného období. Opravné faktory  $W(y,d)$  a  $Y(y)$  byly vypočteny za období duben–listopad, kdy jsou vlivy chřipkových epidemií zanedbatelné. U hospitalizací byly hodnoty  $W(y,d)$  všech pevných státních svátků (kromě 28. 9. a 17. 11.; svátky v platnosti od r. 2000), kdy je obecně počet hospitalizací nižší, nahrazeny hodnotou 1 (nižší hodnoty jsou zaznamenány již v ročním chodu); pro 28. 9. a 17. 11. od r. 2000 byly hodnoty  $W(y,d)$  pro daný den změněny na hodnotu pro neděli, stejně jako u Velikonočních pondělí; a obdobně hodnoty pro úterý po Velikonočním pondělí byly změněny na pondělí. Velmi odlehlé hodnoty (tzv. *outliery*) způsobené chybami v databázi (ve všech případech šlo o krajní dny čtvrtletí; podle konzultací se zástupci zdravotních pojišťoven tyto chyby souvisí se změnami způsobu vykazování pacientů nebo způsobu úhrad ze zdravotních pojišťoven) byly před standardizací z databáze odstraněny. V Praze (vybrané regiony viz část 7.4) se jednalo o dny 1. 1. 1994, 1. 10. 1995, 1. 7. 1997 a 1. 4. 1998. U JČ bylo odstraněno datum 1. 7. 2001. Tyto dny, stejně jako dny ovlivněné chřipkovou epidemií, byly vyňaty z analýz. Hodnoty z 29. února přestupných roků byly počítány jako pro další 1. březen téhož roku. Popsaná standardizace byla provedena zvlášť pro data pro obě věkové skupiny a obě pohlaví. Podobný postup byl použit např. v práci Kyselý et al. (2009).

### 7.3 Meteorologická data

Tato práce (tak jako většina dalších citovaných prací) používá pro studování meteorologických vlivů na lidské zdraví teplotu vzduchu jako nejjednodušší a nejsnáze interpretovatelnou proměnnou reprezentující vliv okolního prostředí na populaci z hlediska tepelného stresu. Průměrné denní teploty vzduchu byly získány od Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) ze sítě uzlových bodů (obr. 8), do které byly interpolovány hodnoty z husté staniční sítě (pomocí metody popsané v Kyselý a Plavcová, 2010). Z těchto uzlových bodů byly pomocí metody Thiessenových polygonů v programu ArcGIS vybrány gridové body (obr. 9), které zasahují alespoň 45 % své plochy do studovaných regionů (viz část 7.4). Kritérium 45 % bylo zvoleno s ohledem na to, že z pražských bodů žádný nezasahoval větší než poloviční plochou na území Prahy. Následně byla z uzlových bodů pro každý region spočítána denní průměrná teplota. Z řady denních teplot byly následně odstraněny, stejně jako z dat pro hospitalizace, hodnoty dnů s epidemií chřipky a dny odpovídající outlierům v datech o hospitalizacích. Vzhledem k použité definici pro výběr teplotních extrémů založené na kvantilech rozdělení (viz část 7.5) nejsou výsledky zahrnutím nebo nezahrnutím některých z uzlových bodů na kraji oblasti výrazně ovlivněny.



Obr. 8: Síť uzlových bodů s dostupnými gridovanými teplotními daty (ČHMÚ).



Obr. 9: Vybrané regiony (tmavě) a uzlové body na území ČR.

## 7.4 Regiony a jejich vymezení

Cílem práce je srovnání výsledků pro Prahu, jako silně urbanizovanou oblast, a populačně srovnatelnou oblast venkovského charakteru, kterou bylo třeba zvolit. Pro vymezení hranice mezi městem a venkovem je mnoho způsobů a definicí. Vymezení venkovských oblastí v ČR na základě mnoha z nich provedla ve své

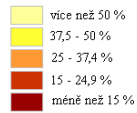
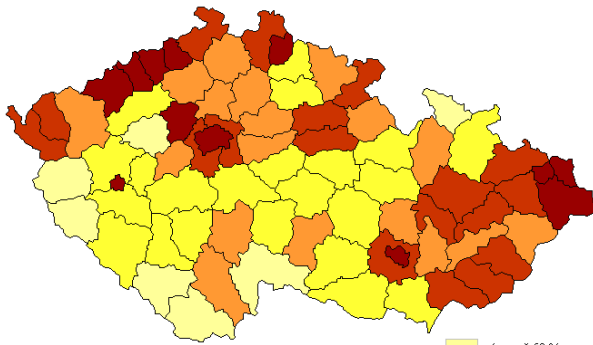
diplomové práci Blatecká (2006). Pro naše účely by bylo patrně nepřínosnější vymezit města a venkov na základě socioekonomických charakteristik, z nichž hlavně ty sociologické jsou velmi těžko měřitelné a neexistují pro ně relevantní data. Pro mezinárodní srovnání je proto podle autorky nejlepší definice používaná Organizací pro ekonomický rozvoj a spolupráci (OECD, resp. Eurostatem) na základě hustoty zalidnění a podílu populace ve venkovských obcích. Podle hranice používané OECD definující jako *venkovské* ty regiony, v nichž žije více než 37,5 % obyvatel v obcích s hustotou zalidnění pod 150 obyvatel (100 obyvatel v případě Eurostatu) na 1 km<sup>2</sup>, patří mezi *venkovské* kraje Jihočeský kraj a kraj Vysočina (obrázek 10). I na základě dalších charakteristik zkoumaných autorkou (podíl obcí s počtem obyvatel nad 10 000 – nejmenší, podíl obcí s počtem obyvatel pod 500 obyvatel – největší, zastoupení venkovských okresů v kraji – nadprůměrné) lze tyto dva kraje definovat jako *venkovské*. Stejně tak další studie (Vobecká, 2009) hodnotící zastoupení venkova v krajích na základě *dojížděkové klasifikace obcí* (viz obrázek 11) podporuje rozhodnutí zvolit jako druhý zkoumaný region dva sousední kraje – Jihočeský a Vysočinu, ve kterých dohromady žije srovnatelný počet obyvatel jako v Praze (tabulka 6), ale pouze 36 % jich žije ve městech nad 10 000 obyvatel (ČSÚ, 2012b). Na druhou stranu, i přes rozdíly v míře urbanizace se věková struktura obou regionů výrazně neliší (tabulka 6). Pro lepší přehlednost textu je region Jihočeského kraje s Vysočinou v textu dále označován jako jižní Čechy (JČ).

Tabulka 6: Základní údaje o struktuře obyvatelstva.

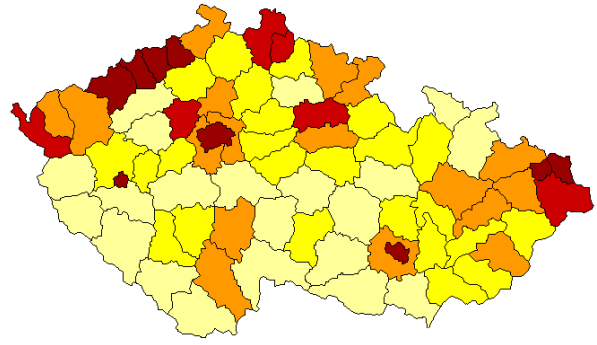
Skupina	Hlavní město Praha	Jihočeský kraj	Vysočina	Jihočeský kraj a Vysočina
<b>Stav k 31. 12. 2009</b>				
<b>Celkem</b>	<b>1 249 026</b>	<b>637 643</b>	<b>514 992</b>	<b>1 152 635</b>
muži	608 316	314 543	255 492	570 035
ženy	640 710	323 100	259 500	582 600
0–14 let	155 238	91 668	74 566	166 234
15–64 let	892 744	449 281	360 299	809 580
65 a více let	201 044	96 694	80 127	176 821
Průměrný věk	41,6	40,7	40,5	40,6

Data: ČSÚ (2012b)

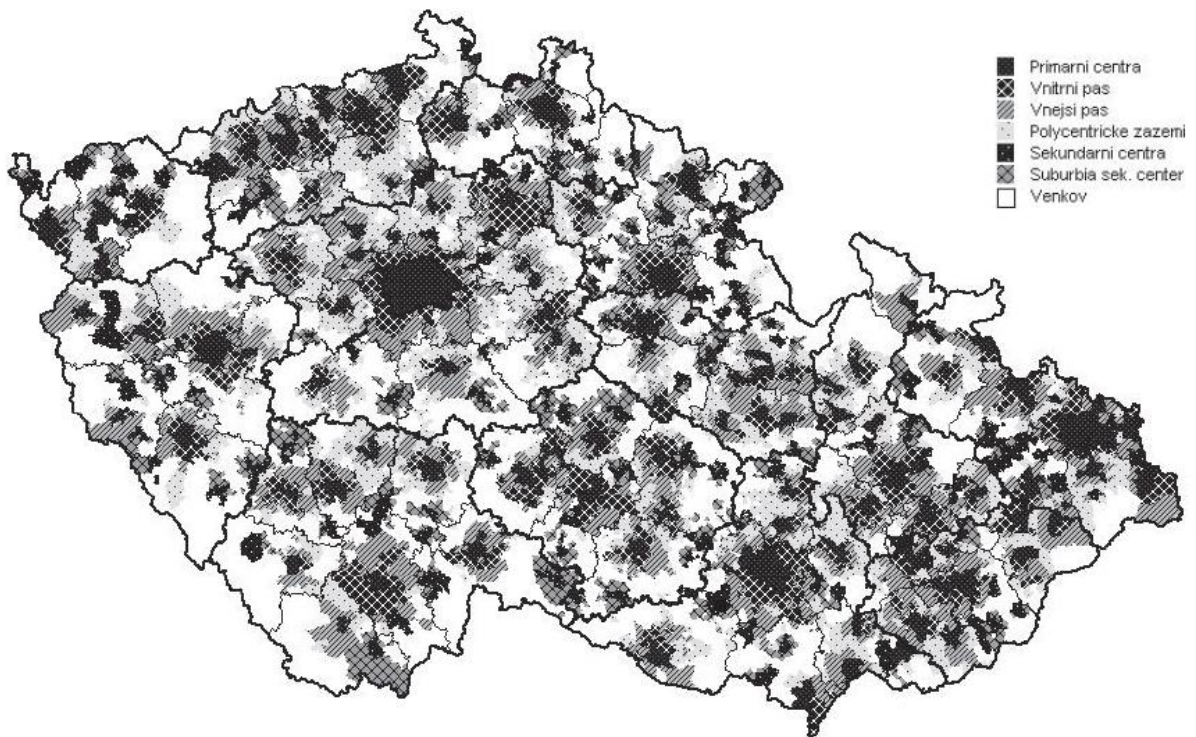
Podíl obyvatel žijících v obcích s hustotou do 100 obyvatel na 1 km<sup>2</sup>



Podíl obyvatel žijících v obcích s hustotou do 150 obyvatel na 1 km<sup>2</sup>



**Obr. 10:** Vymezení venkovských regionů (okresů) podle metodiky Eurostatu (vlevo) resp. OECD (převzato z: Blatecká 2006).



**Obr. 11:** Vizualizace dojižd'kové klasifikace obcí (převzato z: Vobecká, 2009).

## 7.5 Postup práce

Po odstranění dnů s epidemiemi chřipky a outlierů (viz výše) byla data roztržena na zimní (prosinec–únor) a letní (červen–srpen) období. Následným vypočtením 90% kvantilu průměrné denní teploty v létě (pro vymezení nejteplejších letních dnů) a 10% kvantilu v zimě (pro vymezení nejchladnějších zimních dnů) byly vymezeny *teplé* resp. *chladné dny* pro každý region zvlášť (tzn. 148 resp. 127 hodnot pro každý region zvlášť, viz tabulka 7), pro které byly provedeny následné analýzy.

V dřívějších pracích byla prokázána mezi chladným počasím a jeho vlivem na úmrtnost na CVD obvykle delší (zejména u starších věkových skupin) a méně přímá spojitost s větší geografickou proměnlivostí oproti horkým vlnám, u kterých dochází k náhlému nárůstu úmrtnosti a v dalších dnech k jejímu poklesu pod očekávané hodnoty (Cheng a Su, 2010; Kyselý et al., 2009; Braga et al., 2002; Huynen et al., 2001). Jelikož u hospitalizací na CVD by ale bylo velmi obtížné a nejednoznačné tyto zpožděné vazby interpretovat, v této práci se vícedenním zpožděním nezabýváme a testování významnosti nadměrných hospitalizací na CVD bylo provedeno pouze pro den výskytu nízké či vysoké teploty vzduchu a den následující ( $D_0$  a  $D_{+1}$ ). Testování bylo provedeno pomocí analytického odhadu 90% a 95% intervalu spolehlivosti pro proměnnou s Poissonovým rozdělením (Kyselý et al. 2009). Významnost nadměrných hodnot hospitalizací na CVD byla testována pro absolutní hodnoty očekávané míry hospitalizací a jejich absolutních odchylek v den působení dané vysoké či nízké teploty vzduchu ( $D_0$ ) a pro sumu hodnot daného dne a hodnot s jednodenním zpožděním ( $D_0 + D_{+1}$ ). Vzhledem k větší velikosti výběru a tedy lepší průkaznosti pro ( $D_0 + D_{+1}$ ) jsou ve výsledcích uváděna pouze tato data. Proto je ve výsledcích a diskuzi označení *teplé* resp. *chladné dny* používáno i pro analýzu s jednodenním zpožděním úmrtnosti/nemocnosti za teplotou. Pro přímé porovnání výsledků pro hospitalizace a úmrtnost bylo stejné testování provedeno i pro úmrtnost na vybrané diagnózy (I21–22, I25, I60–64, I70 a pro CVD jako celek; viz část 7.1).

**Tabulka 7:** Základní charakteristiky použitých dat pro průměrnou teplotu vzduchu za období 1994–2009 v Praze a JČ po odstranění outlierů a období chřipkových epidemií.

<b>Praha (270 m n. m.)*</b>					
rok	[°C]	zima	[°C]	léto	[°C]
Průměr	10,0	Průměr	0,6	Průměr	18,8
Minimum	-17,3	Minimum	-17,3	Minimum	8,6
Maximum	29,2	Maximum	13,5	Maximum	29,2
Počet hodnot	5627	Počet hodnot	1270	Počet hodnot	1471
		10% kvantil	-5,7	90% kvantil	23,4
<b>JČ (580 m n. m.)*</b>					
rok	[°C]	zima	[°C]	léto	[°C]
Průměr	8,1	Průměr	-1,3	Průměr	16,8
Minimum	-18,7	Minimum	-18,7	Minimum	6,1
Maximum	26,2	Maximum	10,7	Maximum	26,2
Počet hodnot	5630	Počet hodnot	1271	Počet hodnot	1471
		10% kvantil	-7,6	90% kvantil	21,2

Data: ČHMÚ + vlastní výpočty;

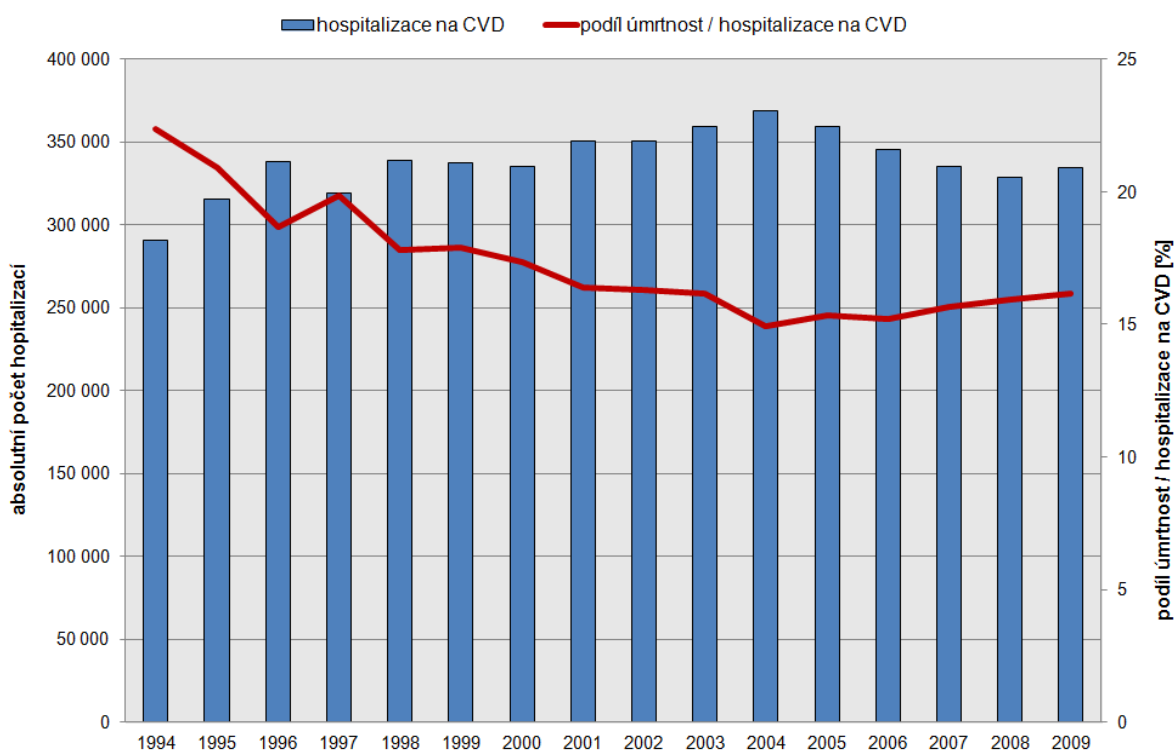
\*průměrná nadm. výška regionu zjištěná z údajů vrstvy vrstevnice.shp z databáze ArcČR 500 (Digitální geografická databáze, 1 : 500 000; ARCDATA PRAHA, s.r.o., 2009)

## 8 Výsledky

### 8.1 Absolutní hodnoty hospitalizací/úmrtnosti na CVD

Tabulka 8 a obrázek 12 znázorňují porovnání vývoje hospitalizací a úmrtnosti na CVD ve sledovaném období (1994–2009) v celé populaci ČR. Podíl zemřelých ku hospitalizovaným na CVD od roku 1994 klesal až na nejnižší hodnotu v roce 2004 (14,9 %), kdy opět začal pomalu narůstat až na hodnotu 16,2 % v roce 2009. Průměrný podíl za celé sledované období činí 17,2 %. V roce 2009 zemřelo v ČR na CVD celkem přes 54 100 pacientů, což je více než 50 % *všech* úmrtí v témže roce (ČSÚ, 2012b).

Příčinou největšího počtu hospitalizací na CVD ve sledovaném období byly ischemické nemoci srdeční (I20 – angina pectoris, I21–22 – infarkt myokardu a I25 – chronická ischemická choroba srdeční) a cévní mozková příhoda (I60–64). Nejvyšší nárůst za sledované období vykazoval počet hospitalizací na I50 (selhání srdce; koeficient lineární regrese +1 570 hosp./rok; obrázek 13). Naopak největší pokles hospitalizací vykazuje diagnóza I25 (–1 810 hosp./rok), která je ale stále nejčastější příčinou hospitalizace pacientů na CVD (obr. 13 a 14).



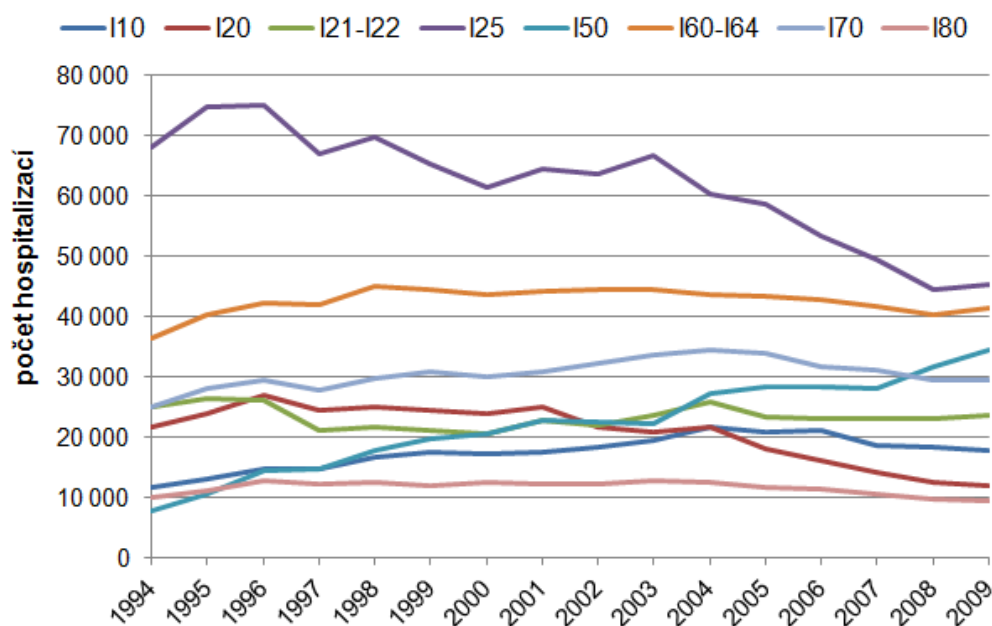
**Obr. 12:** Grafické znázornění počtu hospitalizací na CVD a z toho zemřelých (podíl) v ČR v letech 1994–2009 (data: ÚZIS).

**Tabulka 8:** Celkový počet hospitalizací (celková nemocnost) na vybrané CVD v ČR za období 1994–2009 a podíl zemřelých ku hospitalizovaným na CVD.

Základní diagnóza *	I10	I20	I21-I22	I25	I50	I60-I64	I70	I80	Celková nemocnost (100-199)	Z toho zemřelých [%]
Rok										
1994	11 739	21 628	25 156	68 216	7 885	36 449	25 125	9 876	290 993	22,4
1995	13 159	23 862	26 492	74 927	10 472	40 433	28 035	11 010	315 797	20,9
1996	14 783	26 943	26 040	74 961	14 320	42 395	29 514	12 685	338 365	18,7
1997	14 766	24 530	21 230	67 087	14 844	41 867	27 886	12 122	318 812	19,9
1998	16 548	24 989	21 771	69 729	17 704	45 105	29 686	12 406	339 227	17,8
1999	17 467	24 451	21 228	65 335	19 847	44 359	30 933	12 039	337 264	17,9
2000	17 279	23 964	20 474	61 564	20 628	43 611	29 930	12 556	335 550	17,3
2001	17 460	24 958	22 660	64 618	22 910	44 257	30 758	12 363	350 746	16,4
2002	18 476	21 677	22 004	63 584	22 558	44 485	32 269	12 308	350 451	16,3
2003	19 429	20 823	23 592	66 804	22 355	44 602	33 708	12 903	359 517	16,2
2004	21 605	21 591	25 749	60 318	27 149	43 789	34 442	12 400	369 030	14,9
2005	20 868	17 932	23 480	58 576	28 445	43 372	33 790	11 715	359 331	15,3
2006	21 206	16 110	22 940	53 251	28 327	42 915	31 747	11 437	345 707	15,2
2007	18 596	14 215	23 150	49 560	28 163	41 570	31 082	10 646	335 519	15,6
2008	18 310	12 537	23 157	44 582	31 807	40 288	29 409	9 846	328 585	15,9
2009	17 927	11 837	23 700	45 261	34 559	41 406	29 536	9 386	334 513	16,2
Celkem	279 618	332 047	372 823	988 373	351 973	680 903	487 850	185 698	5 409 407	17,2

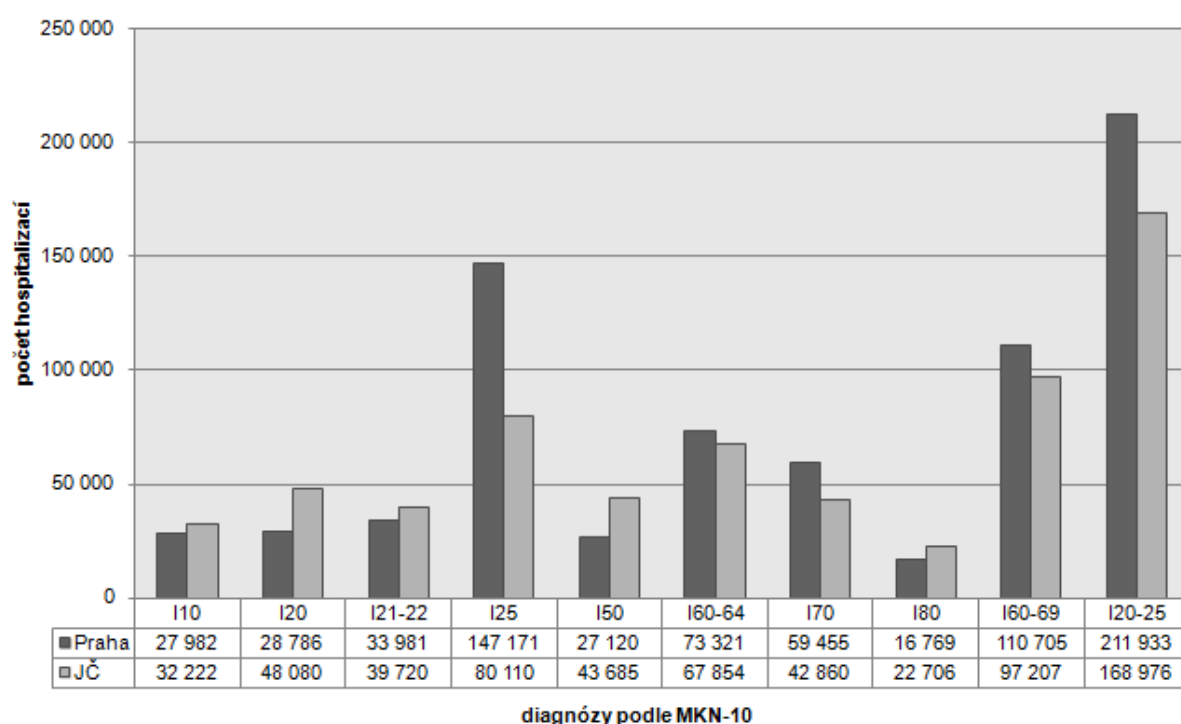
\* Podle Mezinárodní statistické klasifikace nemocí (MKN-10)

Data: ÚZIS



**Obr. 13:** Vývoj počtu hospitalizací na CVD podle jednotlivých diagnóz v období 1994–2009 v ČR (data: ÚZIS).

Při srovnání počtu hospitalizací na jednotlivé zkoumané diagnózy podle regionů (obr. 14) je patrné, že u pražské populace je obecně vyšší četnost hospitalizací na CVD než v JČ. Největší rozdíl je patrný u diagnózy I25 (chronická ischemická choroba srdeční) s téměř dvojnásobným počtem hospitalizací v Praze. Naopak u akutnějších ischemických nemocí srdečních, jako jsou angina pectoris (I20) nebo infarkt myokardu (I21–22), je počet hospitalizací o něco vyšší v JČ. Více pacientů bylo v jižních Čechách hospitalizováno také na hypertenzi (I10), srdeční selhání (I50) a zánět žil (I80). Nicméně tyto rozdíly nejsou zdaleka tak velké jako v případě I25. Celkově bylo v Praze hospitalizováno více pacientů na ischemické nemoci srdeční (I20–25) i na *všechny* cévní nemoci mozku (I60–69). Obdobně vyšly rozdíly mezi hospitalizacemi pro všechny dny v letním a zimním období a stejně tak pouze pro vybrané chladné a teplé dny (není graficky znázorněno). V podstatě u všech diagnóz byl v těchto případech nepatrně vyšší počet hospitalizací zjištěn v teplejších než v chladných dnech. V JČ byl rozdíl mezi teplejšími a chladnějšími dny o něco větší než v Praze.



**Obr. 14:** Absolutní počet hospitalizací na sledované CVD v Praze a JČ za období 1994–2009 (po odstranění dnů s chřipkovými epidemiemi a s outliery; vypočteno z dat od ÚZIS).

## 8.2 Nadměrné hospitalizace/úmrtnost na CVD

### 8.2.1 Nadměrné hospitalizace na CVD

Statisticky významné ( $p = 0,05$ ) nadměrné hospitalizace při teplých/chladných dnech byly zjištěny převážně u chronických CVD. Více významných odchylek bylo zjištěno v Praze. V chladných dnech se zde zvýšené riziko hospitalizací týká především zánětu žil (I80; tabulka 9). Nejvyšší odchylky dosahují muži  $\geq 65$  let (16,5%;  $p = 0,05$ ). Nadměrné hospitalizace na tuto diagnózu byly zjištěny také u žen, ale statisticky nevýznamné. Naopak na vysokou teplotu vzduchu se v Praze jeví náchylnější ženy s aterosklerózou (I70; 8,6 % u žen  $\geq 65$  let). Slabé statistické významnosti ( $p = 0,1$ ) dosahují také nadměrné hospitalizace na I70 v teplých dnech u mužů v JČ (tabulka 10).

Kromě toho byly zjištěny statisticky významné nadměrné hospitalizace žen na cévní příhodu mozkovou (I60–64; všechny ženy, 4,9 %) v chladných dnech v Praze. V JČ (tabulka 10) vyšly při chladných dnech naopak nadměrné hospitalizace mužů na ischemické nemoci srdeční (I20–25; muži  $< 65$  let, 4,8 %), zejména na chronickou ischemickou chorobu srdeční (I25; všichni muži, 5,7 %).

Jednoznačný vzor rozdílů mezi Prahou a JČ (tabulky 9 a 10) není u hospitalizací patrný. Až na zmíněné případy vykazují odchylky hospitalizací na CVD v prvních dvou dnech ( $D_0 + D_{+1}$ ) po výskytu nízké/vysoké teploty vzduchu spíše negativní hodnoty, v mnoha případech i statisticky významné. To může být způsobeno zpožděním efektu nízké teploty vzduchu na CVD, jak tomu je v případě úmrtnosti, nebo vyšším počtem úmrtí mimo nemocnici bez záznamu hospitalizace. Nicméně toto vysvětlení je pouze jedním z mnoha, proč hospitalizace na CVD při teplých/chladných dnech vykazují značně rozdílné charakteristiky oproti úmrtnosti (viz části 8.2.2, 9.1 a 9.2.9).

**Tabulka 9:** Nadměrné hospitalizace [%] na vybrané CVD u zkoumaných populačních skupin v Praze v období 1994–2009 pro sumu hodnot ( $D_0 + D_{+1}$ ) při chladných resp. teplých dnech. Žlutě jsou zvýrazněny kladné hodnoty statisticky významné na  $p = 0,05$ . Zeleně kladné hodnoty významné na  $p = 0,1$ .

Praha									
chladné dny									
pohlaví	muži			ženy			muži a ženy celkem		
věk	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT
diagnóza									
I10	6,5	-9,3	2,0	-15,3	-14,7	-13,4	-4,3	-13,2	-7,8
I20	-8,9	-15,6	-11,7	-4,5	-0,3	0,1	-7,6	-7,7	-6,7
I21–22	-0,9	-10,6	-5,1	-11,0	-10,8	-10,7	-3,2	-10,7	-7,4
I25	-1,0	-3,9	-3,0	-2,3	-1,3	-1,0	-1,4	-2,5	-2,1
I20–25	-2,5	-5,4	-4,2	0,6	-2,2	-1,9	-1,7	-3,8	-3,2
I50	-14,7	-4,3	-3,9	-10,3	-5,6	-5,5	-13,5	-5,0	-4,7
I60–64	5,5	-4,9	-0,4	2,3	3,4	4,9	4,2	0,0	2,5
I60–69	4,7	-3,7	-0,2	6,0	-1,0	0,7	5,2	-2,0	0,3
I70	-2,7	-0,6	-0,1	-19,8	-1,7	-2,6	-7,1	-1,3	-1,4
I80	3,4	16,5	12,6	2,4	3,6	7,2	3,0	8,8	9,7
CVD celkem	1,1	-3,8	-1,7	1,9	-2,4	-1,3	1,4	-3,0	-1,5
teplé dny									
pohlaví	muži			ženy			muži a ženy celkem		
věk	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT
diagnóza									
I10	-9,1	-12,3	-7,6	-10,5	-15,0	-12,3	-9,8	-14,3	-10,6
I20	-14,4	-13,0	-11,6	-20,6	-6,4	-9,0	-16,2	-9,7	-10,5
I21–22	-1,5	-9,5	-5,0	0,1	-13,7	-11,1	-1,1	-11,6	-7,5
I25	1,9	-3,4	-2,3	-11,6	-1,8	-2,8	-1,8	-2,5	-2,5
I20–25	-2,8	-5,0	-4,1	-6,4	-3,9	-4,6	-3,7	-4,4	-4,3
I50	-29,0	-11,6	-12,2	-20,4	-13,6	-13,7	-26,8	-12,8	-13,0
I60–64	-11,3	-1,9	-3,4	-9,4	-4,6	-4,3	-10,5	-3,5	-3,9
I60–69	-7,6	-1,5	-2,3	-1,2	-1,9	-1,2	-5,1	-1,7	-1,7
I70	-10,7	-3,1	-5,0	-2,0	8,6	7,8	-8,7	3,8	1,6
I80	-10,1	-3,4	-3,6	-18,7	-14,8	-12,7	-14,0	-10,5	-8,5
CVD celkem	-4,0	-3,4	-3,6	-6,0	-3,2	-3,9	-4,7	-3,3	-3,7

Data: ÚZIS

**Tabulka 10:** Nadměrné hospitalizace [%] na vybrané CVD u zkoumaných populačních skupin v JČ v období 1994–2009 pro sumu hodnot ( $D_0 + D_{+1}$ ) při chladných resp. teplých dnech. Žlutě jsou zvýrazněny kladné hodnoty statisticky významné na  $p = 0,05$ . Zeleně kladné hodnoty významné na  $p = 0,1$ .

Jižní Čechy (JČ)									
chladné dny									
pohlaví	muži			ženy			muži a ženy celkem		
věk	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT
diagnóza									
I10	-2,8	-3,9	-1,7	-14,4	-10,2	-8,7	-8,6	-8,4	-6,0
I20	6,6	-9,7	-0,4	-5,4	-0,8	-0,1	2,4	-5,3	-0,3
I21–22	-3,7	-3,7	-2,8	-5,4	-3,5	-2,0	-4,1	-3,6	-2,5
I25	5,9	5,3	5,7	-11,3	-9,4	-9,9	1,8	-2,5	-1,1
I20–25	4,8	-1,5	1,4	-1,2	-4,8	-4,0	3,3	-3,1	-0,8
I50	-17,8	-18,4	-16,2	-26,5	-7,8	-8,0	-20,7	-12,7	-12,1
I60–64	-8,8	0,1	-1,2	-2,8	-1,5	-0,9	-6,8	-0,8	-1,1
I60–69	-0,4	-0,9	-0,9	-3,9	-1,4	-0,9	-1,6	-1,2	-0,9
I70	-3,4	2,1	-1,7	-9,6	-6,6	-5,3	-4,4	-1,8	-2,9
I80	-1,3	-12,3	-0,2	-5,0	-21,6	-8,4	-3,1	-17,7	-4,5
CVD celkem	1,4	-2,3	-0,6	-1,9	-4,5	-3,7	0,1	-3,5	-2,1
teplé dny									
pohlaví	muži			ženy			muži a ženy celkem		
věk	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT
diagnóza									
I10	-5,7	-18,0	-10,1	-19,2	-14,3	-13,5	-12,8	-15,2	-12,3
I20	4,0	-5,9	0,3	-9,6	-2,5	-2,1	-0,8	-4,2	-0,8
I21–22	4,2	-8,9	-1,5	6,5	-3,3	0,1	4,8	-6,1	-0,8
I25	-0,1	-1,1	-0,5	-5,2	3,2	1,3	-1,4	1,1	0,3
I20–25	3,4	-3,7	-0,5	1,8	2,0	2,2	3,0	-0,8	0,6
I50	-8,5	-8,7	-6,6	3,5	-12,4	-9,2	-4,9	-10,7	-7,9
I60–64	-1,1	-9,2	-4,5	-1,3	-0,4	0,9	-1,2	-4,3	-1,8
I60–69	5,0	-4,9	-1,9	2,7	1,0	2,6	4,2	-1,6	0,4
I70	6,2	6,1	4,6	-8,4	-4,4	-1,3	3,5	1,2	2,4
I80	-9,6	-14,1	-7,3	5,3	-10,4	4,6	-2,0	-11,9	-0,8
CVD celkem	2,0	-3,9	-1,3	-2,4	-3,1	-2,7	0,4	-3,5	-2,0

Data: ÚZIS

### 8.2.2 Nadměrná úmrtnost na CVD

Nadměrná úmrtnost na CVD dosahuje statisticky významných hodnot u mnohem většího počtu diagnóz i populačních výběrů než v případě hospitalizací. Výrazněji se projevuje po výskytu vysoké než nízké teploty vzduchu. To odpovídá sledovanému přímému efektu nadměrné úmrtnosti ve dnech horké vlny a naopak mnohem většímu zpoždění nárůstu nadměrné úmrtnosti po studených vlnách (kapitola 3). V Praze (tabulka 11) byly zjištěny významné kladné odchylky úmrtnosti na celkovou skupinu CVD při teplých dnech u všech věkových kategorií, zatímco v JČ (tabulka 12) se statistická významnost netýkala mladších věkových skupin (< 65 let). Více skupin se statisticky významnou nadměrnou úmrtností (zejména na diagnózy I70, I60–64 a I25) bylo zjištěno v Praze než v JČ. Nejvyšší relativní nadměrná úmrtnost při teplých dnech byla zjištěna u mužů na I70 (ateroskleróza; 40,0 %) a žen na I25 (chronická ischemická choroba srdeční; 58,0 %), v obou případech pro skupinu < 65 let v Praze. V JČ se nadměrná úmrtnost na I25 v mladší věkové kategorii týkala naopak mužů (21,6 %).

V případě chladných dnů byla v obou regionech zjištěna statisticky významná ( $p = 0,05$ ) nadměrná úmrtnost na celkovou skupinu CVD u mužů  $\geq 65$  let (resp. také u souhrnných kategorií *muži celkem* a *muži a ženy celkem*). Diagnózami, které vykazovaly významnou nadměrnou úmrtnost, byly infarkt myokardu (I21–22) a cévní příhoda mozková (I60–64), přičemž více populačních skupin se statisticky významnými hodnotami bylo zjištěno v JČ než v Praze (tabulky 11 a 12). Nejvyšší relativní nadměrné úmrtnosti při chladných dnech bylo dosaženo u mužů < 65 let na I60–64 (46,5 %) resp. žen < 65 let I21–22 (51,6 %) v JČ. V předchozích pracích (Kyselý et al., 2009 a 2011) zjištěná nadměrná úmrtnost u mužů středního věku při studených vlnách se v našem případě týkala pouze úmrtnosti na cévní příhodu mozkovou (I60–64) v JČ. V Praze byla při chladných dnech zjištěna statisticky významná nadměrná úmrtnost převážně u starší populace, nicméně v případě *všech* cévních nemocí mozku (I60–69, kam jsou zahrnuta i chronická onemocnění) vyšla nadměrná úmrtnost i u žen < 65 let.

**Tabulka 11:** Nadměrná úmrtnost [%] na vybrané CVD u zkoumaných populačních skupin v Praze v období 1994–2009 pro sumu hodnot ( $D_0 + D_{+1}$ ) při chladných resp. teplých dnech. Žlutě jsou zvýrazněny kladné hodnoty statisticky významné na  $p = 0,05$ . Zeleně kladné hodnoty významné na  $p = 0,1$ .

Praha									
chladné dny									
pohlaví	muži			ženy			muži a ženy celkem		
věk	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT
diagnóza									
I21–22	-4,8	14,7	9,7	-40,4	7,3	3,5	-12,0	10,9	6,8
I25	-5,8	8,7	5,7	-12,0	-5,0	-4,8	-7,0	0,4	-0,2
I20–25	-4,5	10,5	6,9	-20,0	-0,8	-1,8	-7,6	4,0	2,4
I60–64	-45,2	3,0	-4,3	33,8	8,0	9,7	-13,9	6,1	4,2
I60–69	-43,9	4,6	-1,4	34,2	7,8	9,1	-12,0	6,7	5,2
I70	12,5	1,6	2,8	-19,0	1,9	1,5	5,9	1,8	2,0
CVD celkem	-7,6	6,8	4,0	-4,7	1,8	1,6	-6,8	3,7	2,6
teplé dny									
pohlaví	muži			ženy			muži a ženy celkem		
věk	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT
diagnóza									
I21–22	2,3	-4,2	-2,2	17,1	2,3	3,7	5,6	-0,9	0,5
I25	3,0	12,4	10,4	58,0	13,7	15,4	13,1	13,1	13,1
I20–25	4,3	6,1	5,7	34,8	11,3	12,7	10,5	9,0	9,2
I60–64	10,1	10,0	9,9	10,9	7,4	7,6	10,4	8,3	8,5
I60–69	13,0	9,2	9,7	1,7	15,2	14,5	9,0	13,1	12,8
I70	40,0	23,8	25,7	-32,2	23,0	21,6	21,0	23,3	23,2
CVD celkem	14,4	11,1	11,8	16,1	14,4	14,4	14,9	13,1	13,3

Data: ÚZIS

**Tabulka 12:** Odchylky úmrtnosti na vybrané CVD u zkoumaných populačních skupin v JČ v období 1994–2009 pro sumu hodnot ( $D_0 + D_{+1}$ ) při chladných resp. teplých dnech. Žlutě jsou zvýrazněny kladné hodnoty statisticky významné na  $p = 0,05$ . Zeleně kladné hodnoty významné na  $p = 0,1$ .

Jižní Čechy (JČ)									
chladné dny									
pohlaví	muži			ženy			muži a ženy celkem		
věk	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT
diagnóza									
I21–22	-3,8	20,9	13,2	51,6	7,2	11,6	6,1	14,7	12,6
I25	-2,6	-13,0	-11,2	0,3	1,2	1,1	-1,9	-4,3	-4,1
I20–25	-3,0	1,7	0,4	30,1	4,0	5,5	3,7	2,9	3,0
I60–64	46,5	6,2	13,2	-44,6	6,2	3,1	15,9	6,2	7,3
I60–69	35,6	7,1	11,0	-31,6	5,3	3,7	13,2	6,0	6,6
I70	-14,4	13,3	10,3	-43,3	-3,0	-3,9	-21,5	3,0	1,6
CVD celkem	5,0	4,9	4,9	-7,8	2,5	2,0	1,8	3,5	3,3
teplé dny									
pohlaví	muži			ženy			muži a ženy celkem		
věk	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT	<65	65+	TOT
diagnóza									
I21–22	1,7	3,3	2,7	12,9	7,0	7,6	3,6	5,0	4,7
I25	21,6	0,0	3,7	-1,6	17,5	16,7	16,0	10,3	10,9
I20–25	7,9	2,1	3,5	5,7	13,9	13,3	7,5	8,5	8,3
I60–64	-2,1	7,5	5,7	-4,4	8,6	7,7	-2,9	8,2	6,9
I60–69	-10,2	7,6	5,0	7,4	12,5	12,2	-3,8	10,7	9,4
I70	0,2	16,5	14,6	-38,4	14,7	13,3	-8,9	15,4	13,8
CVD celkem	3,6	5,9	5,4	3,5	13,0	12,4	3,6	10,1	9,2

Data: ÚZIS

## 9 Diskuze

Tato práce by měla rozšířit poznatky týkající se vlivu teplotních extrémů na úmrtnost a především hospitalizace na CVD v populaci ČR. Zde doposud chyběla rozsáhlejší studie sledující rozdílné vztahy a zákonitosti pro jednotlivé CVD a zabývající se podrobněji vlivem vysokých/nízkých teplot vzduchu na hospitalizace na jednotlivé CVD. Předchozí práce se také ve většině případů zabývaly ukazateli úmrtnosti pro celé území ČR. Výsledky v této práci naznačují, že je třeba odlišovat jednotlivé regiony (populační skupiny) na základě socioekonomických a environmentálních faktorů a také že je třeba odlišovat jednotlivé diagnózy CVD na základě fyziologických procesů v kardiovaskulární soustavě lidského těla, které vyvolává tepelný/chladový stres.

### 9.1 Rozdíly mezi úmrtností a hospitalizacemi na CVD

V předchozích pracích, zabývajících se úmrtností na CVD v ČR (Kyselý et al., 2011; Kyselý et al., 2009), vyšla v případě studených vln jako nejnáchylnější skupina obyvatel (zejména mužů) středního věku (25–59 let). Autoři výše uvedených prací přisuzují zvýšené riziko úmrtí u střední věkové kategorie mužů mj. většímu vystavení této věkové skupiny chladu kvůli častějšímu zaměstnání v exteriéru. Vyšší fyzická aktivita u takovýchto zaměstnání může při silných mrazech, díky vysoké spotřebě kyslíku tkání, přispět ke vzniku srdečních potíží (Schwartz, 2004). Maximální hodnoty nadměrné úmrtnosti při chladných dnech nastávají u mladší populace pouze s minimálním zpožděním (0–1 den po začátku chladného období, Kyselý et al., 2011) a je proto pravděpodobné, že u některých případů nastane smrt ještě před převozem do nemocnice. Nadměrná úmrtnost mužů středního věku (resp. mužů < 65 let) byla v našem případě zjištěna na *akutní* cévní mozkové příhody (I60–64) při chladných dnech v JČ, ale také u žen < 65 let na *všechny* cévní nemoci mozku (I60–69) při chladných dnech v Praze. U žen < 65 let byla v JČ oproti tomu při chladných dnech zjištěna vysoká nadměrná úmrtnost na infarkt myokardu (I21–22). Podle údajů ČSÚ (2012b) pracuje v Praze oproti JČ menší procento osob v oborech zahrnujících i častou práci v exteriéru (zejména zemědělství a stavebnictví, kde obecně pracuje více mužů) a naše výsledky v hlavním městě neprokázaly významné riziko úmrtí při chladných dnech u mužů < 65 let.

Ostatní významně nadměrné hodnoty úmrtnosti na jednotlivé CVD při chladných dnech se týkaly obyvatel  $\geq 65$  let (případně celkových věkových skupin). Starší obyvatelé při nepříznivých podmínkách sice nemusí vycházet tak často ze svých domovů, ale větší vliv

u nich může hrát pokojová teplota v jejich domácnostech (Aylin et al., 2001; Rudge a Gilchrist, 2005).

V našem případě obecně více populačních skupin vykazovalo statisticky významné odchylky úmrtnosti na většinu CVD při teplých dnech a vyšší odchylky vyšly u hodnot pro Prahu. Kyselý et al. (2011) zjistili nejvýznamnější nadměrnou úmrtnost na CVD při horkých vlnách u obyvatelstva (zejména žen) nad 70 let. To opět souhlasí více s výsledky pro JČ, zejména pro úmrtnost na diagnózy I60–64, I25 a CVD celkem (tabulka 12). Naproti tomu v Praze (tabulka 11) dosahovala nejvyšších odchylek úmrtnosti na CVD při teplých dnech mladší věková skupina (< 65 let; zejména I70 a I25).

Výsledky z práce Kyselý et al. (2011) a této práce si tedy navzájem neodporují, spíše se doplňují. Určité rozdíly ve výsledcích a jejich interpretaci mohou být způsobeny rozdílným sledovaným obdobím (1986–2006 v práci Kyselý et al. (2011) vs. 1994–2009 v této práci), odlišným vymezením věkových kategorií, rozdílnými metodami určení horkých a chladných období a podrobnějším sledováním efektu zpoždění (až  $D_{+15}$ ) na nadměrnou úmrtnost v práci Kyselý et al. (2011). Rozdíly mezi Prahou a JČ naznačují, že výsledky pro „venkovský“ region lépe odpovídají celorepublikovým výsledkům (Kyselý et al., 2011), zatímco výsledky pro Prahu se od nich celkem liší, což je pravděpodobně způsobeno rozdílnými podmínkami ve velkém městě a na „venkově“ (ve zbytku republiky). Navíc městský tepelný ostrov (Beranová a Huth, 2005) může oslabovat stres z chladu a naopak posilovat stres z horka na městské obyvatelstvo. Zároveň méně evidentní riziko nadměrné úmrtnosti v chladných dnech může být způsobeno zpožděním efektu nízké teploty vzduchu do dalších dnů, který nebyl v této práci analyzován (srov. Kyselý et al., 2011). Obecně nižší úmrtnost obyvatel Prahy při nízkých teplotách vzduchu oproti zbytku ČR byla ale zjištěna i v práci Plavcová a Kyselý (2009; kde bylo analyzováno i delší zpoždění), kteří tento jev připisují rozdílnému životnímu stylu (méně času tráveného v exteriéru) a rozdílným socioekonomickým faktorům (např. lépe rozvinuté veřejné dopravě v Praze; Plavcová a Kyselý, 2009).

Oproti nadměrné úmrtnosti na CVD jsou významné odchylky hospitalizací mnohem méně početné (viz kapitola Výsledky) a jednoznačný vliv teploty vzduchu na nadměrné hospitalizace na CVD je mnohem méně prokazatelný. Statisticky významné hodnoty se zúžily jen na několik vybraných diagnóz a populačních skupin; vzhledem ke zvolené hladině významnosti a problému s hodnotami významnosti při mnohonásobném testování je nutno je interpretovat opatrně.

Nízký a nevýznamný nárůst hospitalizací při extrémních teplotách ve srovnání s úmrtností potvrzuje například práce Kovats et al. (2004) z Londýna, kde během horké vlny 1995 činila

nadměrná celková úmrtnost 10,8 % ( $p = 0,05$ ) ve srovnání s nevýznamnými nadměrnými hospitalizacemi (2,6 %). Ani hospitalizace na CVD nedosahovaly statistické významnosti při horkých vlnách ve studii zahrnující 12 evropských měst (Michelozzi et al., 2009). Například v Římě byl během horkých vln pozorován nárůst úmrtnosti na CVD o 12,4 %, zatímco hospitalizace za stejné období vykazovaly pokles o 1,2 % (Michelozzi et al., 2009). Během horké vlny v roce 2006 v Kalifornii dosahovaly hospitalizace na CVD pouze nevýznamného 1% nárůstu oproti referenčnímu období (Knowlton et al., 2009). Stejně tak nebyl zaznamenán významný nárůst konzultací z důvodu kardiovaskulárních potíží u praktických lékařů v Londýně (Hajat a Haines, 2002) při poklesu teploty vzduchu, což podle autorů reflektuje spíše chronickou povahu CVD, u kterých v případě akutních potíží následuje přesun pacienta přímo do nemocnice, nebo úmrtí. Při horké vlně v Chicagu v roce 1995 byl zaznamenán nárůst celkové úmrtnosti o 147 % (Whitman et al., 1997), ale nadměrná nemocnost vykazovala nárůst „pouze“ 11 % (Semenza et al. 1999); z toho téměř polovina hospitalizací byla klasifikována jako dehydratace, úžeh nebo vyčerpání. Nicméně u přibližně stejného počtu nadměrně hospitalizovaných pacientů byla zjištěna CVD jako sekundární příčina hospitalizace. Nediagnostikování CVD jako primární příčiny ze strany ošetřujícího lékaře může být, kromě většího počtu úmrtí mimo nemocnici, dalším z důvodů nevýznamného nárůstu hospitalizací při extrémních teplotách vzduchu.

## **9.2 Hospitalizace na CVD**

### *9.2.1 Ateroskleróza (I70)*

Ateroskleróza je (zjednodušeně řečeno) proces, při kterém dochází ke snižování průtočnosti cév ukládáním tuku a cholesterolu na jejich vnitřních stěnách, čímž dochází k jejich zužování a snižování přísunu kyslíku do tkání (Riedl, 1971). Oproti ischemickým chorobám srdečním a cévním nemocím mozku, které vykazovaly nadměrnou míru hospitalizací při chladných dnech, byly u aterosklerózy zjištěny statisticky významné kladné odchylky při teplých dnech (tabulka 13). Statisticky významné nadměrné hospitalizace na aterosklerózu byly zjištěny jak v Praze ( $p = 0,05$ ; ženy  $\geq 65$  let), tak v JČ ( $p = 0,1$ ; muži  $\geq 65$  let). Důvodem významně nadměrných hospitalizací na aterosklerózu nebo zánět žil (viz níže) může být chroničtější povaha těchto typů onemocnění (Riedl, 1971), u kterých může docházet k častějším rehospitalizacím (Danet et al., 1999). Porovnání našich výsledků pro tuto diagnózu s jinými pracemi je vzhledem k jejich nedostatku téměř nemožné. Nicméně v některých dílech je ateroskleróza zmiňována jako jedna z hlavních příčin vzniku jiných CVD (Riedl, 1971; Ezekowitz, 1997; AIHW, 2004; Abrignani et al., 2009). Semenza et al.

(1999) zjistili při horké vlně v Chicagu 1995 nadměrné hospitalizace (22 %) osob, u nichž jako sekundární příčina byly diagnostikovány chronické choroby jako hypertenze nebo onemocnění tepen aterosklerózou. Ateroskleróza je zmiňována jako jeden původce vzniku jiných akutních CVD při stresu z chladu (Cheng a Su, 2010).

K ateroskleróze nemusí docházet jen na hlavních tepnách vedoucích do srdce (koronární ateroskleróza – patří pod I25), ale v podstatě kdekoliv v těle (Ezekowitz, 1997). Zúžením nebo ucpáním tepny například v dolních končetinách dochází k omezení přívodu kyslíku do svalu a k bolestem. Tyto bolesti mohou narůstat při rychlejší chůzi, chůzi do kopce nebo při cvičení (Ezekowitz, 1997). Dá se předpokládat, že tyto pohybové aktivity vykonávají lidé více v létě než v zimě. Na rozdíl od zánětu žil by tedy vysvětlením pro nadměrné hospitalizace při vysokých teplotách vzduchu mohlo být naopak více pohybu a sportování v letních měsících, kdy navíc stres z horka může vlivem dehydratace, zvýšeného srdečního výdeje a zvýšené viskozity krve (Cheng a Su, 2010) umocnit námahu při takových fyzických aktivitách a přispět k urychlení hospitalizace pacienta s aterosklerózou.

### 9.2.2 Zánět žil (I80)

Zánět žil se nejčastěji vyskytuje v podobě infekce žil v dolních končetinách. Na zaníceném místě může dojít ke vzniku krevní sraženiny (tzv. trombóza), která může následně ucpat žílu v dolní končetině. V horším případě může dojít k uvolnění části sraženiny, která může být přenesena krví do plic a způsobit plicní embolii (Riedl, 1971). Trombóza je podle Eurowinter Group (1997) také častou příčinou úmrtí na ischemické nemoci srdeční a cévní nemoci mozku.

Nejčastější příčinou tohoto onemocnění bývá dlouhodobá nehybnost dolních končetin například po operaci nebo při vážné nemoci, vyšší zátěž dolních končetin v období těhotenství nebo při obezitě (Riedl, 1971), ale třeba také při dlouhém cestování například autem nebo letadlem (Musil, 2009). Přestože častější je toto onemocnění u žen, statisticky významné nadměrné míry hospitalizací v souvislosti s teplotními extrémy byly zjištěny zejména u mužů  $\geq 65$  let (16,5 %,  $p = 0,05$ ) v Praze. Častější sedavé zaměstnání (ČSÚ, 2012b) v kancelářích a využívání dopravních prostředků nekompenzované dostatečnou pohybovou aktivitou mohou být jedním z důvodů vyšší míry hospitalizací na I80 v Praze než v JČ.

Kladné odchylky hospitalizací na I80 byly v Praze zjištěny u obou věkových skupin i u obou pohlaví, nicméně pouze pro chladné dny (viz tabulka 9 a tabulka 13). Příčinou může být jednak obecně nižší pohybová aktivita u obyvatel v zimním období, resp. při nízkých teplotách vzduchu (White, 2003), a to zejména u lidí v důchodovém věku, kteří nemusí

vycházet tak často ze svých domovů. Hlavním důvodem zvýšených hospitalizací na I80 pouze při chladných dnech jsou pravděpodobně fyziologické procesy jako vyšší stažitelnost cév a vyšší srážlivost krve při působení chladu, které hrají významnou roli při vzniku tohoto onemocnění (Abrignani et al., 2011; Cheng a Su, 2010; Huynen et al., 2001; Eurowinter Group, 1997). Semenza et al. (1999) nezjistili statisticky významný nárůst hospitalizací na diagnózy související s nadměrnou srážlivostí krve (tzv. *hyperkoagulabilitou*; jako jsou např. hluboká žilní trombóza, plicní embolie a zánět žil) při horké vlně v Chicagu, což podporuje předchozí tvrzení.

### 9.2.3 *Ischemické nemoci srdeční (I20–25)*

Ischemická choroba srdeční je zpravidla zapříčiněna aterosklerózou (9.2.1) koronárních tepen (přivádějících do srdečního svalu okysličenou krev). Postupným usazováním tuku a cholesterolu může dojít i k úplnému ucpání koronární tepny, zejména v pokročilém věku (IKEM, 2012). Omezením nebo přerušáním dodávky kyslíku do srdeční tkáně dochází k ischemii myokardu a ke vzniku anginy pectoris (I20), akutního infarktu myokardu (I21–22) nebo chronické ischemické choroby srdeční (I25), jejíž součástí je i koronární ateroskleróza (IKEM, 2012; Riedl, 1971).

Významný nárůst hospitalizací na infarkt myokardu (I21–22; řadící se k ischemickým chorobám srdečním) při poklesu průměrné teploty vzduchu zjistili například Morabito et al. (2005) ve Florencii (o 19 % při poklesu teploty vzduchu o 10 °C u pacientů starších 65 let), Lee et al. (2010) v korejském Tegu, nebo Danet et al. (1999) ve francouzském Lille (s nejvýznamnějším nárůstem u rehospitalizací). Zmíněné práce v podstatě jen zjišťují sezónní chod hospitalizací a navíc neberou v úvahu vliv chřipkových epidemií. Bhaskaran et al. (2010) zjistil v 15 městech v Anglii a Walesu při odstranění vlivu sezonality a chřipkových epidemií (mimo jiné) nárůst počtu případů infarktu myokardu s poklesem teploty vzduchu o 1°C, ale pouze v případě delšího zpoždění než 0–1 den. A právě odebrání dnů ovlivněných chřipkovými epidemiemi může být příčinou povětšinou nevýznamných odchylek hospitalizací na ischemické nemoci srdeční při chladných dnech v této práci.

Nejvýznamnější nárůst hospitalizací u pacientů, kteří již byli dříve hospitalizováni, v práci Danet et al. (1999) naznačuje významný podíl chronických srdečních onemocnění na hospitalizacích pacientů na CVD. Ten zmiňuje například také Semenza et al. (1999). Častější rehospitalizace u chronicky nemocných jak na samotné CVD, tak z jiných příčin by mohly být vysvětlením zjištěného statisticky významného nárůstu (5,7 %) hospitalizací na I25 u mužů při chladných dnech v JČ (tabulka 10).

#### 9.2.4 Cévní nemoci mozku (I60–69)

Cévní onemocnění mozku může vzniknout v důsledku zvýšeného krevního tlaku na stěny mozkových cév (a jejich následným zatížením a poškozováním), nebo aterosklerózy mozkových cév (Slýblová, 1971). V obou případech může dojít buď k nedostatečnému přívodu kyslíku do mozku (mozkový infarkt I63), nebo k protržení poškozené stěny a krvácení do mozku (I60–I62). Cévní příhoda mozková neurčená jako krvácení nebo infarkt je zařazena do kategorie I64. U osob s hypertenzí (chronicky zvýšeným krevním tlakem) může i krátkodobé zvýšení krevního tlaku (zapříčiněné např. psychickou zátěží z přepracovanosti nebo nedostatku odpočinku a pohybu) vést k akutní cévní mozkové příhodě (Slýblová, 1971). Předpoklad, že lidé ve velkých městech jsou vystaveni většímu stresu kvůli uspěchanějšímu životnímu stylu (viz např. Frumkin, 2002), se jeví jako možné vysvětlení významné nadměrné míry hospitalizací na cévní mozkovou příhodu (I60–64) zjištěné u žen (4,9 %) při chladných dnech v Praze. Kladnou odchylku vykazovali také muži mladší 65 let (tabulka 9).

Zvýšené riziko výskytu mozkového infarktu (I63) 24–48 hodin po poklesu teploty vzduchu o 17,4 °C (interkvartilové rozpětí rozdílů denních teplot vzduchu) zjistili například Hong et al. (2003) ve městě Incheon v Koreji (zejména pro ženy  $\geq 65$  let, pacienty s hypertenzí a zvýšenou hladinou cholesterolu). Statisticky významný nárůst případů mozkového infarktu při výskytu nízké teploty vzduchu ( $\leq -2$  °C) ve srovnání se dny s teplotou nad 7,3 °C našli Feigin et al. (2000) na Sibiři. Wang et al. (2009) zjistili v australském Brisbane významný 3% nárůst hospitalizací na mozkový infarkt u věkové skupiny  $\geq 65$  let při poklesu maximální teploty vzduchu o 1 °C v zimě. Pro letní období statisticky významná spojitost mezi teplotou vzduchu a hospitalizacemi na mozkový infarkt zjištěna nebyla. Nárůst hospitalizací na cévní nemoci mozku při poklesu teploty vzduchu byl zjištěn i v již zmiňované práci Kovats et al. (2004, obrázek 4). Výše zmíněné práce jsou v souladu se zjištěnými výsledky pro Prahu. Navíc většina z nich byla také testována pro městské prostředí. Nicméně autoři těchto prací opět (kromě Kovats et al., 2004) nebrali v úvahu vliv chřipkových epidemií.

**Tabulka 13:** Přehled diagnóz vykazujících nadměrnou míru hospitalizací/úmrtnosti v Praze (PR) a jižních Čechách (JČ). Znaménko +/- značí alespoň jednu populační skupinu s kladnou odchylkou hospitalizací/úmrtnosti na CVD při teplých (+)/chladných (-) dnech, statisticky významnou na  $p = 0,05$ .

diagnóza\region	hospitalizace		úmrtnost	
	PR	JČ	PR	JČ
I10				
I20				
I21–22			-	-
I25		-	+	+
I20–25		-	+/-	+/-
I50				
I60–64	-		+/-	+/-
I60–69			+/-	+/-
I70	+		+	+
I80	-			
CVD celkem			+/-	+/-

## 9.3 Faktory prostředí

### 9.3.1 Teplota vzduchu

V našich výsledcích nelze, zejména u hospitalizací, vysledovat evidentní model chování CVD v závislosti na vysokých/nízkých teplotách vzduchu. Nicméně jisté náznaky, které ovšem nelze brát za absolutní pravidlo, zmínit lze. Jak u nadměrné úmrtnosti, tak u nadměrných hospitalizací vycházejí vyšší odchylky při nízkých teplotách v JČ a při vysokých teplotách v Praze. Zejména u výsledků pro úmrtnost je tento rozdíl celkem výrazný. U hospitalizací je problém, že v každém regionu vycházejí statisticky významné odchylky u jiných diagnóz, takže srovnávání je u nich problematictější. Pomineme-li fakt, že obecně více kladných a statisticky významných odchylek u úmrtnosti se zpožděním 0–1 den po výskytu vysoké/nízké teploty vzduchu vychází pro teplé dny (což je patrně způsobeno efektem posunu nadměrné úmrtnosti do prvních dvou až tří dnů po výskytu vysoké teploty, na rozdíl od chladných dnů, kdy dochází ke zpoždění nárůstu úmrtnosti; srov. Kyselý et al., 2011), pak je patrná o něco větší náchylnost chronických CVD na vysoké teploty vzduchu. Zejména u aterosklerózy (I70) je tento jev patrný jak pro nadměrnou úmrtnost, tak pro nadměrné hospitalizace.

Naproti tomu u akutních stavů kardiovaskulárního onemocnění, zejména infarktu myokardu (I21–22), byly zjištěny statisticky významné hodnoty nadměrné úmrtnosti či hospitalizací zejména při nízkých teplotách vzduchu. V případě cévní mozkové příhody (I60–64) jsou výsledky poněkud méně jednoznačné. Stejně tak zahraniční literatura vykazuje větší nesrovnalosti ve výsledcích pro jednotlivé cévní nemoci mozku oproti ischemickým nemocím srdečním (srov. Feigin et al., 2000; Wang et al., 2009; Green et al., 2008; Dawson et al., 2008; Michelozzi et al., 2009). Tyto rozdíly mohou být způsobeny zejména rozdílnými příčinami vzniku mozkového infarktu (krváčení) v rámci I60–64. Také by se na základě výše zmíněných údajů mohlo zdát, že je v podstatě jedno, jestli na pacienta působí stres horka nebo chladu, v obou případech to může znamenat zvýšené riziko vzniku mozkového infarktu (Kyobutungi et al., 2005).

Při chladovém stresu zřejmě hraje významnější roli zvýšený krevní tlak, větší stažitelnost cév a větší srážlivost a viskozita krve (Abrignani et al., 2011; Eurowinter Group, 1997; Cheng a Su, 2010), což představuje vyšší riziko zejména pro vznik trombózy v žilách dolních končetin. Sraženinami uvolněnými z dolních končetin jsou následně ohroženy zejména plíce (Goldhaber et al., 1999), ale i srdce a mozek (Riedl, 1971; Slýblová, 1971). Naopak při horku může hrát větší roli dehydratace, přehřátí a vyčerpání organismu (Výborný, 1971). Jak uvádí

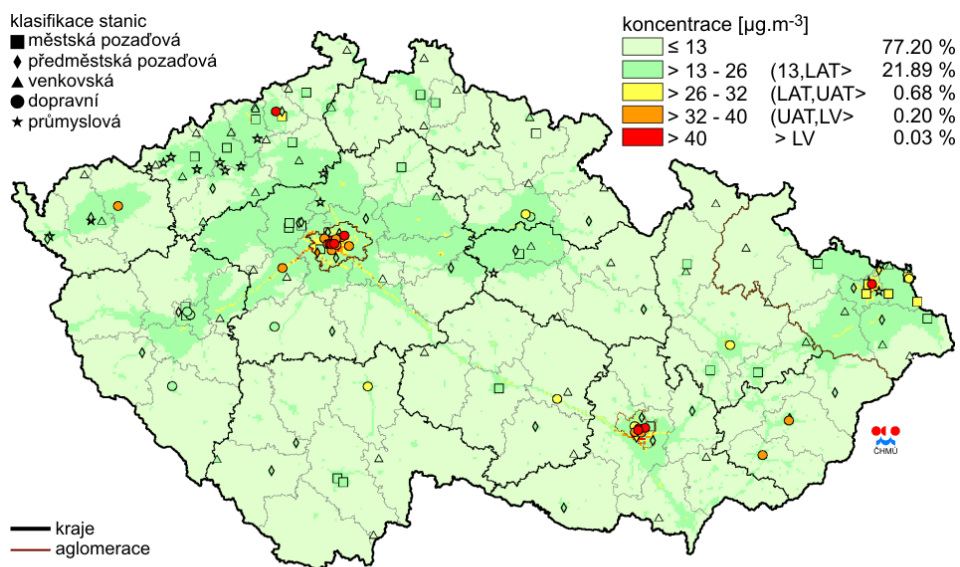
například Semenza et al. (1999), primární příčinou většiny hospitalizací při horké vlně v Chicagu 1995 byly právě dehydratace, přehřátí a vyčerpání organismu, nicméně 23% nárůst případů byl zjištěn u CVD jako sekundární příčiny hospitalizace. Zejména u hypertenze, srdeční arytmie, nemocí tepen (ateroskleróza) a známek prodělané cévní nemoci mozku (mozkového infarktu) byl zjištěn významný nárůst hospitalizací. Zvýšená námaha oběhové soustavy při stresu z horka i chladu může vést ke zvýšené spotřebě kyslíku a ke zvýšení srdečního výdeje (Riedl, 1971; Cheng a Su, 2010). V případě onemocnění tepen (tedy cév rozvádějících okysličenou krev do těla) aterosklerózou dochází k omezení/zamezení přísunu kyslíku do tkáně, což může v případě zvýšené námahy působit značné bolesti, případně i odumírání postižené tkáně (Ezekowitz, 1997). V případě aterosklerózy tepen vedoucích okysličenou krev do srdce nebo mozku může zvýšené fyzické vypětí vlivem horka stejně jako zvýšení krevního tlaku a zúžení tepen vlivem chladu způsobit vznik infarktu myokardu či mozkového infarktu (Cheng a Su, 2010; Riedl, 1971).

Nižší nadmořská výška a efekt městského tepelného ostrova (Beranová a Huth, 2005) mají za následek v Praze obecně vyšší průměrnou teplotu vzduchu než v JČ. Stejně tak mezní teploty vzduchu určující chladné a teplé dny jsou v Praze zhruba o 2 °C vyšší než v JČ (tabulka 7). Z toho důvodu mohou být obyvatelé Prahy vystaveni o něco vyššímu riziku nadměrné úmrtnosti a hospitalizací na CVD při teplých dnech a naopak obyvatelé chladnějších JČ čelí většímu riziku vzniku akutních CVD v chladných dnech. Příčinou rozdílů u jednotlivých diagnóz jsou zřejmě odlišné fyziologické procesy působící při vysokých/nízkých teplotách. Stav kardiovaskulárního systému také úzce souvisí s jinými faktory, jako je genetická výbava (Havlíček, 2007), dlouhodobé vystavování vyšším koncentracím škodlivých látek v ovzduší nebo životní styl (obojí viz níže). Lepší pochopení a objasnění fyziologických procesů a jejich vztahu s meteorologickými vlivy je ovšem problematika vyžadující rozsáhlé znalosti lidské fyziologie.

### 9.3.2 Znečištění ovzduší

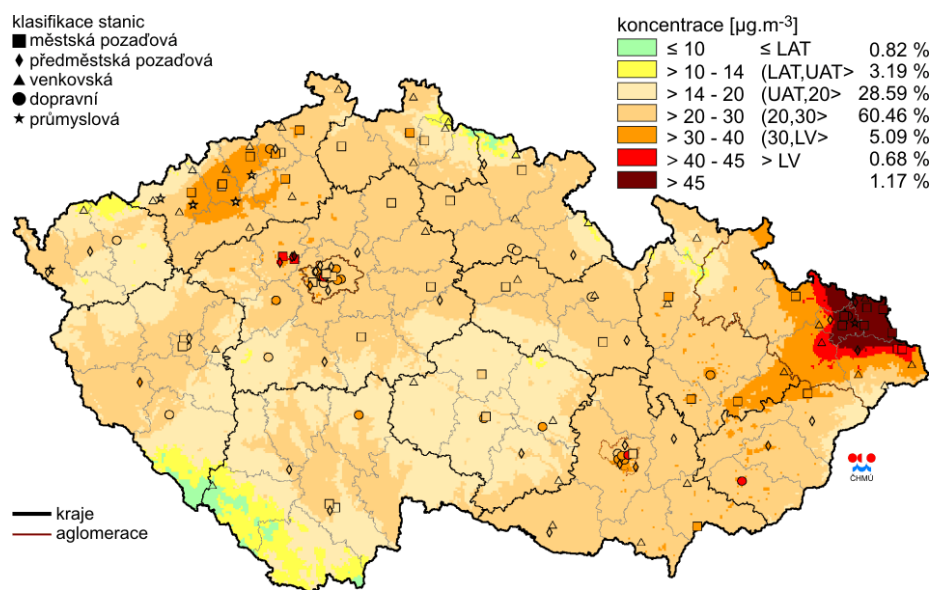
Vyšší a významnější kladné odchylky hospitalizací na chronická onemocnění cév (I70 a I80) v Praze mohou být způsobeny větším vystavením pražských obyvatel dlouhodobě vyššímu znečištění ovzduší. Vystavení nadměrnému znečištění ovzduší, zejména pevnými prachovými částicemi ( $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$ ), může mít za následek zánětlivé oxidační procesy v plicích a oběhovém systému, které mohou v případě dlouhodobého působení vést mimo jiné ke vzniku chronických onemocnění žil a srdce (zvýšené srážlivosti krve/trombózy (zánět žil), srdeční arytmii nebo ateroskleróze; Brook et al., 2004; Chen a Goldberg, 2009). Chuang et al. (2011) našli spojitost mezi meziročním navýšením množství  $PM$ ,  $NO_2$  a  $O_3$  a zvýšeným krevním tlakem, hladinou cholesterolu v krvi a dalšími faktory významnými pro vývoj aterosklerotických nemocí. Možnost zrychlení vývoje aterosklerózy a nemocí s ní spojených při vystavení zvýšeným koncentracím  $PM_{2,5}$  zmiňuje také Kaufman (2010). Chen a Goldberg (2009) navíc našli vyšší riziko úmrtí na rakovinu plic a CVD u obyvatel žijících poblíž dálnic nebo frekventovaných městských ulic, kde jsou obecně pozorovány vyšší koncentrace  $PM$  a  $NO_x$  (viz obr. 15 a 16). A právě nadlimitní koncentrace prachových částic  $PM_{10}$  a oxidů dusíku  $NO_x$  jsou v Praze v současnosti nejproblematictější a mnohem vyšší než v JČ (viz obrázky 15 a 16).

Krátkodobé navýšení koncentrací škodlivin může naopak přispět k akutnímu zhoršení zdravotního stavu pacienta (Brook et al., 2004). Nicméně, jak už je uvedeno výše (v kapitole 6), krátkodobé změny v koncentraci škodlivin v ovzduší jsou do značné míry ovlivněny meteorologickými podmínkami a v několika studiích byla pozorována vyšší spojitost kardiovaskulárních příhod se změnou teploty vzduchu než se změnou koncentrace znečištění ovzduší (Basu a Samet, 2002; Koken et al., 2003), resp. oslabená spojitost mezi koncentrací  $PM_{10}$  a hospitalizacemi na CVD při extrémních teplotách vzduchu (Schwartz a Morris, 1995).



Pole roční průměrné koncentrace  $\text{NO}_2$  v roce 2010

**Obr. 15:** Průměrná roční koncentrace oxidu dusičitého ( $\text{NO}_2$ ) v roce 2010 v ČR. Zkratka LV značí limit pro ochranu zdraví stanovený Zákonem o ochraně ovzduší č. 86/2002 Sb., v platném znění (převzato od ČHMÚ, 2012).



Pole roční průměrné koncentrace  $\text{PM}_{10}$  v roce 2010

**Obr. 16:** To samé jako na obr. 15 pro koncentrace polétavého prachu ( $\text{PM}_{10}$ ) v roce 2010 v ČR (převzato od ČHMÚ, 2012).

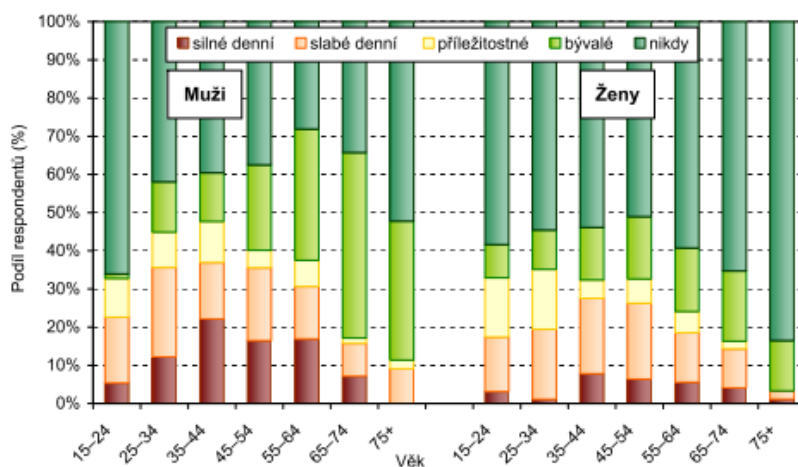
## 9.4 Sociální faktory ovlivňující hospitalizace na CVD

### 9.4.1 Kouření

Extrémní teploty vzduchu mohou mít negativní vliv na zdravotní stav pacienta s CVD, jehož zhoršení může vést až k hospitalizaci v nemocničním zařízení. Rozhodně ale nemohou být hlavní příčinou vzniku takovýchto onemocnění. K hlavním rizikovým faktorům kardiovaskulárních onemocnění patří kouření (včetně pasivního), nedostatečná fyzická aktivita, špatné stravování, nadměrná konzumace alkoholu nebo stres (AIHW, 2004). Ty mohou mít za následek zvýšenou hladinu cholesterolu a tuků v krvi, cukrovku nebo vysoký krevní tlak.

K nejrizikovějším faktorům patří kouření. Z hlediska CVD je problematické hlavně vdechování CO, který snižuje schopnost hemoglobinu přenášet kyslík a dodávat jej do periferních tkání (nebo do srdce), a poškozují stěny tepen (Riedl, 1971; AIHW, 2004; Maitre et al., 2006). V mnoha studiích byla prokázána souvislost kouření s hospitalizacemi na CVD, zejména pro ischemické nemoci srdeční (např. Bayentin et al., 2010; Tanis, 2003). Podíl kuřáků v jednotlivých regionech by mohl být jedním z důvodů zjištěných regionálních rozdílů v hospitalizacích na ischemické nemoci srdeční. V JČ bylo za sledované období hospitalizováno více pacientů na infarkt myokardu (I21–22) než v Praze a statisticky významné nadměrné hospitalizace na ischemické nemoci srdeční byly zjištěny pouze v JČ u mužů < 65 let. Tyto údaje naznačují, že kouření může hrát významnou roli zejména u ischemických nemocí srdečních, protože podle výsledků průzkumů prováděných v ČR (Láchová, 2011, obrázek 17) je největší podíl kuřáků právě mezi muži (30 % každodenních kuřáků u mužů oproti 19 % žen každodenních kuřáček) středního věku (35–44, 45–54 let). Starší průzkum (ÚZIS, 2006) také ukázal, že podíl kuřáků se snižuje s dosaženou úrovní vzdělání. Nejvíce pravidelných kuřáků bylo mezi muži se základním vzděláním (46 %), naopak nejméně (20 %) bylo zjištěno u absolventů vyššího vzdělání. Při sčítání lidu v roce 2001 bylo v Praze 14,5 % ekonomicky aktivního obyvatelstva se základním vzděláním a 19,5 % s vyšším odborným nebo vysokoškolským vzděláním. Oproti tomu v Jihočeském kraji mělo 23,5 % ekonomicky aktivního obyvatelstva vzdělání základní a jen 8,8 % vyšší. Na Vysočině stejné ukazatele dosahovaly hodnot 24,2 %, resp. 7,6 % (údaje o vzdělanosti od ČSÚ – SLDB, 2001). Nutno podotknout, že významnou roli hraje i vdechování kouře formou pasivního kouření (Brook et al., 2004), čímž se mezi budoucí rizikovou část populace řadí například i děti rodičů – silných kuřáků. Obdobné statistiky bychom zřejmě našli i u lidí s obezitou (VZP). Oproti ischemické chorobě srdeční neprokázaly studie statisticky

významnou spojitost kouření s nárůstem případů mozkového infarktu (Powles et al., 2002), u kterého zřejmě významnější roli hrají vysoká hladina cholesterolu v krvi a vysoký krevní tlak (Hong et al., 2003).



**Obr. 17:** Rozložení respondentů (celkem 940 mužů a 1 015 žen) z hlediska kategorie kouření podle pohlaví a věku v roce 2008 v ČR (převzato z ÚZIS, 2011)

#### 9.4.2 Zpoždění hospitalizací

Oproti úmrtnosti na CVD vyšel v naší práci malý počet statisticky významných kladných odchylek hospitalizací na CVD v prvních dvou dnech po působení nízké nebo vysoké teploty vzduchu. Kromě již výše zmíněného faktoru akutních případů úmrtí mimo nemocnici, tj. bez předchozí hospitalizace, zde zřejmě hraje významnou roli lidský faktor samotných pacientů. Na rozdíl od případů úmrtí mohou totiž pacienti do velké míry ovlivnit čas hospitalizace. Studie zabývající se časovým rozpětím mezi nástupem příznaků a hospitalizací pacienta na srdeční selhání v nemocničním zařízení udávají zpoždění v rozmezí hodin až několika dnů (rešerše prací Gravely-Witte et al., 2010). Studie vycházející z lékařských záznamů a zkoumající časové zpoždění od nástupu akutních příznaků (které pacienta donutí vyhledat lékařskou pomoc) uvádějí zpoždění v řádech hodin, maximálně do jednoho dne, což souhlasí i s jinými studiemi zkoumajícími zpoždění od nástupu akutních příznaků na akutní infarkt myokardu (Dracup et al., 1995), nebo mozkový infarkt (Moser et al., 2006).

Ovšem některé studie zkoumaly zpoždění hospitalizace pacienta na srdeční selhání od nástupu prvotních příznaků (při kterých se pacient ještě nerozhodl vyhledat lékařskou pomoc) formou dotazování a rozhovorů s pacienty. Takové příznaky podle výpovědi pacientů přicházely až sedm dní před hospitalizací (Gravely-Witte et al., 2010). Lidé ve většině případů nepřipisovali prvotní příznaky srdečním potížím a čekali, až opět opadnou. V případě akutního infarktu myokardu může být nástup akutních potíží relativně rychlý a každá minuta může rozhodovat o životě pacienta (Moser et al., 2005). Přitom podle tohoto autora méně než

deset procent pacientů ihned volá lékařskou pomoc. Častější bývá u nemocných snaha zahnat bolesti prášky, „konzultace“ s blízkou osobou, nebo v případě noční kardiovaskulární příhody čekání do rána. V těchto chvílích může také nastávat rozhodující okamžik, zda se bude v konkrétním případě jednat „pouze“ o zpožděnou hospitalizaci, nebo úmrtí. Nezanedbatelnou roli v tomto „rozhodování“ může hrát také dopravní a časová dostupnost (např. pro záchranné služby), která se může velmi lišit v Praze a v odlehlých částech JČ (zvláště v zimním období; Události ČT, 1. 4. 2012).

Z uvedeného je patrné, že je zapotřebí lepší informovanost pacientů o nebezpečí a doprovodných příznacích při nástupu srdečních potíží pro co nejkratší dobu rozhodování. Informační kampaně ovšem nevykazují žádná výrazná zlepšení v reakcích pacientů (Gravelly-Witte et al., 2010), kteří obecně vzato neprojevují velkou důvěru ve varování odborníků, jak předcházet CVD, a většina pacientů má například mnohem větší obavy z rakoviny než z CVD (Nic Gabhainn et al., 1999).

\*

Rozdílné chování u každého z postižených pacientů při rozhodování o dalších krocích může být důvodem malého počtu nadměrných případů hospitalizací v prvních dvou dnech po výskytu nízké/vysoké teploty vzduchu oproti úmrtnosti. Případy se mohou rozložit do více následujících dnů v závislosti na konkrétní diagnóze, její závažnosti, na věku, pohlaví, životní situaci, na tom, zda je dotyčný zrovna doma, nebo v zaměstnání, zda žije sám, a na řadě dalších faktorů, které se velice těžko měří a sledují. Stejně tak o zmiňovaných rizikových faktorech jako jsou kouření nebo stres se můžeme domnívat, že mohou hrát významnou roli například v regionálních rozdílech, ale bez konkrétních záznamů o každém pacientovi se jedná pouze o nepodložené hypotézy a dopouštíme se tzv. ekologické chyby (Netrdová, 2011).

## 10 Varovné systémy

Hlavním cílem rozsáhlého množství prací zabývajících se problematikou vztahu teplotních (a jiných meteorologických) extrémů a hospitalizací resp. úmrtnosti na CVD by samozřejmě mělo být lepší pochopení těchto vztahů a další vývoj opatření a systémů, které budou varovat před riziky extrémních teplot vzduchu. Na tomto poli se za posledních dvacet let udělaly veliké pokroky, hlavně co se týče varování obyvatelstva před vlnami extrémně vysokých teplot vzduchu. V roce 2003 měly horké vlny v ČR na svědomí 236 lidských životů, což je výrazně méně oproti předchozím srovnatelným událostem v letech 1992 a 1994 (718 a 919 zemřelých, Kyselý a Kříž 2003). Podle autorů je to důsledek nejen socioekonomických změn po roce 1989, ale také lepší informovanosti obyvatelstva ze strany médií a jeho lepší připravenosti na takové epizody. V mnoha západních městech byly v posledních dvaceti letech spuštěny výstražné systémy, které mají včas varovat příslušné úřady, nemocnice i samotné obyvatelstvo. Průkopníkem v tomto směru byla americká Filadelfie, kde byl takovýto výstražný systém spuštěn již v roce 1995 (Sheridan a Kalkstein 2004). Na základě synoptického přístupu byly určeny rizikové typy počasí (vzduchové hmoty) a při předpovědi jejich výskytu dochází k preventivním opatřením jako například:

- informování médií meteorologickou a zdravotnickou službou včetně poskytnutí informací, jak se při vysokých teplotách vzduchu chránit;
- sousedé, přátelé a další lidé z řad dobrovolníků jsou vyzýváni k denní kontrole svých blízkých a sousedů z řad starších obyvatel a dohlédnutí na dostatečný příjem tekutin u těchto osob;
- je zřízena informační „horká linka“, která je zveřejněna v médiích a poskytuje potřebné informace, případně pomoc;
- jsou zřízeny mobilní týmy zdravotnických sester a sanitářů, které kontrolují rizikové obyvatelstvo;
- je navýšen personál ve zdravotnických zařízeních;
- výrazně rizikové pacienti jsou převezeni do klimatizovaných zařízení (prostor).

Sheridan a Kalkstein (2004) odhadují, že tento výstražný systém ve Filadelfii pomohl zachránit přibližně sto lidských životů během čtyř let (1995–1998). Podobné výstražné systémy byly následně zavedeny i v dalších městech USA (Washington, Phoenix, Chicago atd.) nebo v jižní Evropě (Řím, Turín, Palermo).

V ČR existuje Systém integrované výstražné služby (SIVS) poskytovaný Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ) a Odborem hydrometeorologického zabezpečení

Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu (Odboru HMZ VGHMÚř – meteorologická služba armády ČR). SIVS vydává výstražné informace v případě vysoké pravděpodobnosti výskytu vysokých nebo nízkých teplot vzduchu, nebo jiného hydrometeorologického rizika (ČHMÚ, 2011). Dalším varovným systémem, který integruje varování před extrémními meteorologickými jevy prozatím 30 evropských zemí, je Metealarm ([www.meteoalarm.eu](http://www.meteoalarm.eu)) vyvinutý pro organizaci EUMETNET. Díky internetu a dalším moderním médiím se výrazně zvýšila rychlost přisunu těchto varování široké veřejnosti, což přispívá ke snižování dopadů rizik, nicméně další kroky jsou v podstatě individuálně na každé nemocnici, místní samosprávě a jedinci zvlášť. SIVS vydává první výstražné informace před vysokými teplotami, pokud má maximální denní teplota vzduchu v ČR překročit 30 °C minimálně dva dny po sobě a před silnými mrazy, pokud má minimální teplota vzduchu klesnout pod -12 °C opět minimálně dva dny po sobě.

Do jaké míry ovšem obyvatelé berou vážně varování a upravují podle nich svůj denní program je vzhledem k výsledkům zmiňovaného průzkumu (Nic Gabhainn et al., 1999) otázkou. Navíc nejrizikovější skupina obyvatel ( $\geq 65$  let, pokud se absolutního počtu případů týče) nemá zdaleka takovou možnost rychle zjišťovat aktuální varování z moderních médií a hlavním zdrojem varovných informací tak pro ně jsou televizní a rozhlasové vysílání. Především by ale jejich zdrojem informací, jak modifikovat životní návyky nebo denní program a jak se zachovat při výskytu možných projevů kardiovaskulárních potíží v období horka/mrazů, měli být samotní lékaři při prohlídkách.

## 11 Závěr

Cílem této práce bylo rozšířit poznatky týkající se vztahů mezi extrémními teplotami vzduchu a kardiovaskulárními onemocněními (CVD) v ČR. Výsledky potvrdily v dřívějších pracích zjištěné riziko nadměrné úmrtnosti na CVD při vystavení jedince stresu z horka i chladu, ale dostupná data umožnila analyzovat tyto vztahy ve větším rozlišení (jednotlivé CVD, dva odlišné regiony). V této práci jsme se navíc pokusili ověřit vliv teplotních extrémů na hospitalizace na jednotlivé CVD v ČR za období 1994–2009. Vztahy mezi vysokými/nízkými teplotami vzduchu a CVD byly sledovány zvlášť pro Prahu a zvlášť pro region tvořený Jihočeským krajem a Vysočinou (JČ), s cílem zjistit případné rozdíly mezi těmito dvěma regiony s odlišnými socioekonomickými a environmentálními charakteristikami.

Výsledky potvrdily předpoklad založený na výsledcích z jiných prací, že vysoká/nízká teplota vzduchu nemá zdaleka tak významný vliv na nárůst hospitalizací na CVD, jako je tomu v případě úmrtnosti na CVD. Statisticky významná nadměrná úmrtnost 0–1 den po výskytu chladného dne ( $\leq 10\%$  kvantil denních teplot vzduchu v zimě) nebo teplého dne ( $\geq 90\%$  kvantil denních teplot vzduchu v létě) byla zjištěna u všech sledovaných CVD. Při teplých dnech byly statisticky významné odchylky úmrtnosti zjištěny zejména u chronických onemocnění – aterosklerózy (I70) a chronické ischemické choroby srdeční (I25), přičemž vyšší odchylky vyšly v Praze. Naopak při chladných dnech byly zjištěny statisticky významné odchylky úmrtnosti zejména na infarkt myokardu (I21–22) s vyšším rizikem pro obyvatele JČ. U cévní příhody mozkové (I60–64), resp. všech cévních nemocí mozku (I60–69) vyšla významná nadměrná úmrtnost v obou regionech jak při teplých, tak při chladných dnech. Celkově nejvyšší nadměrná úmrtnost (58 %) při teplých dnech byla zjištěna u žen < 65 let v Praze na I25. U mužů < 65 let v hlavním městě byla zjištěna 40% nadměrná úmrtnost na I70 při teplých dnech. Naopak v JČ byly zjištěny nejvyšší hodnoty nadměrné úmrtnosti pro ženy (51,6 %; I21–22) i muže (46,5 %; I60–64) při chladných dnech.

Statisticky významných nadměrných hospitalizací na CVD bylo zjištěno výrazně méně. Obecně byl pozorován větší vliv vysokých/nízkých teplot vzduchu na hospitalizace na chronické CVD než na akutní diagnózy (I21–22, I60–64). To se týkalo zejména Prahy s nadměrnými hospitalizacemi na I70 při teplých dnech u žen  $\geq 65$  let a nadměrnými hospitalizacemi na zánět žil (I80) v chladných dnech u mužů  $\geq 65$  let. I v JČ byly zjištěny statisticky významné kladné odchylky hospitalizací při výskytu chladných dnů, a sice u mužů

< 65 let na ischemické nemoci srdeční (I20–25), resp. u *všech* mužů na chronickou ischemickou chorobu srdeční (I25).

Absence nadměrných hospitalizací na akutní případy jako infarkt myokardu nebo mozkový infarkt je zřejmě do značné míry způsobena nezanedbatelným počtem úmrtí postižených mimo nemocniční zařízení, kdy k hospitalizaci nedojde. Dalším důvodem obecně nižších hodnot hospitalizací oproti úmrtnosti může být diagnostika jiných primárních příčin hospitalizace pacienta při vysokých/nízkých teplotách, kdy ale zároveň chronické CVD bývají důležitým faktorem hospitalizace pacienta.

Rozdílné reakce jednotlivých diagnóz na tepelný stres jsou zřejmě způsobeny rozdílným charakterem jednotlivých onemocnění a rozdílnými fyziologickými procesy, které hrají roli při vysokých/nízkých teplotách vzduchu. Regionální rozdíly s vyšším rizikem hospitalizací při teplých/chladných dnech na onemocnění cév (I70, I80) v Praze oproti JČ naznačují vliv dalších faktorů jako je vystavení dlouhodobému znečištění ovzduší, rozdílný životní styl, nebo rozdílná struktura obyvatelstva (např. vzdělání, zaměstnání). K relevantnímu určení významu těchto faktorů je ovšem zapotřebí mnohem podrobnější analýza zahrnující detailní údaje o každém pacientovi. V neposlední řadě je také třeba brát na zřetel celkovou komplikovanost procesu shromažďování dat o hospitalizovaných pacientech, s kterou jsme se v průběhu práce sami setkali.

## 12 Použité zdroje

### 12.1 Literatura

- AIHW – Australian Institute of Health and Welfare (2004). Heart, stroke and vascular diseases – Australian facts 2004. AIHW Cat. No. CVD 27. Canberra: AIHW and National Heart Foundation of Australia (Cardiovascular Disease Series No. 22). ISBN 1-74024-376-5. 140 s.
- Abrignani, M. G., Corrao, S., Biondo, G.B., Renda, N., Braschi, A., Novo, G., Di Girolamo, A., Braschi, G. B., Novo, S. (2009). Influence of climatic variables on acute myocardial infarction hospital admissions. *International Journal of Cardiology*, 137 (2009), 123–129. doi: 10.1016/j.ijcard.2008.06.036.
- Abrignani, M. G., Corrao, S., Biondo, G. B., Lombardo, R. M., Girolamo, P. D., Braschi, A., Girolamo, A. D., Novo, S. (2011). Effects of ambient temperature, humidity, and other meteorological variables on hospital admissions for angina pectoris. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*. s. 1–7 doi:10.1177/1741826711402741.
- Aylin, P., Morris, S., Wakefield, J., Grossinho, A., Jarup, L., Elliott, P. (2001). Temperature, housing, deprivation and their relationship to excess winter mortality in Great Britain, 1986–1996. *International Journal of Epidemiology*, 30(5), s. 1100–8.
- Azevedo, E., Ribeiro, J. A., Lopes, F., Martins, R., Barros, H. (1995). Cold: a risk factor for stroke? *Journal of Neurology*, s. 217–221.
- Barnett, A. G., Williams, G. M., Schwartz, J., Best, T. L., Neller, A. H., Petroeschevsky, A. L., Simpson, R. W. (2006). The effects of air pollution on hospitalizations for cardiovascular disease in elderly people in Australian and New Zealand cities. *Environmental Health Perspectives*, 114(7), s. 1018–1023. doi: 10.1289/ehp.8674.
- Barriopedro, D., Fischer, E. M., Luterbacher, J., Trigo, R. M., García-Herrera, R. (2011). The hot summer of 2010: redrawing the temperature record map of Europe. *Science*, 332, s. 220–224, doi:10.1126/science.1201224.
- Basu, R., Ostro, B. D. (2008). A multicounty analysis identifying the populations vulnerable to mortality associated with high ambient temperature in California. *American Journal of Epidemiology*, 168(6), 632–7. doi:10.1093/aje/kwn170.
- Basu, R., Samet, J. M. (2002). Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. *Epidemiologic Reviews*, 24(2), s. 190–202. doi: 10.1093/epirev/mxf007.

- Bayentin, L., El Adlouni, S., Ouarda, T. B. M. J., Gosselin, P., Doyon, B., Chebana, F. (2010). Spatial variability of climate effects on ischemic heart disease hospitalization rates for the period 1989–2006 in Quebec, Canada. *International Journal of Health Geographics*, 9(5), 10 s.. doi: 10.1186/1476-072X-9-5.
- Bell, M. L., Ebisu, K., Peng, R. D., Walker, J., Samet, J. M., Zeger, S. L., Dominici, F. (2008). Seasonal and regional short-term effects of fine particles on hospital admissions in 202 US counties, 1999–2005. *American Journal of Epidemiology*, 168(11), s. 1301–10. doi: 10.1093/aje/kwn252.
- Beranová, R., Huth, R. (2005). Long-term changes in the heat island of Prague under different synoptic conditions. *Atmospheric Environment*, 118, s. 113–118. doi:10.1007/s00704-004-0115-y.
- Bhaskaran, K., Hajat, S., Haines, A., Herrett, E., Wilkinson, P., Smeeth, L. (2010). Short term effects of temperature on risk of myocardial infarction in England and Wales: time series regression analysis of the Myocardial Ischaemia National Audit Project (MINAP) registry. *BMJ*, 341(aug10 1), s. c3823–c3823. doi: 10.1136/bmj.c3823.
- Blatecká, K. (2006). *Základní charakteristiky českého venkova*. Diplomová práce. Masarykova Univerzita v Brně, Ekonomicko-správní fakulta. Praha. 74 s. + přílohy.
- Braga, A. L. F., Zanobetti, A., Schwartz, J. (2011). The effect of weather on respiratory and cardiovascular deaths in 12 U.S. cities. *Environmental Health Perspectives*, 110(9), s. 859–63. doi: 10.1128/MEB.05515-11.
- Brook, R. D., Franklin, B., Cascio, W., Hong, Y., Howard, G., Lipsett, M., Luepker, R., Mittleman, M., Samet, J., Smith, S. C., Tager, I. (2004). Air pollution and cardiovascular disease: A statement for healthcare professionals from the expert panel on population and prevention science of the American Heart Association. *Circulation*, 109, s. 2655–2671. doi:10.1161/01.CIR.0000128587.30041.C8.
- Carder, M., McNamee, R., Beverland, I., Elton, R., Cohen, G. R., Boyd, J., Aguis, R. M. (2005). The lagged effect of cold temperature and wind chill on cardiorespiratory mortality in Scotland. *Occupational and Environmental Medicine*, 62(10), s. 702–10. doi: 10.1136/oem.2004.016394.
- Chen, H., Goldberg, M. S. (2009). The effects of outdoor air pollution on chronic illnesses. *McGill Journal of Medicine*, 12(1), s. 58–64.
- Cheng, X., Su, H. (2010). Effects of climatic temperature stress on cardiovascular diseases. *European Journal of Internal Medicine*, 21(3), s. 164–7. European Federation of Internal Medicine. doi: 10.1016/j.ejim.2010.03.001.
- Chuang, K.-J., Yan, Y.-H., Chiu, S.-Y., Cheng, T.-J. (2011). Long-term air pollution exposure and risk factors for cardiovascular diseases among the elderly in Taiwan. *Occupational and Environmental Medicine*, 68(2), s. 64–69. doi:10.1136/oem.2009.052704.

- Curriero, F. C., Heiner, K. S., Samet, J. M., Zeger, S. L., Strug, L., Patz, J. A. (2002). Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. *American Journal of Epidemiology*, 155(1), s. 80–7.
- Danet, S., Richard, F., Montaye, M., Beauchant, S., Lemaire, B., Graux, C., Dominiqu, C., Marécaux, N., Amouyel, P. (1999). Unhealthy effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of myocardial infarction and coronary deaths. A 10-year survey: the Lille-World Health Organization MONICA project (Monitoring trends and determinants in cardiovascular disease). *Circulation*, 100(1), s. E1–7.
- Dawson, J., Weir, C., Wright, F., Bryden, C., Aslanyan, S., Lees, K., Bird, W., Walters, M. (2008). Associations between meteorological variables and acute stroke hospital admissions in the west of Scotland. *Acta Neurologica Scandinavica*, 117(2), s. 85–89.
- Dracup, K., Moser, D. K., Eisenberg, M., Meischke, H., Alonzo, A. A. (1995). Causes of delay in Peking treatment for heart attack symptoms. *Science*, 40(3), s. 379–392.
- Donaldson, G. C., Kovats, R. S., Keatinge, W. R., McMichael (2001). Heat- and cold-related mortality and morbidity and climate change. In: Maynard RL (ed.) *Health Effects of Climate Change in the UK – An Expert Review for Comment 79*, Department of Health, London, s. 79-100.
- Edwards, D. G., Roy, M. S., Prasad, R. Y. (2008). Wave reflection augments central systolic and pulse pressures during facial cooling. *American Journal of Physiology – Heart and circulatory physiology*, 294(6), s. H2535–9. doi: 10.1152/ajpheart.01369.2007.
- EEA – European Environmental Agency (2010). *Mapping the impacts of natural hazards and technological accidents in Europe: An overview of the last decade*. Technical report No 13/2010. 144 s. ISBN 978-92-9213-168-5. doi:10.2800/62638.
- Empereur-Bissonnet, P. (2004). Health impact of the 2003 heat-wave in France. In: Ebi, K. L., Menne, B. (eds.). *Extreme Weather Events and Public Health Responses*. Report on WHO meeting, Bratislava, Slovakia. World Health Organization. s. 21–22.
- Eurowinter Group, The (1997). Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. The Eurowinter Group. *Lancet*, 349(9062), s. 1341–6.
- Ezekowitz, M. D. (1992). Peripheral vascular disease. s. 205–214. In: Zaret, B. L., Moser, M., Hunt, E. K. (1992). *Heart book*. Yale University, School of Medicine. 431 s. [online-verze]. Aktualizace 2002. [cit. 2012-2-20]. Dostupné z: <<http://www.med.yale.edu/library/heartbk/>>.
- Feigin, V. L., Nikitin, Y. P., Bots, M. L., Vinogradova, T. E., Grobbee, D. E. (2000). A population-based study of the associations of stroke occurrence with weather parameters in Siberia, Russia (1982-92). *European Journal of Neurology*, 7(2), s. 171–8.

- Filleul, L., Cassadou, S., Médina, S., Fabres, P., Lefranc, A., Eilstein, D., Le Tertre, A., Pascal, L., Chardon, B., Blanchard, M., Declerq, C., Jusot, J.-F., Prouvost, H., Ledrans, M. (2006). The relation between temperature, ozone, and mortality in nine french cities during the heat wave of 2003. *Environmental Health Perspectives*, 114(9), s. 1344–1347. doi: 10.1289/ehp.8328.
- Frumkin, H. (2002). Urban sprawl and public health. *Public Health Reports*, 117(June), s. 201–217.
- Flynn, A., McGreevy, C., Mulkerrin, E. C. (2005). Why do older patients die in a heatwave? *QJM: Monthly Journal of the Association of Physicians*, 98(3), s. 227–9. doi: 10.1093/qjmed/hci025.
- Gabriel, K. M., a Endlicher, W. R. (2011). Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. *Environmental Pollution*, 159, s. 2044–2050, doi:10.1016/j.envpol.2011.01.016.
- Gosling, S. N., Lowe, J. A., McGregor, G. R., Pelling, M., Malamud, B. D. (2009). Associations between elevated atmospheric temperature and human mortality: a critical review of literature. *Climatic Change*, 92(3–4), s. 299–341. doi: 10.1007/s10584-008-9441-x.
- Gravelly-Witte, S., Jurgens, C. Y., Tamim, H., Grace, S. L. (2010). Length of delay in seeking medical care by patients with heart failure symptoms and the role of symptom-related factors : a narrative review. *European Journal of Heart Failure*, s. 1122–1129. doi:10.1093/eurjhf/hfq122.
- Green, R. S., Basu, R., Malig, B., Broadwin, R., Kim, J. J., Ostro, B. (2010). The effect of temperature on hospital admissions in nine California counties. *International Journal of Public Health*, 55(2), s. 113–21. doi: 10.1007/s00038-009-0076-0.
- Hajat, S., Haines, A. (2002). Associations of cold temperatures with GP consultations for respiratory and cardiovascular disease amongst the elderly in London. *International Journal of Epidemiology*, 31(4), s. 825–30.
- Hajat, S., Armstrong, B., Baccini, M., Biggeri, A., Bisanti, L., Russo, A., Páldy, A., Menne, B., Kosatsky, T. (2006). Impact of high temperatures on mortality: is there an addend heat wave effect? *Epidemiology*, 17(6), s. 632–638.
- Hajat, S., Kovats, R. S., Lachowycz, K. (2007). Heat-related and cold-related deaths in England and Wales: who is at risk? *Occupational and Environmental Medicine*, 64(2), s. 93–100. doi: 10.1136/oem.2006.029017.
- Havlíček, R. (2007). Zdravotně sociální dopady u pacientů po akutním infarktu myokardu. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zdravotně sociální fakulta. 93 s.
- Hassi, J. (2005). Cold extremes and impacts on health. In: Kirch, W., Menne, B., Bertollini, R. (eds.). *Extreme Weather Events and Public Health Responses*. World Health Organization. Berlin, Springer. ISBN 3-540-24417-4. s. 59–67.

- Hong, Y.-C., Rha, J.-H., Lee, J.-T., Ha, E.-H., Kwon, H.-J., Kim H. (2003). Ischemic stroke associated with decrease in temperature. *Epidemiology*, 14(4), s. 473–8. doi: 10.1097/01.ede.0000078420.82023.e3.
- Huynen, M. M., Martens, P., Schram, D., Weijenberg, M. P., Kunst, A. E. (2001). The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. *Environmental Health Perspectives*, 109(5), s. 463–70.
- Jendritzky, G., Staiger, H., Bucher, K., Graetz, A., Laschewski, G. (2000): The perceived temperature: The method of the Deutscher Wetterdienst for the assessment of cold stress and heat load for the human body. Internet Workshop on Windchill, April 3-7, 2000, Meteorological Service of Canada.
- Katsouyanni, K., Schwartz, J., Spix, C., Touloumi, G., Zmirou, D., Zanobetti, A., Wojtyniak, B., Vonk, J. M., Tobias, A., Pönkä, A., Medina, S., Bachárová, L., Anderson, H. R. (1996). Short term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiologic time series data: the APHEA protocol. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 50 (Suppl 1), s. S12–8.
- Kaufman, J. D. (2010). Does air pollution accelerate progression of atherosclerosis? *Journal of the American College of Cardiology*, 56(22), s. 1809–1811. doi:10.1016/j.jacc.2010.05.054.
- Keatinge, W. R., Donaldson, G. C. (2001). Mortality related to cold and air pollution in London after allowance for effects of associated weather patterns. *Environmental Research*, 86(3), s. 209–216.
- Kenney, W. L., Munce, T. A. (2003). Invited review: aging and human temperature regulation. *Journal of Applied Physiology*, 95(6), s. 2598–603. doi: 10.1152/jappphysiol.00202.2003.
- Knowlton, K., Rotkin-Ellman, M., King, G., Margolis, H. G., Smith, D., Solomon, G., Trent, R., English, P. (2009). The 2006 California heat wave: impacts on hospitalizations and emergency department visits. *Environmental Health Perspectives*, 117(1), 61–7. doi: 10.1289/ehp.11594.
- Koken, P. J. M., Piver, W. T., Ye, F., Elixhauser, A., Olsen, L. M., Portier, C. J. (2003). Temperature, air pollution, and hospitalization for cardiovascular diseases among elderly people in Denver. *Environmental Health Perspectives*, 111(10), 1312–1317. doi: 10.1289/ehp.5957.
- Kostohryzová, H. a Kostohryzová, H. (2007). Čtvrtá hodnotící zpráva IPCC, Souhrnná zpráva: Shrnutí pro veřejné činitele. Překlad konceptní verze pro COP-13: Bernstein, et. al. (2007). *IPCC 2007: Summary for Policymakers, Climate Change 2007: Synthesis Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Dostupné z: <<http://amper.ped.muni.cz/jenik/tmp/SPM/SYR/SYRcz12b.pdf>>.
- Kovats, S. (ed.; 2008). *Health Effects of Climate Change in the UK 2008: An update of the Department of Health report 2001/2002*. Department of Health and Health Protection Agency. 2008. 124 s. Dostupné z: <[www.dh.gov.uk/publications](http://www.dh.gov.uk/publications)>.

- Kovats, R. S., Hajat, S., Wilkinson, P. (2004). Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in Greater London, UK. *Occupational and Environmental Medicine*, 61(11), s. 893–8. doi: 10.1136/oem.2003.012047.
- Kynčl, J., Procházka, B., Goddard, N. L., Havlíčková, M., Částková, J., Otavová, M., Kříž, B. (2005). A study of excess mortality during influenza epidemics in the Czech Republic, 1982–2000. *European Journal of Epidemiology*, 20(4), s. 365–371. doi: 10.1007/s10654-005-1067-y.
- Kyobutungi, C., Grau, A., Stieglbauer, G., Becher, H. (2005). Absolute temperature changes and stroke risk: a case-crossover study. *European Journal Epidemiology*, 20(8), s. 693–698.
- Kyselý, J. (2002). Temporal fluctuations in heat waves at Prague-Klementinum, the Czech Republic, from 1901–97, and their relationships to atmospheric circulation. *International Journal of Climatology*, 22(1), 33–50. doi:10.1002/joc.720.
- Kyselý, J. (2004). Mortality and displaced mortality during heat waves in the Czech Republic. *International Journal of Biometeorology*, 49(2), 91–7. doi:10.1007/s00484-004-0218-2.
- Kyselý, J. (2008). Influence of the persistence of circulation patterns on warm and cold temperature anomalies in Europe: Analysis over the 20th century. *Global and Planetary Change*, 62(1–2), s. 147–163. doi: 10.1016/j.gloplacha.2008.01.003.
- Kyselý, J., Huth, R. (2004). Heat-related mortality in the Czech Republic examined through synoptic and “traditional” approaches. *Climate Research*, 25, s. 265–274. doi: 10.3354/cr025265.
- Kyselý, J., Kim, J. (2009). Mortality during heat waves in South Korea, 1991 to 2005: How exceptional was the 1994 heat wave? *Climate Research*, 38, s. 105–116. doi:10.3354/cr00775.
- Kyselý, J., Kříž, B. (2008). Decreased impacts of the 2003 heat waves on mortality in the Czech Republic: an improved response? *International Journal of Biometeorology*, 52(8), s. 733–45. doi: 10.1007/s00484-008-0166-3.
- Kyselý, J., Pokorná, L., Kynčl, J., Kříž, B. (2009). Excess cardiovascular mortality associated with cold spells in the Czech Republic. *BMC Public Health*, 9, 19 s. doi: 10.1186/1471-2458-9-19.
- Kyselý, J., Plavcová, E. (2010). A critical remark on the applicability of E-OBS European gridded temperature dataset for validating control climate simulations. *Journal of Geophysical Research*, 115, D23118, doi:10.1029/2010JD014123.
- Kyselý, J., Plavcová, E., Davidková, H., Kynčl, J. (2011). Comparison of hot and cold spell effects on cardiovascular mortality in the Czech Republic in individual population groups. *Climate Research*, 49, s. 113–129. doi:10.3354/cr01014.

- Laschewski, G., Jendritzky, G. (2002). Effects of the thermal environment on human health: an investigation of 30 years of daily mortality data from SW Germany. *Climate Research*, 21, s. 91–103. doi:10.3354/cr021091.
- Láchová, J. (2011). Evropské výběrové šetření o zdravotním stavu v ČR - EHIS CR. *Aktuální informace*, 2011(2), s. 1–11. ÚZIS ČR, Praha.
- Lee, J. H., Chae, S. C., Yang, D. H., Park, H. S., Cho, Y., Jun, J.-E., Park, W.-H., Sim, K., Lee, W. K., Kim, Y. J., Kim, K. S., Hur, S. H., Jeong, M. H. (2010). Influence of weather on daily hospital admissions for acute myocardial infarction (from the Korea Acute Myocardial Infarction Registry). *International Journal of Cardiology*. doi:10.1016/j.ijcard.2009.03.122.
- Le Tertre, A., Medina, S., Samoli, E., Forsberg, B., Michelozzi, P., Boumgbar, A., Vonk, J. M., Bellini, A., Atkinson, R., Ayres, J. G., Sunyer, J., Schwartz, J., Katsouyanni, K. (2002). Short-term effects of particulate air pollution on cardiovascular diseases in eight European cities. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 56, s. 773–779.
- Linares, C., Díaz, J. (2008). Impact of high temperatures on hospital admissions: comparative analysis with previous studies about mortality (Madrid). *European Journal of Public Health*, 18(3), s. 317–22. doi:10.1093/eurpub/ckm108.
- Loughnan, M. E., Nicholls, N., Tapper, N. J. (2008). Demographic, seasonal, and spatial differences in acute myocardial infarction admissions to hospital in Melbourne Australia. *International Journal of Health Geographics*, 7, s. 42. doi:10.1186/1476-072X-7-42.
- Ma, W., Xu, X., Peng, L., Kan, H. (2011). Science of the total environment impact of extreme temperature on hospital admission in Shanghai, China. *Science of the Total Environment*, 409(19), s. 3634–3637. doi:10.1016/j.scitotenv.2011.06.042
- Maitre, A., Bonneterre, V., Huillard, L., Sabatier, P., de Gaudemaris, R. (2006). Impact of urban atmospheric pollution on coronary disease. *European Heart Journal*, 27(19), s. 2275–84. doi:10.1093/eurheartj/ehl162.
- Mastrangelo, G., Hajat, S., Fadda, E., Buja, A., Fedeli, U., Spolaore, P. (2006). Contrasting patterns of hospital admissions and mortality during heat waves: Are deaths from circulatory disease a real excess or an artifact? *Epidemiologic Reviews*, 66, s. 1025–1028. doi:10.1016/j.mehy.2005.09.053.
- Mastrangelo, G., Fedeli, U., Visentin, C., Milan, G., Fadda, E., Spolaore, P. (2007). Pattern and determinants of hospitalization during heat waves: an ecologic study. *BMC Public Health*, 7, s. 200. doi:10.1186/1471-2458-7-200.
- Matzarakis, A., Mayer, H. (1997). Heat stress in Greece. *International Journal of Biometeorology*, 41(1), s. 34–9.

- Matzarakis, A., Mayer, H., Iziomon, M. G. (1999). Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, 43(2), s. 76–84.
- McMichael, A. J., Wilkinson, P., Kovats, R. S. (2008). International study of temperature, heat and urban mortality: the „ISOTHURM“ project. *International Journal of Epidemiology*, 37, s. 1121–1131.
- Mercer, J. B. (2002). Cold – an underrated risk factor for health. *Environmental Research*, 92, s. 8–13. doi: 10.1016/S0013-9351(02)00009-9.
- Michelozzi, P. (2004). Heat-waves in Italy: cause-specific mortality and susceptible sub-groups In: Ebi, K. L., Menne, B. (eds.). *Extreme Weather Events and Public Health Responses*. Report on WHO meeting, Bratislava, Slovakia. World Health Organization.
- Michelozzi, P., Kirchmayer, U., Katsouyanni, K., Biggeri, A., McGregor, G., Menne, B., Kassomenos, P., Anderson, H. R., Baccini M., Accetta, G., Analytis, A., Kosatsky, T. (2007). Assessment and prevention of acute health effects of weather conditions in Europe, the PHEWE project: background, objectives, design. *Environmental Health : a Global Access Science Source*, 6, s. 12. doi:10.1186/1476-069X-6-12.
- Michelozzi, P., Accetta, G., De Sario, M., D'Ippoliti, D., Marino, C., Baccini, M., Biggeri, A., Anderson, H. R., Katsouyanni, K., Ballester, F., Bisanti, L., Cadum, E., Forsberg, B., Forastiere, F., Goodman, P. G., Hojs, A., Kirchmayer, U., Medina, S., Paldy, A., Schindler, C., Sunyer, J., Perucci, C. A. (2009). High temperature and hospitalizations for cardiovascular and respiratory causes in 12 European cities. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 179(5), s. 383–9. doi: 10.1164/rccm.200802-217OC.
- Morabito, M., Modesti, P. A., Cecchi, L., Crisci, A., Orlandini, S., Maracchi, G., Gensini, G. F. (2005). Relationships between weather and myocardial infarction: a biometeorological approach. *International Journal of Cardiology*, 105(3), s. 288–93. doi: 10.1016/j.ijcard.2004.12.047.
- Moser, D. K., Mckinley, S., Dracup, K., Chung, M. L. (2005). Gender differences in reasons patients delay in seeking treatment for acute myocardial infarction symptoms. *Patient Education and Counseling*, 56, s. 45–54. doi:10.1016/j.pec.2003.11.011.
- Moser, D. K., Kimble, L. P., Alberts, M. J., Alonzo, A., Croft, J. B., Dracup, K., Evenson, K. R., Go, A. S., Hand, M. M., Kothari, R. U., Mensah, G. A., Morris, D. L., Pancioli, A. M., Riegel, B., Zerwic, J. J. (2006). Reducing delay in seeking treatment by patients with acute coronary syndrome and stroke. *Circulation*, 114, s. 168–182. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.106.176040.
- Musil, M. D. (2009). Rizika a prevence tromboembolické choroby. *Medicina pro praxi*, 6(10), s. 2–5.
- Nemmar, A., Hoet, P. H. M., Vanquickenborne, B., Dinsdale, D., Thomeer, M., Hoylaerts, M. F., Vanbilloen, H., Mortelmans, L., Nemery, B. (2002). Passage of inhaled particles into the blood circulation in humans. *Circulation*, 105(4), s. 411–414. doi: 10.1161/hc0402.104118.

- Netrdová, P. (2011). Prostorová analýza dat a geostatistika. [\*pdf prezentace]. Přednáška LS 2010/2011. PřF UK Praha.
- Nic Gabhainn, S., Kelleher, C. C., Naughton, a M., Carter, F., Flanagan, M., McGrath, M. J. (1999). Socio-demographic variations in perspectives on cardiovascular disease and associated risk factors. *Health Education Research*, 14(5), s. 619–28. Dostupné z: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10510070>>.
- Norris, A. R. (1998). Fatality outside hospital from acute coronary thre. *BMJ*, 316(7137), s. 1065–1070.
- Novák, M. (2007). Problematika komplexních thw indexů a její řešení v biometeorologické předpovědi ČHMÚ. In: Střelcová, K., Škvarenina, J., Blaženec, M. (eds.): “BIOCLIMATOLOGY AND NATURAL HAZARDS” International Scientific Conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, September 17–20, 2007, ISBN 978-80-228-17-60-8.
- Novák, M. (2011). Univerzální tepelný klimatický index UTCI – první testy. In: „Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí“ 31. konference České bioklimatologické společnosti 18.–20. května 2010, Úpice, ISBN 978-80-86303-26-0. s. 89–93.
- Ostro, B., Rauch, S., Green, R., Malig, B., Basu, R. (2010). The effects of temperature and use of air conditioning on hospitalizations. *American Journal of Epidemiology*, 172(9), s. 1053–61. doi: 10.1093/aje/kwq231.
- Oudin Åström, D., Bertil, F., Joacim, R. (2011). Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: A review of recent studies. *Maturitas*. doi:10.1016/j.maturitas.2011.03.008.
- Páldy, A., Bobvos, J., Vámos, A., Kovats, R. S., Hajat, S. (2005). The effect of temperature and heat waves on daily mortality in Budapest, Hungary, 1970–2000. In: Kirch, W., Menne, B., Bertollini, R. (eds.). *Extreme Weather Events and Public Health Responses*. World Health Organization. Berlin, Springer. ISBN 3-540-24417-4. s. 99–107.
- Pell, J. P., Cobbe, S. M. (1999). Seasonal variations in coronary heart disease. *QJM: An International Journal of Medicine*, 92, s. 689–696.
- Piotrowicz, K. (2009). The occurrence of unfavorable thermal conditions on human health in Central Europe and potential climate change impacts: an example from Cracow, Poland. *Environmental Management*, 44(4), 766-75. doi: 10.1007/s00267-009-9357-x.
- Plavcová, E., Kyselý, J. (2009). Comparison of the impacts of temperature extremes on mortality in Prague and other regions of the Czech Republic, 3 s. Příspěvek na mezinárodní konferenci Rozvoj společnosti a bioklíma Vztáhy, súvislosti a vplyv aktivít človeka na bioklimatické procesy v krajine Stará Lesná 5.–8. 10. 2009 [online]. Aktualizace 2009. [cit. 2011-8-9]. Dostupné z: <[http://www.ta3.sk/bioklima2009/Papers/Plavcova\\_Kysely.pdf](http://www.ta3.sk/bioklima2009/Papers/Plavcova_Kysely.pdf)>.

- Plavcová, E., Kyselý, J. (2010). Relationships between sudden weather changes in summer and mortality in the Czech Republic, 1986-2005. *International Journal of Biometeorology*, 54(5), s. 539–51. doi: 10.1007/s00484-010-0303-7.
- Powles, J., Kirov, P., Feschieva, N., Stanoev, M., Atanasova, V. (2002). Stroke in urban and rural populations in north-east Bulgaria: incidence and case fatality findings from a “hot pursuit” study. *BMC Public Health*, 2, 24 s.
- Riedl, O. (1971). Nemoci vnitřní. str. 197. In: Krivaničová, J. et al. (eds.) *Domácí lékař: moderní zdravotnický rádce*. Praha, Avicenum, 1971. 583 s.
- Rizzo, C., Bella, A., Viboud, C., Simonsen, L., Miller, M. a, Rota, M. C., Salmaso, S., Ciofi degli Atti, M. L. (2007). Trends for influenza-related deaths during pandemic and epidemic seasons, Italy, 1969–2001. *Emerging Infectious Diseases*, 13(5), s. 694–9.
- Robinson, P. J. (2001). On the definition of a heat wave. *Journal of Applied Meteorology*, 40(4), s. 762–775. doi: 10.1175/1520-0450(2001)040<0762:OTDOAH>2.0.CO;2.
- Rudge, J., Gilchrist, R. (2005). Excess winter morbidity among older people at risk of cold homes: a population-based study in a London borough. *Journal of Public Health (Oxford, England)*, 27(4), s. 353–8. doi:10.1093/pubmed/fdi051.
- Saez, M. (2000). Ischaemic heart disease mortality and weather temperature in Barcelona, Spain. *The European Journal of Public Health*, 10(1), s. 58–63. doi:10.1093/eurpub/10.1.58.
- Semenza, J. C., McCullough, J. E., Flanders, W. D., McGeehin, M. A., Lumpkin, J. R. (1999). Excess hospital admission during the July 1995 heat wave in Chicago. *American Journal of Preventive Medicine*, 16(4), s. 269–277.
- Schwartz, J., Samet, J. M., Patz, J. A. (2004). Hospital admissions for heart disease the effects of temperature and humidity. *Epidemiology*, 15(6), s. 755–761. doi:10.1097/01.ede.0000134875.15919.Of
- Schwartz, J., Morris, R. (1995). Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Detroit, Michigan. *American Journal of Epidemiology*, 142(1), s. 23–35.
- Sheridan, S. C., & Kalkstein, L. S. (2004). Progress in heat watch–warning system technology. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 85(12), s. 1931–1941. doi:10.1175/BAMS-85-12-1931.
- Slýblová, V. (1971). Nervová soustava a její nejčastější poruchy. str. 125. In: Krivaničová, J. et al. (eds.) *Domácí lékař: moderní zdravotnický rádce*. Praha, Avicenum, 1971. 583 s.

- Smoyer, K. E., Kalkstein, L. S., Greene, J. S., Ye, H. (2000). The impacts of weather and pollution on human mortality in Birmingham, Alabama and Philadelphia, Pennsylvania. *International Journal of Climatology*, 20(8), s. 881–897. doi: 10.1002/1097-0088(20000630)20:8<881::AID-JOC507>3.0.CO;2-V.
- Stafoggia, M., Forastiere, F., Agostini, D., Caranci, N., de' Donato, F., Demaria, M., Michelozzi, P., Miglio, R., Rognoni, M., Russo, A., Perucci, C. A. (2008). Factors affecting in-hospital heat-related mortality: a multi-city case-crossover analysis. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 62(3), 209–15. doi:10.1136/jech.2007.060715.
- Tanis, B. (2003). Oral contraceptives and the risk of myocardial infarction. *European Heart Journal*, 24, s. 377–80. doi: 10.1016/S0195-668X(02)00752-2.
- Turin, T. C., Kita, Y., Rumana, N., Nakamura, Y., Takashima, N., Muira, K., Ueshima, H. (2011). Increased risk of acute myocardial infarction during colder periods is independent of the conventional cardiovascular risk factors: *CVD Prevention and Control*, 6(3), s. 109–111. World Heart Federation. doi:10.1016/j.cvdpc.2011.04.003
- ÚZIS – Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR (2006). Výběrové šetření o zdravotním stavu a životním stylu obyvatel České republiky zaměřené na zneužívání drog. ISBN 80-7280-636-X. 84 s.
- Vobecká, J. (2009). Dojížděkový přístup k vymezení městského, příměstského a venkovského obyvatelstva. *Demografie*, 51, s. 14–22.
- Vandendorren, S., Suzan, F., Medina, S., Pascal, M., Maulpoix, A., Cohen, J.-C., Ledrans, M. (2004). Mortality in 13 French cities during the August 2003 heat wave. *American Journal of Public Health*, 94(9), 1518–20.
- Vandendorren, S., Empereur-Bissonnet, P. (2005). Health impact of the 2003 heat-wave in France. In: Kirch, W., Menne, B., Bertollini, R. (eds.). *Extreme Weather Events and Public Health Responses*. World Health Organization. Berlin, Springer. ISBN 3-540-24417-4. s. 81–87.
- Výborný, J. (1971). Kapitoly z chirurgie. str. 390. In: Krivaničová, J. et al. (eds.) *Domácí lékař: moderní zdravotnický rádce*. Praha, Avicenum, 1971. 583 s.
- Wang, Y., Levi, C. R., Attia, J. R., D'Este, C. a, Spratt, N., Fisher, J. (2003). Seasonal variation in stroke in the Hunter Region, Australia: a 5-year hospital-based study, 1995–2000. *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation*, 34(5), s. 1144–50. doi: 10.1161/01.STR.0000067703.71251.B6.
- Wang, X. U., Barnett A. G., Hu, W., Tong, S. (2009). Temperature variation and emergency hospital admissions for stroke in Brisbane, Australia, 1996–2005. *International Journal of Biometeorology: The Description, Causes, and Implications of Climatic Change*, 53(6), s. 535–541.

White, R. H. (2003). The epidemiology of venous thromboembolism. *Circulation*, 107(23 Suppl 1), s. I4–8. doi: 10.1161/01.CIR.0000078468.11849.66.

Whitman, S., Good, G., Donoghue, E. R., Benbow, N., Shou, W., Mou, S. (1997). Mortality in Chicago attributed to the July 1995 heat wave. *American Journal of Public Health*, 87(9), s. 1995–1998.

## 12.2 Internetové zdroje

Centnerová, L. (2000). Tepelná pohoda a nepohoda. *Vytápění větrání instalace*, 5/2000. [online]. Aktualizace 2011. [cit. 2011-11-2]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda>>.

ČSÚ – Český statistický úřad (2012a). Analýza: V republice pracuje čtvrt milionu důchodců – Vývoj ekonomické aktivity obyvatelstva (4. čtvrtletí 2011). [\*].doc – online]. Publikováno 3. 2. 2012. [cit. 2012-2-26]. Dostupné z: <<http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/informace/czam020312analyza12.doc>>.

IKEM – Institut klinické a experimentální medicíny. [online]. Aktualizace 2011. [cit. 2011-8-1]. Dostupné z: <<http://www.ikem.cz/>>.

Larsen, J. (2006). Setting the Record Straight: More than 52,000 Europeans Died from Heat in Summer 2003. *Earth Policy Institut*. [online]. Aktualizace 2006. [cit. 2011-8-1]. Dostupné z: <[http://www.earth-policy.org/plan\\_b\\_updates/2006/update56](http://www.earth-policy.org/plan_b_updates/2006/update56)>.

Lidovky.cz (7. 8. 2010). [online]. PRO SROVNÁNÍ: největší povodně v ČR. Aktualizace 2010. [cit. 2011-8-1]. Dostupné z: <[http://www.lidovky.cz/pro-srovnani-nejvetsi-povodne-v-cesku-dx9-/ln\\_domov.asp?c=A100807\\_142216\\_ln\\_domov\\_spa](http://www.lidovky.cz/pro-srovnani-nejvetsi-povodne-v-cesku-dx9-/ln_domov.asp?c=A100807_142216_ln_domov_spa)>.

Události (1. 4. 2012). Hlavní zpravodajská relace České televize. [video – online]. 1. 4. 2012. Reportáž – Změny ve zdravotnictví [čas 34:20] Dostupné z: <<http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1097181328-udalosti/212411000100401/diskuse/>>.

UTCI – Universal Thermal Climate Index [online]. Aktualizace 2012. [cit. 2012-2-22]. Dostupné z: <<http://www.utci.org>>.

VZP – Všeobecná zdravotní pojišťovna. V České republice je 55 % lidí s nadváhou a obezitou. [online]. Aktualizace 2012. [cit. 2012-2-22]. Dostupné z: <<http://www.vzp.cz/klienti/aktuality/pruzkum-obezity-2011>>.

### **12.3 Zdroje dat**

ČSÚ – Český statistický úřad (2012b). Statistická ročenka 2011 [data online]. Publikace 23. 11. 2011. [cit. 2012-2-26]. Dostupné z: <<http://www.czso.cz/csu/2011edicniplan.nsf/publ/0001-11-2010>>.

Sčítání lidu, domů a bytů (SLBD) 2001 – Pramenné dílo. [online]. Aktualizace 2011. [cit. 2011-8-1]. Dostupné z: <<http://notes2.czso.cz/csu/2005edicniplan.nsf/p/4132-05>>.

Meteorologická data: poskytl Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ)

Zdravotnická data: poskytl Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR (ÚZIS)