

VĚDECKÉ SPISY VYSOKÉHO UČENÍ TECHNICKÉHO V BRNĚ

Edice Habilitační a inaugurační spisy, sv. 667

ISSN 1213-418X

Vladimíra Šilhánková

**DOPADY ZMĚNY KLIMATU NA MĚSTA
V SOUČASNOSTI A V OBDOBÍ STAROVĚKU
(KOMPARACE A POUČENÍ
Z HISTORICKÉHO MATERIÁLU)**

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
Fakulta architektury

doc. Ing. arch. Vladimíra Šilhánková, Ph.D.

**DOPADY ZMĚNY KLIMATU NA MĚSTA
V SOUČASNOSTI A V OBDOBÍ STAROVĚKU
(KOMPARACE A POUČENÍ Z HISTORICKÉHO
MATERIÁLU)**

THE CLIMATE CHANGE IMPACTS ON CITIES IN MODERN TIMES
AND ANTIQUITY
(THE COMPARISON AND THE IMPORT OF HISTORY)

TEZE PŘEDNÁŠKY
K PROFESORSKÉMU JMENOVACÍMU ŘÍZENÍ
V OBORU
ARCHITEKTURA A URBANISMUS



BRNO 2020

KLÍČOVÁ SLOVA

město, současná města, starověká města, klima, změna klimatu, adaptace, resilience

KEYWORDS

city, contemporary cities, ancient cities, climate, climate changes, adaptation, resilience

© Vladimíra Šilhánková, 2020

ISBN 978-80-214-5897-0

ISSN 1213-418X

Obsah

Úvod	5
1. Klima a klimatické podmínky jako důležitá součást života měst	7
1.1. Klasifikace klimatu.....	7
1.2. Vliv klimatu na urbánní strukturu a architekturu	8
1.3. Vliv architektury na klima.....	15
1.4. Posuny klimatických pásem a jejich predikce.....	16
1.5. Změny klimatu v retrospektivě.....	17
1.6. Korelace mezi změnami klimatu a vývojem sídel.....	18
2. Dopady změny klimatu – počasí a jeho „divočení“	25
2.1. Přívalové deště a přívalové povodně.....	26
2.2. Plošná povodeň.....	26
2.3. Extrémní (nízké) srážky a sucho	26
2.4. (Dlouhodobě) extrémně vysoké teploty a tepelné ostrovy -UHI	26
2.5. Extrémní větrné projevy	28
3. Historické příklady vlivu klimatu na rozvoj měst.....	29
3.1. Města a přívalové srážky	31
3.2. Města a povodně.....	33
3.3. Města a sucho	34
3.4. Města a teplota.....	36
3.5. Města a vítr.....	37
4. Poučení z historických příkladů. Jak by mělo vypadat adaptované a tudíž resilientní město?.....	37
Závěr	39
Literatura	39
Summary	44

PŘEDSTAVENÍ AUTORKY

doc. Ing. arch. Vladimíra Šilhánková, Ph.D.

narozena 9. února 1971, Hradec Králové

architektka-urbanistka, specialistka na oblast územního rozvoje, teoretička v oblasti urbanismu a prostorového plánování s řadou publikovaných původních výzkumných prací, vysokoškolská pedagožka v oblasti urbanismu, územního plánování a regionálního rozvoje, organizátorka a iniciátorka propagace a prezentace architektury a urbanismu, místní a regionální politička se zaměřením na urbanismus a územní rozvoj a jeho prosazování v praxi



Pracovní praxe

- 1995 – 1997 Magistrát města Brna, Útvar hlavního architekta, urbanista – pořizovatel
- 2000 – 2008 Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, externí vyučující
- 1997 – 1999 Úřad města Hradec Králové, Útvar hlavního architekta, hlavní architektka
- 2000 – 2004 Magistrát města Hradec Králové, Odbor strategického rozvoje města, expert strategií územního rozvoje
- 2000 -2014 Universita Pardubice, Ekonomicko – správní fakulta výuka v oboru Regionální rozvoj
- 2013 – dosud Vysoká škola regionálního rozvoje Praha pak Vysoká škola regionálního rozvoje a Bankovní institut – AMBIS Praha, 2013-2017 prorektorka pro vědu a tvůrčí činnost, 2017-2019 prorektorka pro zahraniční vztahy a od 2018 prorektorka - ředitelka Institutu regionálního rozvoje, Garantka oboru Management rozvoje měst a regionů
- od 2020 České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií

Nejvýznamnější vědecké a výzkumné projekty

- 1996 Metodika operativního zlepšení veřejného prostoru, SPA grant vlády USA
- 2001 – 2003 Veřejné prostory v územně plánovacím procesu, Grantová agentura ČR
- 2004 – 2006 Veřejné prostory jako prostředek pro podporu místního cestovního ruchu, MMR ČR
- 2004 – 2006 Rekonverze a revitalizace vojenských areálů v urbánním a sociálně-ekonomickém prostředí našich měst, MMR ČR
- 2005 – 2006 Suburbanizace – hrozba fungování malých měst, MMR ČR
- 2005 – 2006 Moderní architektura jako nový fenomén cestovního ruchu, MMR ČR
- 2007- 2011 Indikátory trvale udržitelného rozvoje jako nástroj sledování a snižování disparit v úrovni obyvatelstva jednotlivých regionů, MMR ČR
- 2014-2015 Sledování vývoje změn v území (územní dynamika) jako nástroj pro sledování a snižování disparit regionů, TAČR TD020281
- 2014-2015 Strategické plánování obcí, měst a regionů: výzvy, problémy, možnosti řešení, TAČR
- 2015-2016 Adaptace sídel na změnu klimatu, EHP a Norské fondy

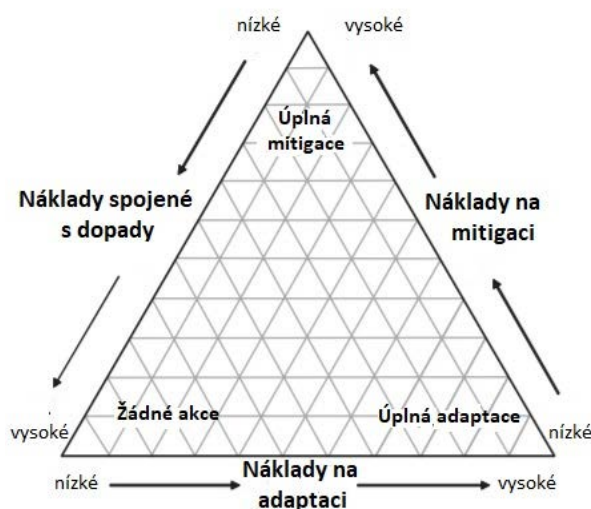
Úvod

Města, jejich urbanismus a architekturu můžeme chápat jako nejvyšší projev každé civilizace. Jsou průsečíkem ekonomické, sociální a kulturní úrovně té které doby. Města a jejich život se v čase proměňují, a to nejen působením vnitřních sil, ale i vlivů vnějších, člověkem mnohdy jen málo ovlivnitelných nebo zcela neovlivnitelných, jako je zejména přírodní prostředí. Již od nejstarších dob se lidé a města, v nichž žili, museli vypořádávat s těmito vnějšími vlivy. Někdy byli úspěšní a město a jeho architektura se pak rozvíjeli dál, jindy byli neúspěšní a město upadlo nebo dokonce zaniklo. Vývoj stavby měst nám přináší mnoho takových příkladů. Ani města v současnosti nejsou postavena mimo tento „koloběh života“ a i ona a my s nimi se musíme vypořádávat s měnícími se podmínkami. Jednou z velkých změn, před kterou jsme dnes postaveni, a která je široce diskutována a medializována, je otázka dopadů změny klimatu na naši společnost, a samozřejmě také na naše města.

V této souvislosti musíme hned na úvod uvést několik základních pojmů, které se v diskusi o změně klimatu a jejích dopadech nejčastěji vyskytují. Je to především pojem *resilience*, která je obecně definována jako schopnost socioekonomického systému absorbovat stresy způsobené změnou klimatu s tím, že si zachová své základní funkce a bude schopen se rekonfigurovat tak, aby zvýšil svou udržitelnost a pojem *adaptace*, která je chápána jako provázaný soubor strukturálních a technologických opatření, právních, institucionálních a administrativních nástrojů, tržních nástrojů a lokálních aktivit. (Pondělíček, Bízek, 2016) Dále pak je ještě třeba zmínit pojem *mitigace*, což je zmírňování příčin a zejména ovlivňování klimatu a předcházení klimatickým změnám. Jedná se např. o plánované snižování emisí skleníkových plynů. Cílem mitigace je vytvoření systému nízkouhlíkového hospodářství a obnovy přirozeného skleníkového efektu atmosféry. (CzechGlobe, ©2020)

Níže je uveden schematický přehled vzájemných vztahů jednotlivých možností vypořádání se s klimatickými změnami (podle Holdridge 1947 in Parry et al., 2007). Jedná se o využití mitigace, adaptace a nečinnosti. Z tohoto sestaveného schématu je patrné, že při nečinnosti jsou vysoké náklady na dopady klimatických změn.

Obr. 1. Schematický přehled nákladů spojených s mitigací, adaptací a nečinností



Zdroj: Parry et al., 2007

Otázky spojené se změnami klimatu, a zejména s globálním oteplováním, navázaly přibližně na přelomu tisíciletí na předchozí diskusi o stavu životního prostředí a udržitelnosti (sustainability). První reakcí bylo vyhlášení „boje proti změně klimatu“, kterou např. Evropská unie v roce 2010 včlenila do Strategie Evropa 2020. Tehdy „boj proti změně klimatu patřil mezi 5 hlavních cílů regionální politiky a EU v rámci programovacího období pro roky 2007 – 2013 vyčlenila 30% ze svého rozpočtu na regionální politiku, který představoval 347 miliard EUR. (DotaceEU.cz ©2018) Protože se ale záhy teoreticky i prakticky ukázalo, že ať již náš „boj“ se změnou klimatu bude jakkoli velký, klimatická změna zcela neoddiskutovatelně i nadále probíhá, historicky probíhala a i nadále probíhat bude. (blíže např. in Svoboda, 2009, Metelka a Tolasz, 2009)

Ponechme na jiných diskusích, zda současná změna klimatu je způsobena člověkem zcela, částečně či vůbec, protože z pohledu architektury a urbanismu tento typ diskuse není klíčový. Naopak **klíčová je otázka jak města měnícím se podmínkám přizpůsobit, tedy jak je adaptovat a jak zvyšovat jejich resilienci tj. jak zvyšovat odolnost vůči objevujícím se nepříznivým vlivům.**

Jak v oblasti resilience, tak i adaptace, probíhá v současné době celá řada výzkumů. Např. projekt Adaptace sídel na změnu klimatu (www.adaptacesidel.cz, 2015-2016), na němž autorka významně participovala, a který měl za cíl vytvořit „návody“ - metodiky pro města a obce, jak resilienci a adaptaci v praxi provést, nebo projekty KLIMADAPT (www.timur.cz, 2016), Klimaticky odpovědné město (CI2, 2017) a řada dalších. Všechny tyto aktivity jsou ale orientovány na aktuální stav a aktuální situaci, aniž by měly prostor se otázkám změn klimatu a z toho plynoucích změn v životních podmínkách jednotlivých měst věnovat v širších časoprostorových souvislostech. Přitom vývoj stavby měst od nejstaršího historického období je plný příkladů úspěšných i neúspěšných adaptačních a resilienčních strategií. **Tato práce si proto klade za cíl nalézt vhodné příklady tak, abychom mohly z těchto historických příkladů vyvodit poučení pro současnost.**

Samozřejmě, že by nebylo smysluplné, a ani by to nebylo v silách jednoho člověka, prozkoumat všechna města a všechna časová období jejich vývoje. Vhodné je zkoumat zejména města globalizovaných světových systémů, která se alespoň řádově blíží městům našim, a to co do velikosti, tak co do složitosti či komplexity. Na první pohled by se mohlo zdát, že takové globalizované systémy v historii nejsou, ale při bližším ohledání můžeme zjistit, že sice *v dějinách existuje jen málo příkladů takovýchto globalizovaných světových systémů, ale ten z doby bronzové i ten dnešní představují nejzřetelnější příklady a paralely mezi nimi jsou mimořádně zajímavé.* (Cline¹, 2019). Naše další zkoumání tedy opřeme zejména o období doby bronzové, byť *někteří se mohou domnívat, že svět doby bronzové a naší současné technologické kultury srovnávat doopravdy nelze. Přesto je mezi nimi dost podobností – včetně diplomatických misí, ekonomických embarg, mezinárodních intrik a záměrných vojenských dezinformací, klimatických změn a období sucha...* (Cline, 2019) Je třeba dodat, že srovnatelná jsou i města jako taková, a to ať již svou velikostí, tak vybaveností. S trochou nadsázky lze říci, že města pozdní doby bronzové měla veškeré vybavení, která mají města naše s jedinou výjimkou, a to jsou rozvody a technologie založené na elektrickém proudu. Jejich resilienční a adaptační strategie tak pro nás mohou být velmi poučné.

Metodickým základem práce je analyticko-syntetická metoda založená na studiu literárních pramenů (vč. dostupných publikací a obrazového materiálu na relevantních internetových serverech) doplněná o terénní průzkum na místech samých tam, kde je to v současnosti z geopolitického a bezpečnostního hlediska možné.

¹ Eric H. Cline je ředitelem Archeologického institutu na Univerzitě George Washingtona ve Washingtonu D. C.

1. Klima a klimatické podmínky jako důležitá součást života měst

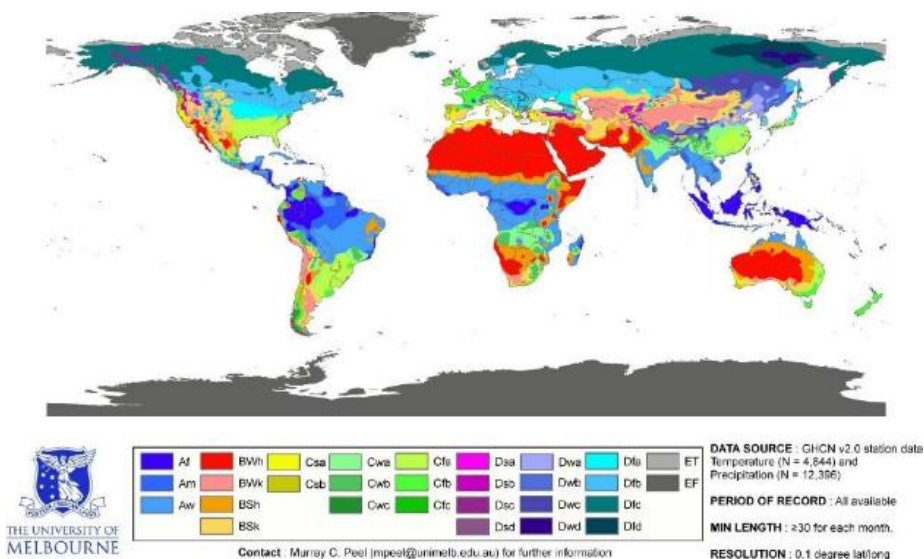
Klima je definováno jako „průměrný fyzikální stav atmosféry spolu s jeho proměnlivostí v prostoru i v čase v daném místě nebo v dané oblasti, který se projevuje charakteristickým počasím pro jednotlivé roční doby v období mnoha let“ (Moldan, 2009). Výraz klima nebo také podnebí je tedy statistickým vyjádřením povětrnostních podmínek, které jsou ovlivněny rozložením a intenzitou vlhkosti, různými druhy srážek, oblačností, intenzitou větrů a např. také tlakem vzduchu. (Fry, 2012)

Jak píše Svoboda (2009) „pod vlivem sdělovacích prostředků bychom mohli nabyt dojmu, že existuje nějaký vyrovnaný klimatický chod, který je dnes svévolně ničen člověkem“ a jako následek tohoto svévolného ničení pak nastávají nepříznivé jevy, jako jsou na jedné straně povodně a přívalové srážky, na straně druhé pak sucha, teplotní extrémny (ať již se jedná o extrémně nízké teploty nebo naopak o stoupající teplotu a vznik tepelných ostrovů). Tyto extrémní projevy dnes nazýváme „divočení počasí“ (blíže k popisu dopadů divočení počasí dále v textu nebo in Pondělíček a Bízek, 2016, Šilhánková a Pondělíček, 2014a, 2014b a 2014c). Přitom přirozená změna klimatu je nedílnou součástí fungování planety. V porovnání s lidským životem se jedná o proces, který probíhá velice pomalu v rozmezí několika desítek tisíc let. V rámci této přirozené změny docházelo historicky ke střídání teplejších, a naopak chladnějších období, období, která byla sušší a naopak těch, která byla vlhčí. (Tolasz, 2007) Neměli bychom zapomínat ani na to, že tyto proměny nemusí být vždy negativní. Nicméně je třeba si uvědomit, že klima má na stav našeho životního prostředí, uspořádání a fungování měst zásadní vliv.

1.1. Klasifikace klimatu

Jak je všeobecně známo, klima není na všech místech stejné, a proto je různě klasifikováno. Klasifikace klimatu je nejčastěji prováděna hodnocením teplotních, srážkových nebo vlhkostních charakteristik. Mezi nejrozšířenější a nejpoužívanější klasifikace patří klasifikace Köppenova, která vyděluje pět základních klimatických pásů A-E, které dále člení podle ročního režimu teploty a srážek na klimatické typy. Základními klimatickými typy jsou: (A) pás vlhkého tropického klimatu, (B) pás suchého klimatu, (C) pás mírného klimatu, (D) pás mírného studeného (boreálního) klimatu a (E) pás polárního, studeného (sněžného) klimatu. (Farský, Matějček, 2008)

Obr. 2. Rozložení Köppenových klimatických pásů na planetě



Zdroj: Peel et al., 2007

Jednotlivé klimatické pásy pak můžeme podle Farského a Matějčka (2008) charakterizovat následovně:

(A) Pás vlhkého tropického klimatu se vyznačuje průměrnými měsíčními teplotami nad 18 °C, malou roční teplotní amplitudou (do 6 °C), neprojevuje se zde chladné roční období, má průměrný roční úhrn srážek nad 750 mm a projevy pasátového a monzunového proudění. Dělí se dále na typ Af – vlhké tropické pralesy, Aw – savany, které mají výraznou suchou periodu. Pás tvoří 36,1% povrchu Země.

(B) Pás suchého klimatu se vyznačuje malými srážkami a vysokým potenciálním výparem. Hranice jsou určeny poměrem mezi průměrnou roční teplotou vzduchu a průměrným ročním úhrnem srážek. Dělí se na typ BS – klima stepí, který patří mezi nejrozsáhlejší na pevnině a BW – klima pouští. Celkově zabírá 10,6% povrchu Země.

(C) Pás mírného klimatu je pás s typicky proměnlivým počasím a výraznou cyklonální činností. Rok má typická roční období, kdy v zimě je nepravidelný výskyt sněhové pokrývky. Dělí se dále na typ Cw – mírně teplé klima se suchou zimou, Cs – mírně teplé klima se suchým létem, Cf – mírně teplé klima s rovnoměrným rozložením srážek během roku. Tento pás zabírá 27,2% povrchu Země.

(D) Pás mírného studeného (boreálního) klimatu se nachází pouze na severní polokouli, a to díky rozložení pevniny. Jižní hranici určuje izoterma -3 °C nejchladnějšího měsíce a severní hranici izoterma 10 °C nejteplejšího měsíce v roce, která je také i hranicí lesa. Dělí se na typy Dw – suchá zima (zabajkalský typ), Df – rovnoměrné rozložení srážek během roku – tento typ patří mezi nejrozsáhlejší na pevnině. Tento typ zaujímá jen 7,3% povrchu Země.

(E) Pás polárního, studeného (sněžného) klimatu je pás s mírnou až velmi studenou zimou, většinou se zápornými teplotami, malé úhrny srážek jsou většinou sněhové. Dělí se na typ ET – tundra, s teplotou nejteplejšího měsíce 0 až 10 °C, EF – klima věčného mrazu, kde teplota nejteplejšího měsíce nevystoupí nad 0 °C, EH – klima vysokohorských oblastí mírných až nízkých zeměpisných šířek. Pás zaujímá 18,8% povrchu Země.

Toto základní dělení nám pak může pomoci při stanovování typologie urbanistické nebo i architektonické, neboť lze vysledovat, že urbánní struktury a typologie architektury se mezi jednotlivými klimatickými typy proměňuje.

1.2. Vliv klimatu na urbánní strukturu a architekturu

Jak již bylo naznačeno, urbánní struktury i architektura (zejména v minulosti) velmi citlivě reagovala na místní prostředí a na místní klimatické podmínky, které jí dávaly základní ráz. Je obecně známo, že města a domy v horkém prostředí mají úzké ulice a malá okna a naopak tam, kde jsou dlouhé zimy a málo slunce jsou ulice širší a domy s okny velkými, aby zachytily alespoň to málo slunce, které zde svítí.

Poloha sídla tak má zásadní význam již při jeho zakládání, a je-li správně zvolena, umožňuje příznivý rozvoj sídla, v opačném případě vede ke stagnaci, přemístění nebo dokonce zániku sídla. Při výběru sídelní lokality se historicky uplatňovala v první řadě dostupnost pramenů pitné a užitkové vody, dále hledisko obrany, ochrany před větrem a nepohodou, oslunění apod. Otázkou typologie „polohy“ sídla v krajině se v minulosti zabývala celá řada autorů (Fiala, 1959, Krásný, 1962 či Vágner, 1982 a Němec, 1983). Z mladší generace pak zejm. Halík, Kratochvíl a Nový (1996). Ze zahraničních autorů bychom pak měli jmenovat např. Anase, Arnotta a Smalla (1988) nebo Scheera (2010). Zcela výjimečný je pak o něco starší přístup Norberga-Schulze (1994). Zajímavé ale je, že urbanistická teorie nám zatím nenabízí žádný systematický pohled na typologii sídel z hlediska klimatických, případně bioklimatických typů, byť fyzická geografie zná řadu přístupů k dělení podnebných pásem, která samozřejmě vytvářejí rámec pro utváření sídel jako takových. V této souvislosti bychom měli zmínit práci Ferrãoa a Fernãndeze (2013) a Soleckiho a kol. (2015), kteří se snad jako jediní věnovali i otázkám typologie sídel z hlediska dopadů změny

klimatu (nikoli ale klimatu jako takového), přičemž typologické rozdělení urbánních struktur a základních prvků městské architektury podle klimatu, v němž vznikly a fungují, může být klíčem k nejrůznějším adaptačním a resilienčním strategiím při přizpůsobování se na dopady změny klimatu v naší současné praxi. Zajímavé je, že dosud žádný autor nepředložil návrh typologie měst a jejich architektury podle klimatu, ve kterém se nacházejí. Autorka se o to proto pokusila alespoň dílčím způsobem. Pro hledání typologické shody se pokusíme využít tradičních tj. „předmoderních resp. předglobalizovaných“ typů sídel a jejich typických architektonických projevů.

(A) Pás vlhkého tropického klimatu

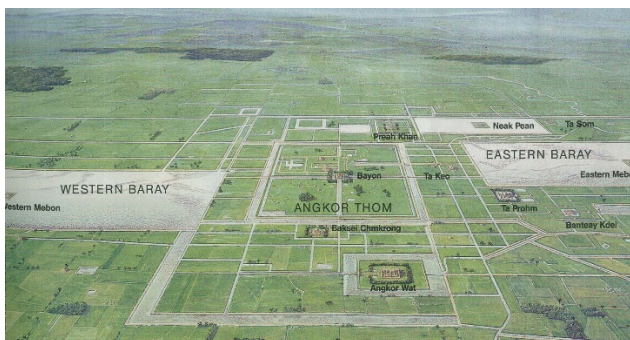
Z obrázku 2 vyplývá, že se pás vlhkého tropického klimatu vyskytuje v oblasti střední Ameriky a severní části Jižní Ameriky, dále v oblasti rovníkové Afriky a části Madagaskaru, v převážné části Indie a na Srí Lance a dále v oblasti Indočíny a Oceánie. Jako srovnávací typologický materiál by nám proto mohla sloužit sídla Mezoameriky – aztécká, olmécká a mayská, část kultury indické a kultury Srí Lanky a vedle toho sídla v oblasti Indočíny – khmérská, barská a thajská. Z hlediska urbánních struktur můžeme říci, že se zde vyskytují poměrně rozsáhlá sídla založená na pravidelné uliční osnově s výraznou hlavní městskou osou či pravouhlým křížením dvou hlavních městských os doplněná o vodní prvky resp. vodní plochy, které buď ohraničují město jako celek jeho centrální část. Jádrem města jsou pak monumentální architektury chrámů (či chrámů doplněných hrobkami) často v podobě stupňovitých pyramid, a to napříč kontinenty. Jako příklady můžeme uvést srovnání struktury Teotihuacánu resp. Chichén Itzá Mexiku a Angkor Thomu či Koh Keru v Kambodže.

Obr. 3. Teotihuacán, Mexiko



Zdroj: Flickr 2008

Obr. 4. Angkor Thom, Kambodža



Zdroj: propagační materiály archeologické lokality, navštíveno 7.2.2019

Obr. 5. Koh ker, Kambodža



Zdroj: vlastní foto 10.2.2017

Obr. 6. Chichén Itzá, Mexiko



Zdroj: vlastní foto 9.9.2013

Obr. 7. Angkor Thom, Kambodža



Zdroj: vlastní foto 2.2.2013

Obr. 8. Tivanka, Srí Lanka



Zdroj: Národní muzeum v Kolombu, foceno 10.2.2018

(B) Pás suchého klimatu

Tento klimatický pás zahrnuje např. území Egypta, Izraele resp. Palestiny, území dnešního Turecka a starověké Mezopotámie či území protoindické civilizace tj. kulturu Harrapskou. Je to území, na němž jsou doložena nejstarší sídla světa, ať již jde o Jericho či Damašek, Harrapu či Mohendžo Daro, ale také Ur či Eridu a mnoho dalších měst sumerských, akkadských a perských.

Obr. 9. Rekonstrukce obytných domů neolitického Jericha (10.500 a 9.000 př. Kr.)



Zdroj: Wong, 2006

Obr. 10. Sumerský Ur cca v letech 3.360-2.400 př. Kr.



Zdroj: Pinterest

Jak patrně z obrazových materiálů sídel v tomto klimatickém pásu, lze mezi nimi opět vysledovat podobnosti v urbánní struktuře. Struktura města sice není zdaleka tak pravidelná, jako v předchozích případech, nicméně i zde můžeme najít společné rysy ve formování základní struktury, která je převážně založena na pravoúhlém rastru se čtvercovými či obdélnými domy, které měly ploché (často obytné) střechy. Sídla byla opevněna a většina z nich měla i citadelu resp. další opevněnou část pro nobilitu. Tyto dominantní struktury můžeme srovnat s pyramidami popsanými v předchozím klimatickém pásu, ať již se jedná o dominanty měst harappské kultury např. Citadela v Mohendžo Daru, která představovala administrativní a správní centrum města, nebo sumerské zikkuraty, které byly jádrem chrámovo-palácového okrsku snad všech sumerských a později i akkadských měst v oblasti Mezopotámie.

Obr. 11. Citadela v Mohendžo Daru



Zdroj: Ancient Origins © 2013 - 2018

Obr. 12. Soudobá rekonstrukce zikkuratu v Uru z doby III. urské dynastie (2030 př. Kr.)



Zdroj: foto J. Chaloupský, 90. léta 20. stol., soukromý archiv

Z hlediska dominantních struktur v případě egyptských měst nemůžeme hovořit o pyramidách jako o dominantách města, nicméně zejména i zde můžeme najít prostorové paralely v podobě pyramid, která byla jádry nikoli měst (živých), ale dominantami „měst mrtvých“. Jako příklad můžeme uvést Džoserovu pyramidu v Sákkaře, kde lze vystopovat prostorovou paralelu s mezopotámskými zikkuraty i s pyramidami mezoamerickými (např. Chichén Itzá) i indočínskými (př. Koh Ker), a to i přesto, že mezi nimi jsou nejen vzdálenosti několika tisíců kilometrů, ale (dle aktuálně dostupné datace²) i několika set či tisíců let. Vývoj pyramid v Egyptě, ale záhy nabral jiný směr, jak dokumentují pyramidy v Gíze, byť dřívější stupňovitost zůstala zachována na menších pyramidách královen, jak dokládá obr. 14.

Obr. 13. Džoserova pyramida v Sákkaře z cca poloviny 26. stol. př. Kr.



Zdroj: Petr Zítek © 2005-2016

Obr. 14. Pyramidy v Gíze z 25. stol. př. Kr.



Zdroj: Petr Zítek © 2005-2016

(C) Pás mírného klimatu

Lze zde opět najít jedny z nejstarších sídelních areálů, ať se již jedná o Çatal Höyük či Haçilar (blíže in Šilhánková, 2017) nebo mladší sídelní struktury palestinské zejm. Jeruzalém, ale i Beit She'an, Megido, Arad, Lakíš a řada dalších (blíže in Jepsen, 1987, Šilhánková, 2020). Dále sem lze zařadit starší sídla východního Středomoří, jako jsou sídla kultur mínojské a mykénské (blíže in Šilhánková, 2019). Podobně jako u předchozího typu nacházíme struktury založené na sice nepravidelném, ale pravoúhlém uspořádání.

² K problematice datace urbánních struktur např. in Šilhánková a Pondělíček, 2018.

Obr. 15. Rekonstrukce urbánní struktury Čatal Höyüku (cca 7500 až 5700 př. Kr.)



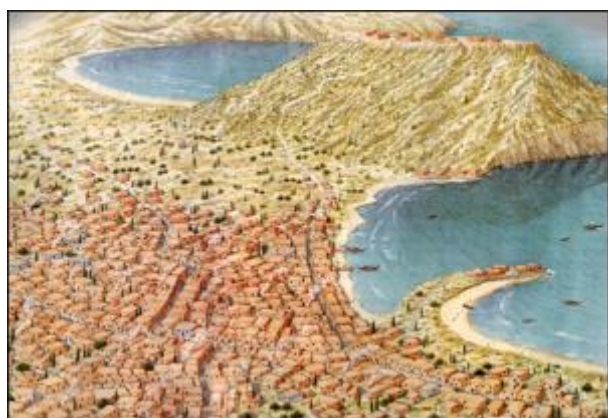
Zdroj: Open Air Museum, foceno 9. 3. 2015

Obr. 16. Model Jeruzaléma z doby krále Davida tj. cca ve 12. stol. před Kr.



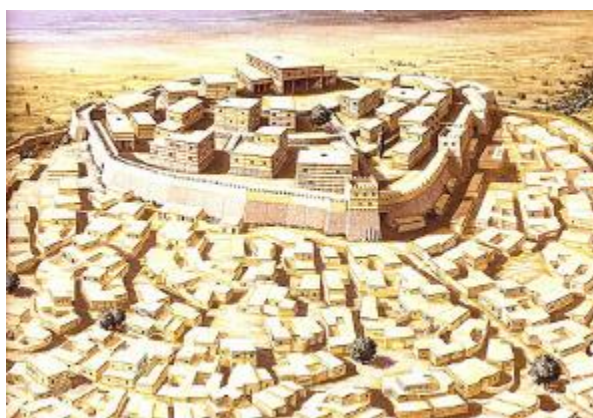
Zdroj: Jerusalem 101

Obr. 17. Palaikastro, Kréta



Zdroj: Archaeological Site of Palaikastro

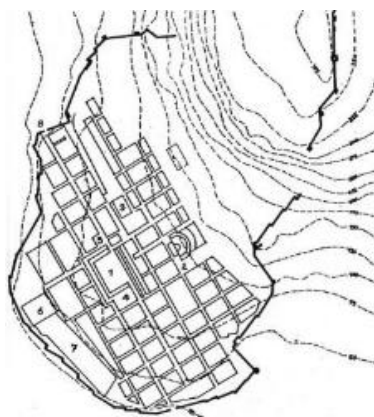
Obr. 18. Rekonstrukce Tróji II



Zdroj: Trójské muzeum, vlastní foto

Následné řecké a na ně navazující římské urbánní projevy na výše popsané a zobrazené typy v zásadě navazují. Např. Bouzek (1979) poznamenává, že „mykénský typ královského domu byl převzat v pozdějším Řecku za chrám nesmrtelných bohů a stal se půdorysným základem, ze kterého se rozvinula většina variant řecké chrámové architektury”. Následný vliv Řeků na římskou stavbu měst není snad třeba podrobněji dokazovat.

Obr. 19. Řecké město Priéne



Zdroj: Koutný, 2016

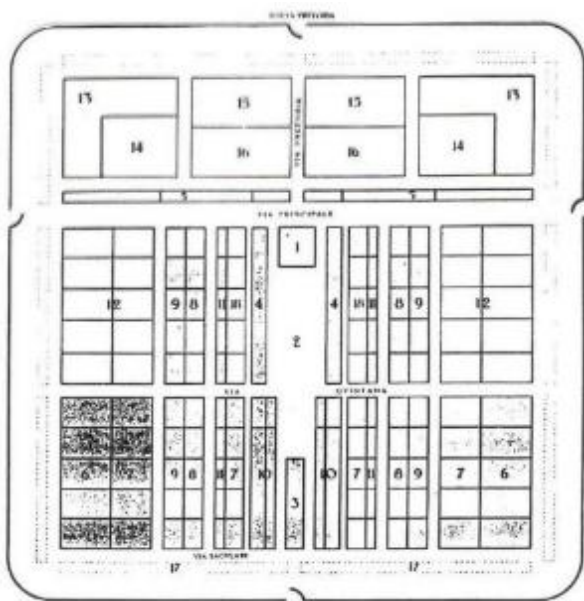
Obr. 20. Římské město Timgad



Zdroj: Koutný, 2016

Nejrozšířenějším projevem římské stavby měst byly vojenské tábory – castra, které se na řadě míst transformovaly na regulérní města.

Obr. 21. Římské castrum



Zdroj: Koutný, 2016

Obr. 22. Carnuntum, rekonstrukce



Zdroj: Römerstadt Carnuntum, foto vlastní 26. 10. 2017

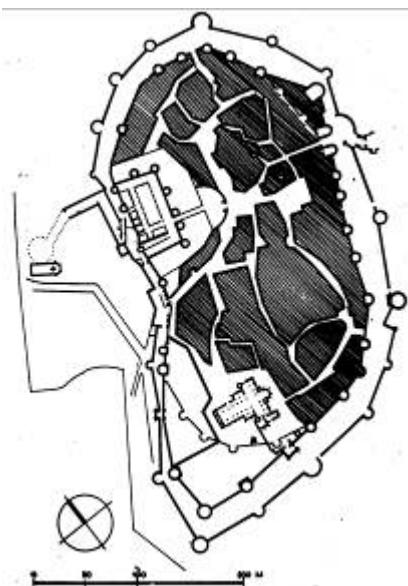
Zajímavé ale je, že se v Evropě hranice pásu mírného klimatu (na obrázku 2 vyznačená odstíny žluté a zelené barvy) víceméně kryjí s hranicí říše Římské a tudíž i rozšířením jejich urbánních projevů.

(D) Pás mírného studeného (boreálního) klimatu

Tento pás je z hlediska urbánních projevů velmi zajímavý, protože zahrnuje značnou část Evropy – východ Německa, střední Evropu, východní Balkán, ale také celou Skandinávii, Pobaltí, Ukrajinu a prakticky celé Rusko (s výjimkou nejsevernějších částí Sibíře), stejně tak jako sever USA a Kanadu (opět s výjimkou jejích nejsevernějších částí). Urbánní projevy jsou zde výrazně mladší, než v předchozích klimatických pásích. S výjimkou protourbánních struktur zejm. keltských a částečně germánských se v tomto pásu v Evropě města objevují až v období středověku tj. v období 10. a 11. století a v Americe až v důsledku její kolonizace Evropany. Urbánní kultura se šíří z Francie a Německa dále k východu a severovýchodu a vychází ze stejných postupů a vzorů.

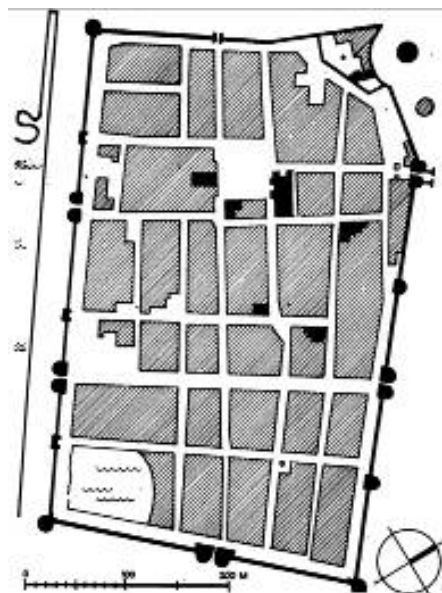
V zásadě můžeme napříč pásu mírného studeného (boreálního) klimatu v Evropě rozlišit dva základní přístupy k urbánním strukturám, a to města rostlá a města založená. „*Charakteristikami rostlého středověkého města jsou: koncentrický obrys, pravidelně založené jedno nebo více náměstí, nepravidelná struktura uliční sítě, výšková dominanta chrámu (radnice), hradby, dílčí odlišnosti v jednotlivých zemích Evropy.*“ (Šilhánková a Koutný, 2013)

Obr. 23. Rostlé město Carcasone, Francie



Zdroj: Šilhánková a Koutný, 2013

Obr. 24. Založené město - Aigues Mortes, Francie

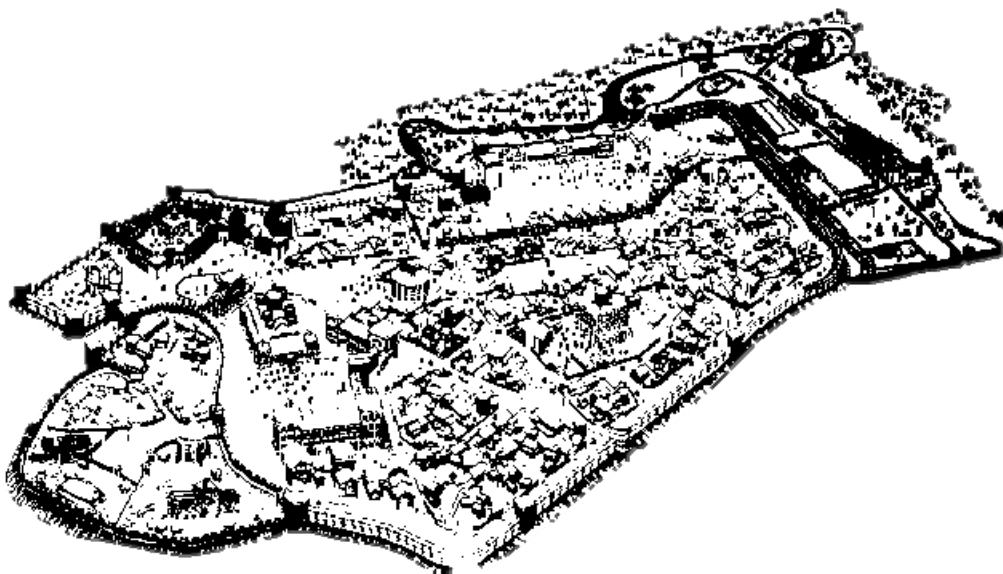


Zdroj: Šilhánková a Koutný, 2013

Základními charakteristikami založeného středověkého města jsou pravidelný nebo koncentrický obrys, pravidelně založené náměstí či soustava náměstí s nejvýraznější zástavbou, pravidelná struktura uliční sítě s kompaktní zástavbou, výšková dominanta chrámu (chrámů), radnice, zděné hradby se střílnami a případně i vodním příkopem. Pravidelná (pravoúhlá) osnova u měst založených vycházela ze zjednodušeného schématu římského města a rozvinula se množství různých prostorových typů. (Šilhánková a Koutný, 2013)

Jak již bylo naznačeno výše, prostorové rozložení pásu mírného studeného (boreálního) klimatu se omezuje na severní polokouli a protože v předkolumbovské Americe v tomto pásu města nevznikala a města v Evropě pochází ze stejného kulturního jádra, lze jen těžko najít srovnávací materiál z doby, kdy dosud nedošlo ke kulturnímu propojení jednotlivých oblastí. Jedinou možností ke srovnání by tak mohla být města ruská resp. ukrajinská. I když zde jde spíše o přebírání vzorů byzantských resp. blízkovýchodních, než o samostatně vzniklé urbánní projevy.

Obr. 25. Rekonstrukce Kyjeva z období 5.- 8. stol. po Kr.



Zdroj: Ancient Kiev

Jak patrně z výše uvedené rekonstrukce, urbánní struktura je obdobná strukturám rostlých měst evropských, byť ale není možné říci, že zde nedošlo ke vzájemnému ovlivnění či kulturnímu přenosu buď přímému, nebo zprostředkovanému. Tato města jsou charakteristická palácovochrámovým okrskem – kremlm či kremlinem, který je oproti ostatnímu městu samostatně opevněn. Vlastní město má pak rozvolněnou strukturu bez pevné uliční sítě a na řadě míst se skládá ze samostatných (často také ještě vnitřně opevněných) dvorců. V každém případě je ale možné říci, že v pásu mírného studeného (boreálního) klimatu jsou oproti pásům výše zmiňovaným urbánní projevy mladší a v zásadě odvozené.

(E) Pás polárního, studeného (sněžného) klimatu

Posledním klimatickým pásem je pás polárního, studeného (sněžného) klimatu, který ale není z hlediska urbánních projevů příliš zajímavý, protože zahrnuje nejsevernější části Kanady a Sibíře, Grónsko a Antarktidu, kde se s městy jako takovými v historickém období prakticky nesetkáváme. Současná města, pokud zde existují, jsou jednoznačně odvozena od typologie měst předchozích klimatických pásů.

Z letmého náhledu (který by si zasloužil více rozpracovat, na což ale v této stati není dostatek prostoru) vyplývají zajímavé poznatky a komparace měst v jednotlivých klimatických pásích, a to ať již v jejich urbánním a architektonickém tvarosloví napříč kulturami a kontinenty, tak i s ohledem na dobu hlavního rozvoje urbánních struktur, kterou zde můžeme vysledovat. Jak je všeobecně známo, nejstarší známé urbánní projevy jsou lokalizovány v oblasti Blízkého východu tj. v zejména v pásu suchého klimatu (B) a pásu mírného klimatu (C), a to již od období 10. tis. let př. Kr. K významnějšímu rozvoji měst v pásu vlhkého tropického klimatu (A) dochází (podle v současnosti uznávaných datací) až v období 1. tis. po Kr., a to hned v několika nezávislých kulturních oblastech víceméně zároveň, a co je ještě zvláštnější, s obdobnými prostorově architektonickými prvky, jak již bylo upozorněno výše. Rozvoj měst v pásu mírného studeného (boreálního) klimatu (D) je pak ještě pozdějšího data, nicméně se dostává do zajímavé korelace se stagnací, úpadkem a mnohde i zánikem měst z klimatického pásu (B) a (C). Na základě tohoto zjištění můžeme dospět k závěru, že klimatické pásy, jak je popsal Köppen, nejsou a pravděpodobně ani v minulosti nebyly v čase stálé, a díky jejich posunům tak docházelo k přesunům civilizačních jader tedy i různému rozvoji a úpadku měst. Znamenalo by to samozřejmě, že aktuálně probíhající klimatická změna je jen dalším projevem trvale se měnícího klimatu. To ale samozřejmě neznamená, že bychom se neměli zabývat otázkou adaptace a resilience našich měst na tyto změny, protože jistě nechceme, aby naše města v důsledku dopadů této klimatické změny začala upadat či dokonce zanikla, jak se to stalo řadě sídel starověkého Blízkého východu.

1.3. Vliv architektury na klima

Než se zaměříme na otázky posunů klimatických pásů, neměli bychom ale zapomenout, že vazba mezi klimatem a architekturou a urbanismem není jen jednosměrná, tedy nejenže celkové klima ovlivňuje uspořádání sídla, ale naopak že vlastní uspořádání sídla a jeho architektura ovlivňují (mikro)klima ve městě jako takovém. Jedním z prvních, kdo definoval požadavky na architekturu a veřejný prostor z pohledu jejich obyvatelnosti tj. vytváření příjemného (mikro)klimatu byl Gehl (2000), který se upozorňuje, že *tvorba příjemného místa, je třeba také otázkou ochrany před nepříznivým počasím a že typy nepříznivého počasí se značně různí v závislosti a zemi resp. v závislosti na klimatickém pásmu. ... V jižní Evropě hraje za letních měsíců významnou roli ochrana před sluncem a horkem, zatímco problémy v severní Evropě jsou zcela odlišné.* Kromě řešení osluněných a zastíněných částí prostoru upozorňuje např. i na vliv deště a zejména větru na pohodu a obyvatelnost města.

Obdobně i autorka v jedné ze svých ranějších prací (Šilhánková, 2003) definovala základní požadavky na dobrý veřejný prostor města, kde se mj. uvádí, že je třeba vytvořit příjemné klima, které bude přispívat k pohodě jeho návštěvníků. Jako příklady jsou pak uváděny prvky zeleně k zastínění (tj. snižování teploty, ať již reálně měřitelné nebo alespoň pocitové) či vodní prvky k zavlažení resp. osvěžení ovzduší v prostoru. Protože právě příjemné klima velmi úzce souvisí s klimatem ve městě jako takovým i s jeho změnami (ke kterým dochází v důsledku globální změny), budeme se mu dále věnovat podrobněji. Nyní se ale vraťme k posunům klimatických pásem.

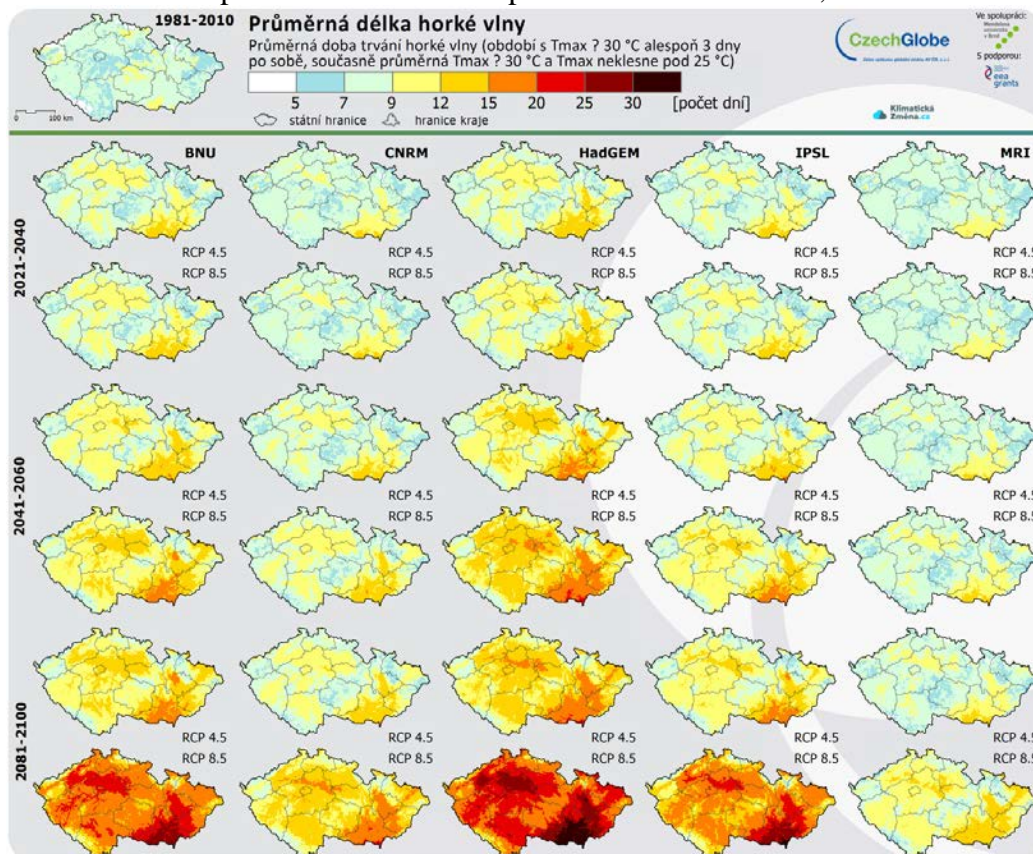
1.4. Posuny klimatických pásem a jejich predikce

Jak již bylo zmíněno, klimatické podmínky ve „zvolené“ poloze sídla mohou být v čase proměnlivé a mohou tak mít zásadní vliv nejen na vznik a rozvoj sídel, ale i na jejich úpadek, případně i zánik.

To, že ke změnám klimatu dochází, můžeme ilustrovat i na Gehlově popisech klimatických podmínek. Jeho *Život mezi budovami* byl vydán před téměř padesáti lety v roce 1971, a tak je zajímavým svědectvím změny klimatických podmínek ve Skandinávii, když se v něm píše že: „většinu času lidé venku vyžadují přímý sluneční svit a ochranu před větrem, aby se cítili pohodlně. Prakticky vždy, s výjimkou nejteplejších dnů, jsou parky a náměstí vystavené větru nebo ve stínu prakticky vylidněné, zatímco tam, kde se nabízí sluneční světlo a ochrana před větrem, je plno“. (Gehl, 2000) Gehl a Gemzøe (1996) dokonce vytvořili mapu dobrých – tedy osluněných veřejných prostorů centra Kodaně. Dnes i ve skandinávských městech ale lidé preferují stín a ochranu před přímým slunečním svitem po většinu roku.

Obr. 26. Průměrná délka horké vlny

(období kdy maximální teplota vzduchu stoupne nad 30°C nejméně po dobu 3 dnů) v současnosti a predikce do budoucna podle 5 GCM modelů pro 3 období 2021-2040, 2041-2060 a 2081-2100



Zdroj: www.klimatickazmena.cz in Zahradníček a kol, 2016

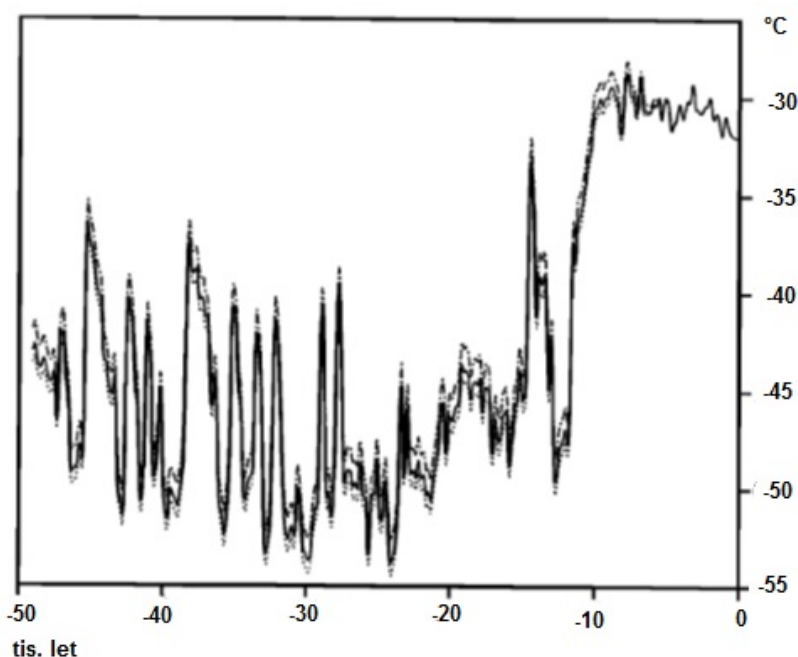
Z výše uvedeného lze tedy dovodit, že se klima na Zemi měnilo i v minulosti a způsobovalo tak změny prostředí, které měly vliv na vznik, fungování, ale i úpadek a zánik sídel. Mezi nejčastější konkrétní dopady můžeme uvést např. změnu vydatnosti vodního zdroje, dostupnost a tvar mořského pobřeží či trasu vodního toku. Mohou tam ale patřit i další vlivy, které dnes souhrnně označujeme pojmem „divočení počasí“ a na které se podíváme dále. Nyní se pojdme zaměřit podrobněji, jak to s vývojem klimatu vypadalo v minulosti.

1.5. Změny klimatu v retrospektivě

V oblasti studia historického vývoje změny klimatu a jeho jednotlivých fází není literatura zdaleka tak bohatá, jako publikace týkající se aktuální situace. Mezi prvními, kdo se studiem vývoje klimatu zabýval, byl tým prof. Dansgaard, který se již v 70. a 80. letech 20. století věnoval studiu srážkové činnosti v minulosti a spolu s ní související oblačnosti, a to na základě analýzy dat získaných z jader grónských ledovců. (Svoboda, 2009, str. 64). Základní analýzy ze získaných dat pak provedl Cuffey s kolektivem (Cuffey a kol, 1995, 1997 aj.).

Cuffey a kol. (1997) se zabývali jednak změnami teploty a jednak otázkou vývoje srážek. Vytvořili mj. model, pomocí něhož stanovovali přibližnou teplotu v jednotlivých historických etapách, který kalibrovali za pomoci izotopů kyslíku a jeho akumulací v jednotlivých vrstvách ledu. Model byl složen z pěti hlavních prvků, a to změny teploty a jejího vývoje, vývoje povrchové teploty, změny v množství ledu, úbytku či nárůstu ledové vrstvy a míry akumulace. Správnost jejich analýz pak byla nezávisle potvrzena dalším výzkumem pod vedením Johnsen (Johnsen a kol. 1995). Z výsledků analýzy mj. vyplynulo, že oteplení od průměrného glaciálu do Holocénu bylo skutečně velké, a to v průměru až o 15 °C.

Obr. 26. Vývoj teploty podle s kalibrace izotopové křivky

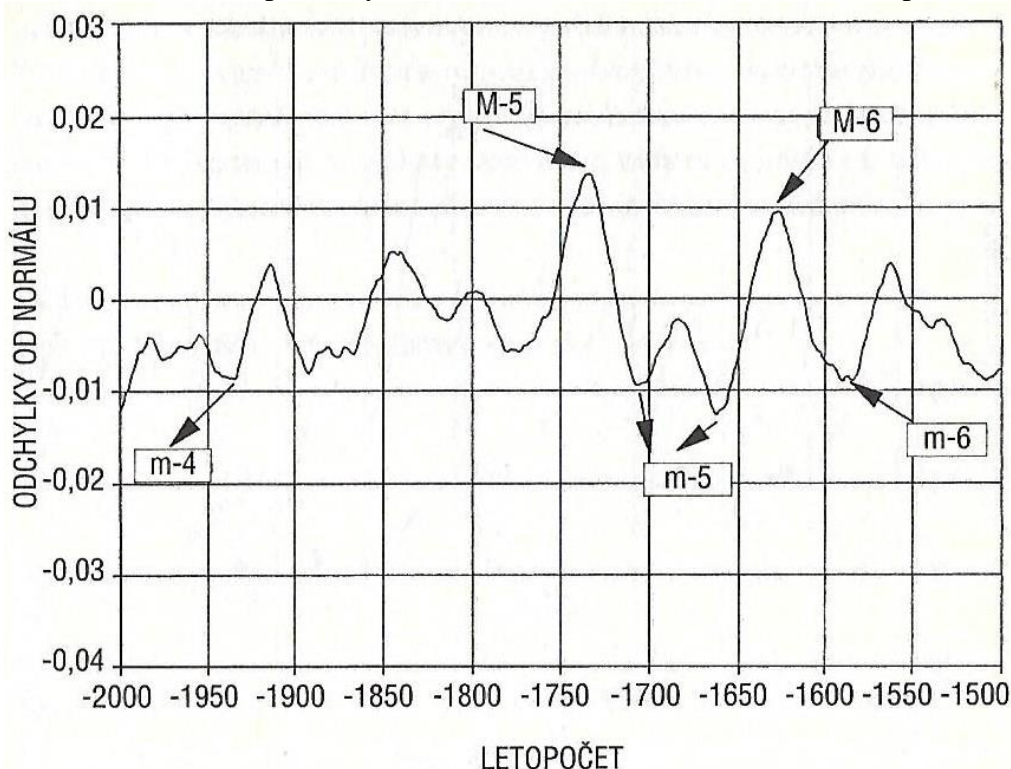


Zdroj: Cuffey, 1997

Tato výzkumná skupina ovšem zdaleka nebyla a není jediná, kdo se modelování vývoje klimatu v minulosti věnuje. Zmiňme např. práci Stockera (2011) nebo další, zaměřené více na vývoj klimatu jako takového, jako jsou práce Bristowa a Forda (2016), Behingera (2010) nebo práce kolektivu pod vedením Kondratyeva (např. Kondratyev, Kravipin A Phillips 2002)

Svoboda (2009) pak dále rozpracoval analýzy Cuffeye a kol. (1995, 1997) v oblasti srážek, které považuje z hlediska vlivu na vývoj „lidstva“ za důležitější, do přehlednější relativní podoby. Výsledkem je 14 grafů zobrazujících průběh kolísání sněhových vrstviček resp. odchylek od dlouhodobého průměru za období od roku 3000 př. Kr. do roku 1000 po Kr., v nichž vyznačil srážková minima (m) a maxima (M) v kroku po padesáti letech.

Obr. 27. Roční přírůstky sněhu v Grónsku v letech 2000 až 1500 př. Kr.



Zdroj: Svoboda, 2009

Analýzou těchto grafů. Lze pak určit klimatické extrémny, které je možné porovnat s významnými změnami v urbánních či civilizačních strukturách v minulosti. Podrobnější analýza bude rozpracována v další části této práce.

1.6. Korelace mezi změnami klimatu a vývojem sídel

Jak jsme již uvedli výše, můžeme předpokládat, že klimatické změny budou v korelaci s významnými kulturními, a civilizačními projevy lidstva, za jejichž nejvyšší stupeň pak můžeme považovat projevy urbánní a architektonické, tedy města. Analýzou výše zmiňovaných grafů lze pak určit klimatické extrémny a porovnat je s významnými změnami v urbánních či civilizačních strukturách.

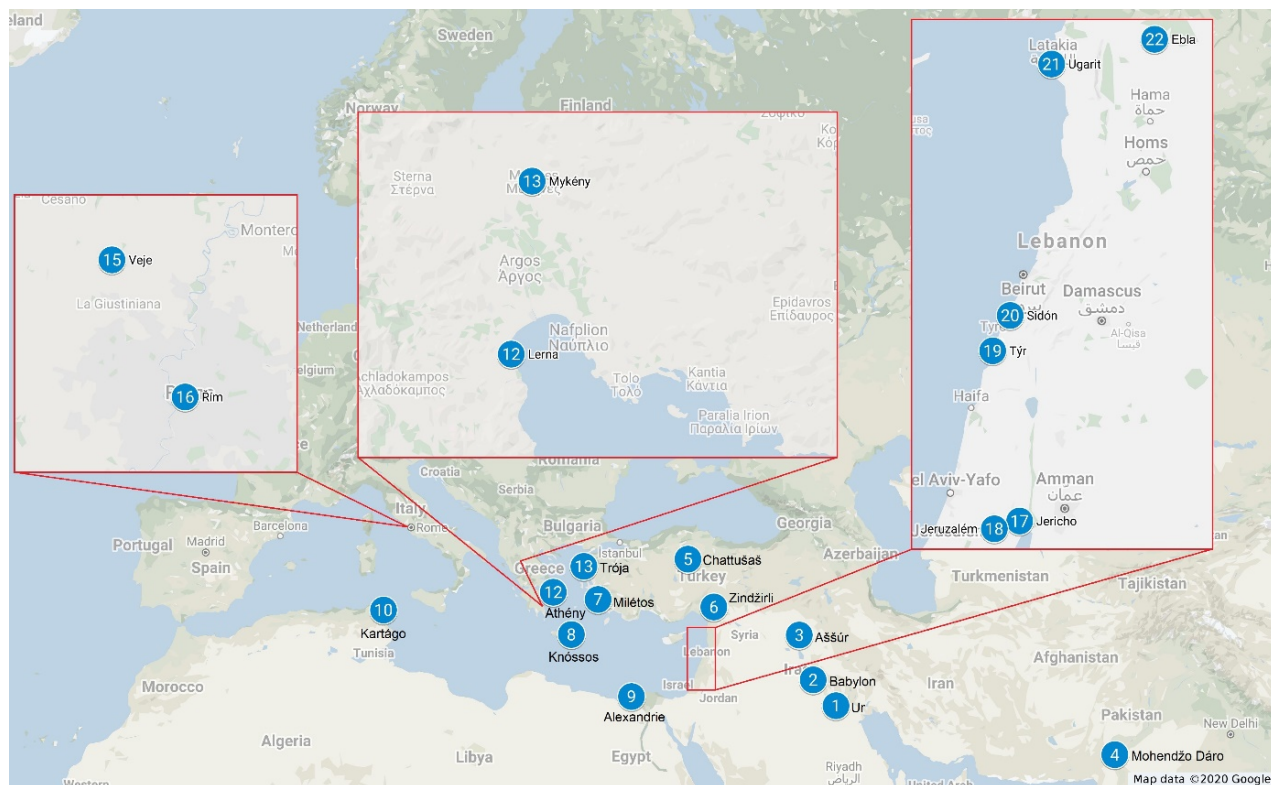
Než se ale začneme věnovat historickému rozboru, je třeba vložit poznámku k dostupnosti materiálu pro komparaci. Existuje celá řada archeologického materiálu, který se zabývá vývojem starověkých kultur a jejich sídel, často rovněž s ohledem na podmínky životního prostředí resp. na stav klimatu v té které historické době. Z mnoha jmenujme např. Enzel a kol. (2003), Migovski a kol. (2006), Clarke a kol. (2015), Rosen a Goring-Morris (2018), Riel-Salvatore a Negrino (2018). Z našeho pohledu nedostatečností těchto prací je jejich ryze lokální zaměření tj. každá taková práce se soustředí na stav klimatu v jedné konkrétní lokalitě a velmi často také jen v nějakém relativně krátkém časovém úseku. Sestavit tak obraz vývoje klimatu ve vybrané zkoumané lokalitě pak jde mnohdy již obtížně, co ale prakticky aktuálně není možné, je sestavit ucelený obraz vývoje klimatu v nějakém rozsáhlejší území či dokonce na úrovni subkontinentů

či kontinentů. Je zjevné, že realizace takového úkolu by byla velice žádoucí, nicméně je to úloha pro klimatologa, nikoli architekta a urbanistu. Pro naši práci se tedy musíme spokojit s dostupným modelem vývoje srážkové činnosti tak, jak byl popsán výše.

Holistickým studiem vývoje stavby měst se (nejen) v našich zemích v současnosti zabývá méně urbanistů, než bychom čekali, a tak kromě prací Hrůzy (zejm. Hrůza, 2011 a 2014) a převážně nepublikovaných studií Koutného (např. Koutný, 2016) jsou to jen díla autorky této práce (např. Šilhánková, 2016, 2017, 2019 a Šilhánková a Pondělíček, 2018), která se této problematice věnují. Výzkumná a publikační základna se tak (oproti období cca před padesáti lety) posunula do oblasti věd historických, zejm. do archeologie. I přes značné pokroky v těchto vědách je zjevné, že pokroky v bádání v oblasti vývoje a fungování stavby měst jsou mnohem menší, než by se dalo očekávat, a to zejména proto, že vlastní fyzická podstata měst a jeho urbanistické zákonitosti stojí často na okraji zájmu historiků (velmi často lingvistů interesujících se nápisy všeho druhu) i archeologů (kteří zase kromě drahých zlatých předmětů preferují keramiku, pro její snadnou historickou uchopitelnost a datovatelnost). Nemůžeme se proto opřít o komplexně zpracovanou základnu vývoje stavby měst ani o ucelená díla věnující se vývoji měst v jednotlivých historických obdobích, ale jen o dílčí zmínky v rozsáhlém souboru archeologických děl, což nám předsevzatý úkol poněkud komplikuje. Je proto třeba být si předem vědomi, že jakkoli bude naše práce pečlivá, není v silách jedince získat, pročíst a zpracovat veškerou dostupnou literaturu, která by k vývoji stavby měst s ohledem na historické změny klimatu, měla nebo mohla být použita. Nicméně je třeba zmínit, že i s omezenými literárními zdroji, lze sestavit alespoň přibližný obraz, který bude mít dostatečnou vypovídající hodnotu.

Pro následující analýzu jsme vybrali nejvýznamnější sídla – civilizační centra širšího Středomořského a Blízkovýchodního okruhu, a to představitele kultur Mezopotámských jakým je např. město Ur, jako jedno z nejvýznamnějších center Sumerů, dále Babylon jako hlavní představitel akkadského období a pozdější Novobabylonské říše v Mezopotámii a konečně Aššúr, centrum Asyrské říše. Pro úplnost jsme na východě ještě zařadili Mohendžo Dáro (byť je již relativně vzdálené od Středomoří), nicméně ho považujeme za hlavní představitele protoindické - harappske kultury, kterou díky jejích výrazným urbánním projevům nechceme z našeho zkoumání vynechat. V oblasti dnešní Sýrie, Libanonu a Izraele se rozvíjela celá řada kultur s výraznými urbánními centry vč. nejstaršího města světa Jericha. Pro analýzu jsme vybrali město Ebla, které platilo za vedoucí mocenské středisko severní Sýrie a dále Ugarit, který po pádu Ebly převzal vedoucí postavení v regionu. Z přímořských Středomořských měst kanaánského a pozdějšího fénického okruhu pak dvojici měst Sidón a Týr. Z nepřeborné řady měst Izraele pak, jak již bylo zmíněno, město, o němž se traduje, že je nejstarším městem světa – tedy Jericho a neoddiskutovatelného kulturního lídra – Jeruzalém. Záměrně jsme v našem výčtu vynechali města egyptská, protože možnosti jejich zkoumání jsou bohužel díky erozi velmi omezené. Naopak jsme do výběru zařadili města v Anatolii, a to představitele Chetitské říše – Chattušaš i její následovnice – novochetitská království, která reprezentuje město Zindžirli. Na maloasijském pobřeží jsme pak samozřejmě nemohli vynechat Tróju a mladší Milétos, který je hlavním představitelem řeckých kolonizačních měst. Z mnoha ostrovních měst východního Středomoří jednoznačně dominuje mínojský Knóssos na Krétě. Z měst na evropské straně Středomoří pak byla vybrána Lerna, jako jedno z nejstarších městských sídel, která předcházela i Mykény s jejich kulturou a civilizačním okruhem, a které samozřejmě byly do výběru zařazeny rovněž, stejně tak jako Athény jako centrum civilizace řecké. Z měst Apeninského poloostrova jsme pak vybrali jedno z měst Etruských, a to Veje, které bylo považováno za nejbohatší město z etruské ligy a samozřejmě Rím. V jihozápadním Středomoří byla dvě výrazná sídliště, která byla také zařazena do výběru, a to punské Kartágo a řecká Alexandrie. Celkem jsme tedy analyzovali 22 měst s tím, že Týr a Sidón s ohledem na jejich kulturní, významovou a časovou podobnost jsme brali jako jeden celek.

Obr. 28. Mapa analyzovaných měst



Zdroj: vlastní konstrukce do podkladu Google map

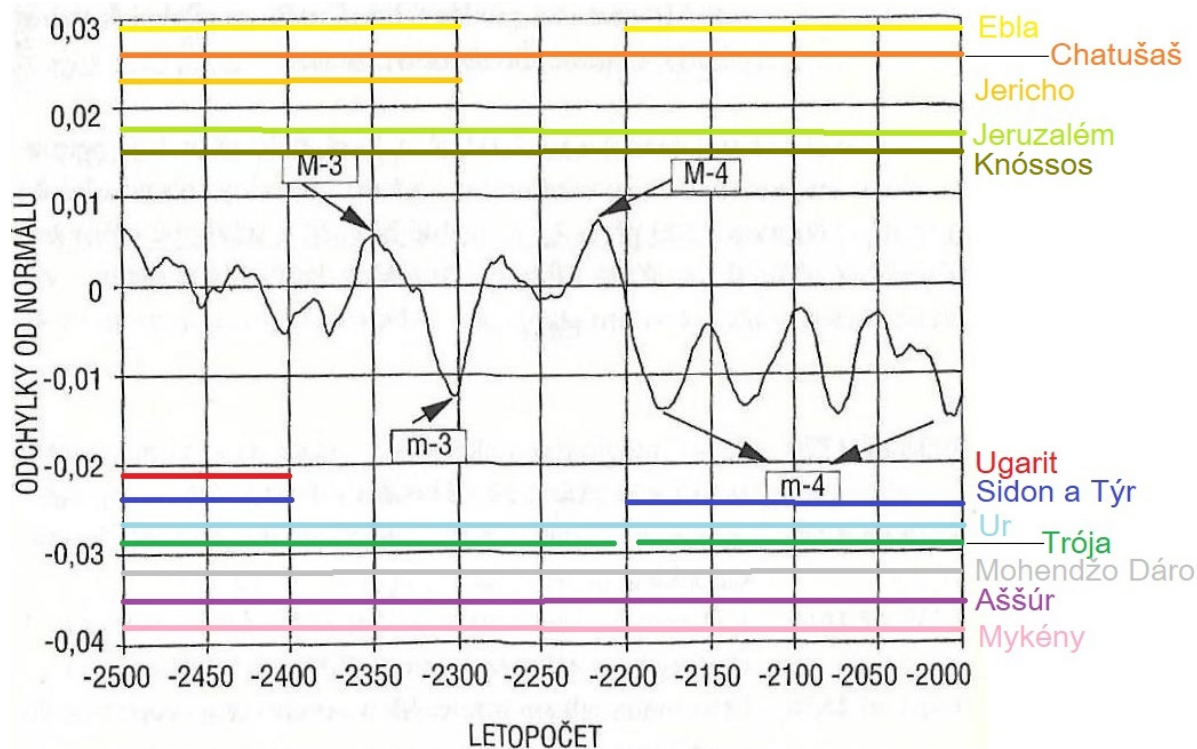
Na základě porovnání vývojových etap výše uvedených sídel s grafy zobrazujícími vývoj srážek ve zkoumaném období jsme vytvořili sadu sedmi grafů (z prostorových důvodů jsou dále uvedeny jen nejzajímavější z nich) pokrývajících období od 3. tis. př. Kr. do 500 př. Kr. tj. přibližně do období konce starověku, porovnávající globální srážkovou činnost s urbánními resp. civilizačními projevy ve sledované oblasti v dané době.

Ze získaných dat vyplývá, že kolem roku 3000 př. Kr. ve Středomoří a na Blízkém východě existuje rozvinutá a stabilizovaná urbánní společnost. Města jako Ur, Jericho či Ebla mají za sebou již několikasetletou či dokonce v případě Uru a Jericha i několikatisíciletou historii a další sídla, jako Ugarit, Jeruzalém, Chattusaš, Týr a Sidón se transformují z předměstských sídel na města. V příznivém období kolem r. 2900 př. Kr. se dále rozvíjí Knóssos a Troja. Města a společnosti, jejichž jsou projevem, jsou v tomto období schopny zvládnout srážková minima m-1 (mezi lety 2850 a 2800 př. Kr.) a m-2 (kolem roku 2750 př. Kr.). I když urbanizační proces tato minima pravděpodobně zpomalila (další ze zkoumaných měst vznikají až po roce 2700 př. Kr. – Lerna a Mohendžo Dáro), neměly tyto zhoršené klimatické podmínky zásadní vliv na existenci stávajících sídel.

Kolem roku 2500 př. Kr. se objevují, pravděpodobně v důsledku příznivých podmínek spojených s maximem M-4 a následujícím relativně stabilním obdobím další významná sídliště jako Aššúr a Mykény. Poněkud jiná situace nastává kolem roku 2300 př. Kr., kdy dochází k dalšímu srážkovému minimu (označeno jako m-3). Ačkoli toto srážkové minimum není výrazně horší než minima předchozí, způsobuje přerušení sídelního vývoje v Jerichu, Eble, Ugaritu i Sidonu a Týru. Srážkové maximum M-4 objevující se mezi lety 2250 až 2200 př. Kr. pak vede k obnově osídlení Sidonu a Týru, nicméně navazující dlouhé minimum m-4 brzdí znovuosídlení Ugaritu a Tróji až do 1. poloviny 2. tis. př. Kr. Pravděpodobně v souvislosti s dlouhotrvajícím nepříznivým obdobím minima m-4 souvisí i zánik harappské kultury a Mohendža Dára, stejně jako relativně dlouhodobé přerušení urbánního vývoje v Tróji. Např. Bellová (1971 in Tainter, 2009) považuje tzv. temné období mezi lety 2200 – 2000 př. Kr. ve východním Středomoří za následek

sucha označeného na grafu výše jako minimum m-4. Po skončení tohoto nepříznivého období a krátké periodě maxima M-6 se na světové urbánní scéně objevují nová centra, jako jsou Babylon a Athény.

Graf 1. Porovnání globální srážkové činnosti s urbánním vývojem starověkého Středomoří a Blízkého Východu v letech 2500 až 2000 př. Kr.

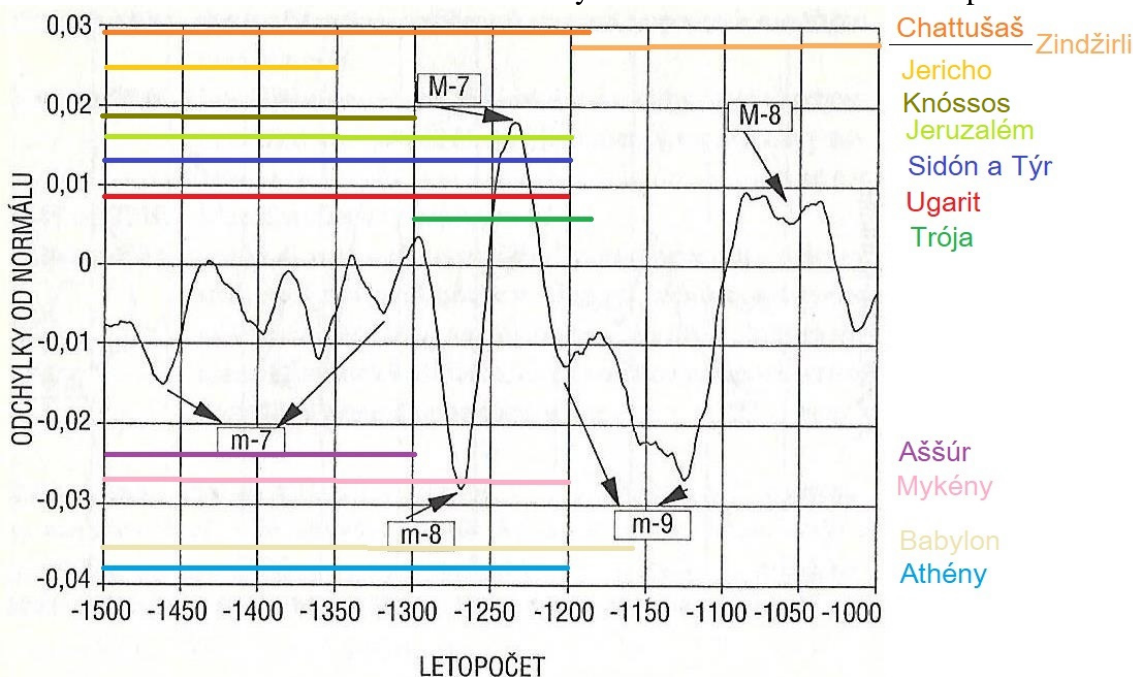


Zdroj: vlastní konstrukce na s využitím grafu in Svoboda 2009

Období mezi lety 2000 a 1500 př. Kr. lze z hlediska srážek považovat za poměrně příznivé, neboť kolísá relativně blízko dlouhodobého normálu s výjimkou krátkého období mezi lety 1700 a 1650 př. Kr. Bohužel toto krátké období je vystřídáno na počátku 2. poloviny 2. tis. př. Kr. vleklým obdobím srážkového minima m-7, které zjevně oslabí většinu v té době fungujících urbánních center. Turbulentní vývoj ale nasává až mezi lety 1300 a 1200 př. Kr., kdy se srážky nejprve výrazně zhorší (m-8 kolem roku 1270 př. Kr.), následně výrazně vzrostou (M-7 kolem roku 1240 př. Kr.) a poté se opět dále propadají až do poloviny 12. stol. př. Kr. V této souvislosti je třeba zmínit, že srážkové maximum M-7 pravděpodobně způsobilo povodně, takže hospodářská situace sídel se v průběhu něho nejenže nezlepšila, ale pravděpodobně naopak dále zhoršila. Výsledkem je zánik prakticky veškerých městských sídel s výjimkou vzniku Novochetitských království, jež nám reprezentuje Zindžirli. Je ovšem třeba si uvědomit, že velikost samotného Zindžirli je oproti městům střední doby bronzové relativně malá. Na tomto místě bychom měli ještě zmínit, že většina urbánních center v této době byla napadena tzv. Mořskými národy, což mohl být související projev předurbánních kultur, které v důsledku sucha hledaly nové zdroje v rozvinutějších oblastech.

Z hlediska vlivu srážek na rozvoj kultur a jejich sídel vypadá logicky situace i v případě vzestupu a pádu Babylónu a Babylónie. Jejich vzestup je navázán na vzestup srážkového maxima M-5 a naopak období pádu lze spojit s koncem období srážkového maxima M-6 a jeho přechod do minima m-6 po roce 1600 př. Kr. Zdá se, že její zánik, může mít souvislost i s předchozím srážkovým minimem m-5, které se říši předtím podařilo překonat, nicméně ji mohlo oslabit natolik, že následná stabilizace v průběhu maxima M-6 již nestačila na překonání rychle nastoupivšího minima m-6.

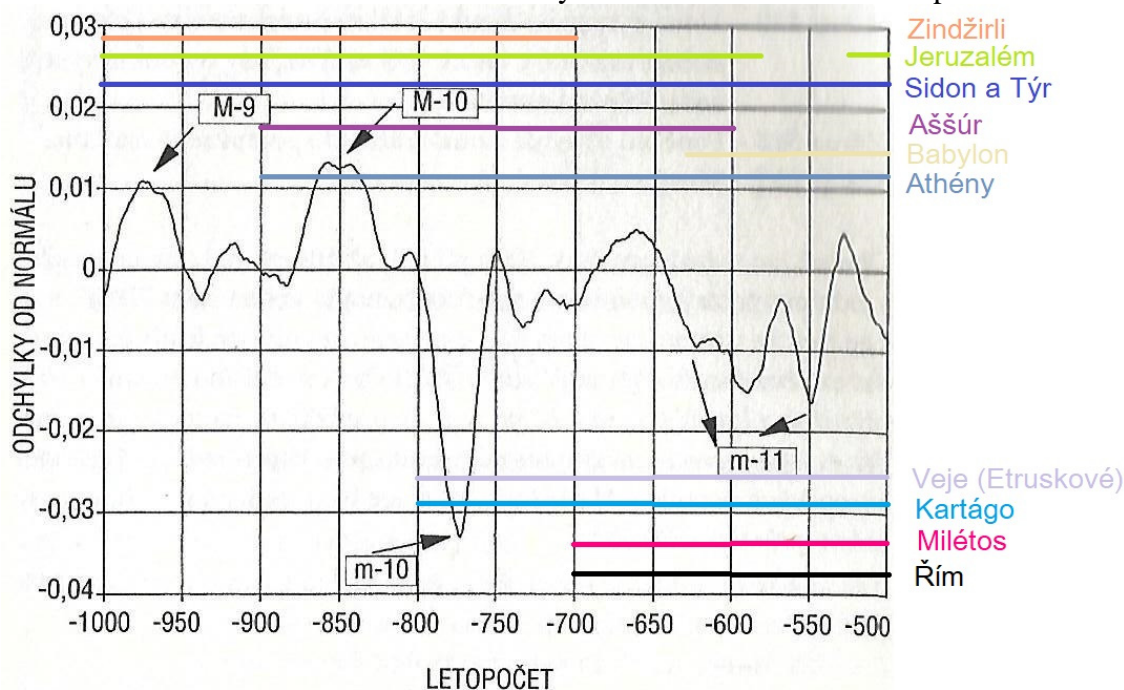
Graf 2. Porovnání globální srážkové činnosti s urbánním vývojem starověkého Středomoří a Blízkého Východu v letech 1500 až 1000 př. Kr.



Zdroj: vlastní konstrukce na s využitím grafu in Svoboda 2009

V tomto období dochází k příchodu Dóřů do Řecka a kolapsu mykénské civilizace, kde díky dlouhotrvajícímu srážkovému minimu m-7 a následnému hlubokému minimu m-8 a z toho plynoucího sucha došlo k hladomoru, vylidnění a migraci, toto minimum dále gradovalo následným dalším srážkovým minimem m-9 po roce 1200 př. Kr. „To, co se zdá být kolapsem mykénské civilizace na Peloponésu, je ve skutečnosti evakuací vyvolanou suchem do jiných oblastí, včetně Attiky.“ (Carpenter, 1966 in Tainter, 2009)

Graf 3. Porovnání globální srážkové činnosti s urbánním vývojem starověkého Středomoří a Blízkého Východu v letech 1000 až 500 př. Kr.



Zdroj: vlastní konstrukce na s využitím grafu in Svoboda 2009

Po tomto historiky nazývaném „temném“ období se situace v 1. polovině 1. tis. př. Kr. opět klimaticky stabilizuje a postupně dochází k obnově některých dřívějších urbánních center jako je např. Babylon, Aššúr, Týr a Sidon, Jeruzalém či Athény a ke vzniku nových jako jsou Veje, Kartágo, Řím a samozřejmě celé velké řecké kolonizace, kterou nám v naší zkratce reprezentuje Miléto. V této souvislosti je třeba zmínit, že řada sídel a kultur po temném období zanikla zcela – Knóssos, Mykény nebo Zindžirli, jiná jako Babylon či Athény byla obnovena, ale na jiném kulturním základě (resp. jinou kulturou či jiným etnikem), než bylo v předchozím období. Zde je ale na místě zmínit, že konec mínojské kultury a zánik Knóssu a dalších sídel na Krétě bývá dáván do souvislosti ne přímo s klimatickými změnami, ale s jinou přírodní katastrofou, a to výbuchem sopky na ostrově Théra, datovaným do 16. stol. př. Kr. (Bouzek, 1979, Pressová, 1978 aj.).

Novoasyrská říše reprezentovaná Aššúrem nastupuje mezi maximy M-9 a M-10 a udržuje se i přes hluboké srážkové minimum m-10, které nastává mezi lety 800 a 750 př. Kr. Její konec přichází až v následném srážkovém minimu m-11 mezi lety 600 a 550 př. Kr., kdy je opět vystřídána vzestupem Babylonu. V této oblasti se zdá, jakoby srážková minima prospívala jižněji ležícími Babylonu na rozdíl od dob spíše vlhčích, které prospívají jeho severnějším sousedům. Tuto hypotézu může podpořit i následující vzestup Persie spojené s opětovným zvýšením srážek po roce 550 př. Kr.

Období srážkového maxima M-10 mezi lety 900 a 800 př. Kr. je spojeno i Fénickou kolonizací, kterou ovšem, zdá se, zastavilo hluboké srážkové minimum m-10 mezi lety 800 a 750 př. Kr. Zajímavé je, že opět tato doba znamená nástup velké řecké kolonizace a vzestup etruských měst na Apeninském poloostrově. Obdobně se v podstatě na totožném území daří Římu a rozmachu jeho říše.

V období 2. poloviny 1. tis. př. Kr. po překonání srážkového minima m-12 a m-13 končí období samostatných řeckých městských států a zaniká i Perské říše, doba je ale klimaticky relativně stabilní a stabilizuje se i tehdejší společnost, čehož následkem je významný rozmach nejprve Makedonské a následně Římské říše i s jejich mnohočetnými urbánními projevy.

Podíváme-li se samostatně na vývoj Římské říše, vidíme, že za prvních 500 let své existence de facto nepřekročila hranice dnešní Itálie. Na poměrně pomalý růst mohly mít vliv srážková minima m-12 a m-13 v roce 500 resp. 400 př. Kr. Následující období je ve znamení prudkého rozmachu Římské říše. Mezi lety 200 a 100 př. Kr. se Římská říše z hranic dnešní Itálie rozšířila na severní část Středomoří, a to pravděpodobně i díky, tomu, že se množství srážek zvýšilo ze srážkového minima m-14 opět na normál kolem roku 120 př. Kr. Následný pokles srážek již expanzi říše nezastavil, přestože srážkové minimum m-15 kolem roku 50 př. Kr. mohlo mít vliv na krizi Římské republiky a následný vznik císařství.

Obr. 29. Římská říše roce 218 př. Kr.



Obr. 30. Římská říše v roce 44 př. Kr.

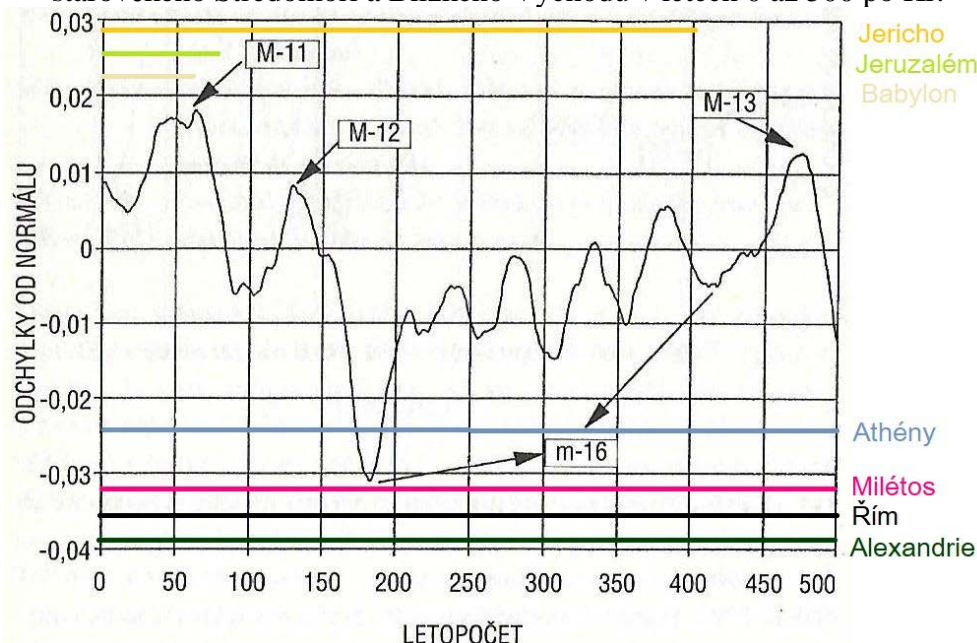


Zdroj: Roman-empire

Zánik sídel v této době je důsledkem spíše mocenských, než klimatických vlivů (vyvrácení Týru a Sidónu Alexandrem Velikým či likvidace Vejí, a později Jeruzaléma Římany). Záměrně není výše zmíněno Kartágo, které samozřejmě bylo rovněž rivalem Říma, ale jehož likvidaci po

3. punské válce můžeme dát do souvislost s lokálním zhoršením podmínek po roce 200 př. Kr. v rámci minima m-14 a tudíž s římským bojem o zdroje potravin. Celkově ale dochází k zakládání velkého množství sídel ať již ve Středomoří (mezi mnoha jinými můžeme kromě Alexandrie zmínit např. Caesareu Maritimu v dnešním Izraeli) nebo v Evropě. Situace je hospodářsky natolik stabilizovaná, že Římská říše dokáže překonat i srážkové minimum m-15, a to pravděpodobně i díky tomu, že je relativně krátké.

Graf 4. Porovnání globální srážkové činnosti s urbánním vývojem starověkého Středomoří a Blízkého Východu v letech 0 až 500 po Kr.



Zdroj: vlastní konstrukce na s využitím grafu in Svoboda 2009

Počátkem 1. stol po Kr. se ale situace obrací, a postupně dochází ke snižování srážkových průměrů, až situace vyvrcholí výrazným propadem kolem r. 180 po Kr., který je začátkem vleklého srážkového minima m-16 trvajících až do 4. stol. po Kr. Urbánní struktury v této době jsou relativně stabilizované, nicméně hospodářská základna Římské říše je stále více narušována, což v konečném důsledku vede nejen k jejímu zániku, ale výraznému propadu urbánních projevů (výrazné zmenšení existujících měst, zánik řady menších sídel a víceméně rozpad urbánní sídelní struktury v Evropě na téměř následujících 500 let). Nemůžeme samozřejmě položit rovnítko mezi srážkovými průměry a zánikem Římské říše, nicméně výrazné souvislosti mezi těmito jevy zmiňuje řada autorů. Pád Římské říše jako následek klimatických změn uvádí např. Winkless a Browning (1975 in Tainter, 2009) nebo Hughes (1975 in Tainter, 2009), který upozorňuje na nedostatek potravin (v důsledku sucha – pozn. autorky) a následný pokles počtu obyvatel. Jak dále uvádí Tainter (2009) soudobý křesťanský autor Cyprián komentuje situaci následovně: „*Ubývá zimních dešťů, které dodávají výživu semenům v půdě, a letních veder, jež způsobují, že úrod zraje. Jara v sobě mají méně svěžesti a podzimy méně plodnosti.*“

Z výše popsaného vývoje hlavních urbánních center civilizací starověkého Středomoří a Blízkého východu je patrný vliv proměn klimatu (zejména námi sledovaného vývoje srážek) na jejich rozvoj, úpadek i zánik. V souladu s dalšími autory (Svoboda 2009, Tainter, 2009 a mnoho dalších zmiňovaných zejm. Tainterem 2009) lze potvrdit předpoklad, že globální vývoj klimatu má vliv na vznik, rozvoj a zánik starověkých civilizací a jejich měst v oblasti Středomoří a Blízkého východu. Nicméně nemůžeme položit jednoduché rovnítko mezi množstvím srážek a rozkvětem civilizace a nedostatkem srážek a úpadkem civilizace. Ukazuje se, že stabilní společnost je

schopná zvládnout dílčí nepříznivé podmínky (jak jsme viděli např. u minim m-1, m-2, m-6 nebo m-10), nicméně zkombinuje-li se více faktorů nebo dlouhodobá nepřízeň klimatu, pak zhoršení může vést k hromadnému zánikání sídel a civilizací (minima m-3, m-7, m-8 a m-16). Je také zjevné, že globální klimatické změny nemají stejný dopad na všechny lokality např. v Mezopotámii se zdá, že to, co nesvědčí jedné její části, umožňuje rozvoj a rozmach části druhé (střídání rozvoje severu a jihu). U některých civilizací jsou evidentní i jiné přírodní vlivy resp. katastrofy, jako je tomu v případě zániku mínojské civilizace na Krétě. Můžeme ale konstatovat, že dlouhotrvající nepříznivé klimatické podmínky mohou vést k zániku sídel jako civilizačních center, tak jak k tomu došlo kolem roku 2300 př. Kr., mezi lety 1300 a 1200 př. Kr. a mezi lety 400 až 500 po Kr. Je třeba ale zdůraznit, že se vždy jednalo o skutečně dlouhotrvající období (v horizontu 200-400 let). Kratším obdobím změn klimatu byly kultury a jejich města schopny odolávat. Znamená to tedy, že vůči kratším výkyvům klimatu, a s nimi spojenými projevy „divočení počasí“, musela být tato města odolná (resilientní) resp. na ně musela být adaptovaná. V následující části se tedy zaměříme na konkrétní extrémní projevy počasí a jejich dopady ve městech.

2. Dopady změny klimatu – počasí a jeho „divočení“

Změna klimatu s sebou přináší změny počasí, které vyvolávají další hrozby. Náhlým či nenadálým změnám dnes říkáme „divočení počasí“, což s sebou na jedné straně přináší povodně a přívalové srážky, na straně druhé pak sucha, teplotní extrémny, ať již se jedná o extrémně nízké teploty nebo naopak o stoupající teplotu a vznik tepelných ostrovů. Již v dřívějších pracích (např. Pondělíček, Emmer, Šilhánková a kol. 2016, Pondělíček a Bízek, 2016, Šilhánková a Pondělíček, 2017a a 2017b) jsme se zabývali rozdělením dopadů změny klimatu a divočení počasí a definovali jsme šest okruhů hrozeb resp. dopadů těchto hrozeb na města. V zásadě jde o témata uvedená v tabulce 1.

Tab. 1 Hlavní témata a projevy divočení počasí

Téma	Projevy
Voda	Přívalové deště a přívalové povodně
	Plošné povodně
	Krupobití
Sucho	Extrémně nízké srážky a sucho
Teplota	Extrémně vysoké teploty a městské tepelné ostrovy (UHI)
	Extrémně nízké teploty
Sníh a mráz	Námrazy, ledovky a sněhové kalamity
Vítr	Extrémně silný vítr, tornádo, orkán
	Inverzní situace, bezvětří
Bouře	Bouřka /blesky

Zdroj: vlastní konstrukce z Pondělíček, Emmer, Šilhánková a kol. 2016

Z výše uvedených základních témat je pro naše zkoumání sídel relevantních následujících pět:

1. Přívalové deště a přívalové povodně;
2. Plošné povodně;
3. Extrémně nízké srážky a sucho, vysychání vodních toků a vodních ploch;
4. (Dlouhodobě) extrémně vysoké teploty;
5. Extrémní větrné projevy: (silný) vítr / tornádo / orkán / zvýšená průměrná rychlost větru.
(vybráno z Pondělíček, Emmer, Šilhánková a kol. 2016)

2.1. Přívalové deště a přívalové povodně

Přívalový déšť je charakterizován jako déšť velké intenzity převážně krátkého trvání (v řádech desítek minut, výjimečně hodin) a malého plošného rozsahu. Jde o typ deště s velkým úhrnem srážek. Přívalový déšť způsobuje prudké rozvodnění malých toků a značné zatížení kanalizačních sítí. Často bývají tyto přívalové srážky doprovázeny přívalovými povodněmi (někdy nesprávně označovanými jako bleskové povodně z angl. flash flood), pro něž je charakteristický rychlý vzestup hladiny, který je vystřídán i následným rychlým poklesem. Důležitou roli v otázce přívalových povodní pak hraje typ povrchu a jeho schopnost vsakování srážek. Zejména ve městech, kde převažují povrchy, které nejsou schopny absorbovat srážky, je riziko vzniku takových událostí velmi vysoké. (ČMeS, 2017)

2.2. Plošná povodeň

Termínem povodeň (nebo také záplava) se označuje stav výrazného přechodného zvýšení hladiny toku, způsobená náhlým nárůstem průtoku nebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta, přičemž může dojít k rozlivu vody mimo koryto. K nárůstu průtoku dochází vlivem intenzivních dešťových srážek (dešťová povodeň) nebo prudkým táním sněhu při oblevě (sněhová povodeň), popř. jejich kombinací (smíšená povodeň). Dešťová povodeň může být vyvolána přívalovým deštěm (viz výše) nebo trvalým deštěm. Trvalý déšť trvá většinou několik hodin, někdy však i několik dní, během tohoto období se však mohou vyskytnout i krátké přestávky. Plošná povodeň mívá zpravidla větší plošný rozsah a dosti stálou intenzitu. (ČMeS, 2017) Síla povodně a způsobené škody jsou závislé na zemském povrchu, lokálních podmínkách a topografii. Pokud je zemský povrch přesycen a půda přestává dešťovou vodu vsakovat nebo jde o urbanizované území s nepropustnými povrchy, dochází k ohrožení stoupající vodou a případnému ničení budov. (Fry, 2012).

2.3. Extrémní (nízké) srážky a sucho

Sucho je obecné označení pro nedostatek vody v krajině. Je vyvoláno nedostatkem atmosférických srážek v důsledku výskytu suchých období a ovlivňováno mnoha dalšími faktory. Definice sucha jsou proto různé. Často uváděným popisem je především dočasný pokles dostupnosti vody neboli nedostatku vody v daném místě a čase ke stanovenému normálu. K výskytu sucha dochází vznikem dlouhodobých anomálií v atmosférických cirkulačních procesech nad postiženým územím. Tyto stavy se týkají lidských potřeb i přírodních systémů. Toto období může trvat rámcově několik týdnů až měsíců. Při dlouhotrvajícím suchu dochází k omezení kvality a dostupnosti pitné i užitkové vody. (ČMeS, 2017, Fry, 2012)

2.4. (Dlouhodobě) extrémně vysoké teploty

Extrémní horka vznikají v období, kdy se teplota pohybuje nad průměrnou hodnotou a je doprovázena nedostatečnou oblačností a suchem. Vlny veder mohou působit zdravotní komplikace způsobené přehříváním lidského organismu, ale také ohrožení území požáry vyprahlé zeleně či kolaps infrastruktury. (Fly, 2012)

Města pociťují změny teploty výrazněji než volná krajina. Vzhledem k velkému podílu zpevněných ploch dochází ve městech zejména k vyšší teplotě vzduchu, k většímu výparu, k rychlejšímu odtoku srážek a k vyšší prašnosti. (Ministerstvo životního prostředí, 2015)

Následující tabulka uvádí pocitovou teplotu člověka při zvyšující se teplotě za určité relativní vlhkosti. Nejideálnějším stavem se jeví teplota maximálně do 27°C, která znamená teplenou pohodu a situaci kdy je organismus schopný běžné funkce bez relativního omezení. Se vzrůstající teplotou nastávají fyzická omezení. Při teplotách do 32°C se při fyzické aktivitě nebo delšímu

vystavení těmto teplotám může dostavit zvýšená únava a zvyšující se pocit žízně. Teploty v rozmezí 32-40°C jsou již ohrožující organismus možností úžehu, křečemi a vyčerpáním. S narůstáním ještě vyšší teploty dochází k pravděpodobnosti úžehu, křečí, vyčerpání a rizikům úpalu. Teploty nad 54°C působí úpal a celkové ohrožení organismu (Fry, 2012).

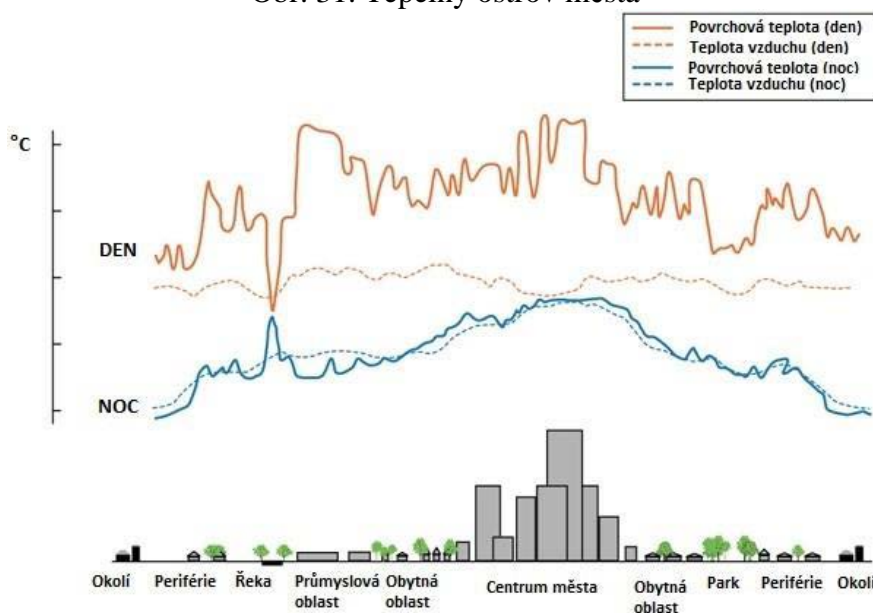
Tab. 2. Index pocitové teploty

relativní vlhkost	40 %	26,7	28,9	32,2	36,7	42,8	49,5	57,2
	50 %	26,7	30	34,5	40,5	47,8	56,1	
	60 %	27,3	32,3	37,2	45	53,9	64,5	
	70 %	27,8	33,3	40,5	50	61,1		
	80 %	28,9	35,6	45	56,1			
	90 %	29,5	38,3	49,5				
teplota °C		27 °	29 °	32 °	35 °	38 °	40 °	43 °

Zdroj: Khodlová, 2020 na základě Fry, 2012

Ve velkých městech dochází díky kumulování teplot k fenoménu zvaný městský tepelný ostrov - UHI (urban heat island). Tepelný ostrov ve městě znamená, že teplota uvnitř města převyšuje teplotu, která je v jeho okolí. Tento jev znázorňuje následující obrázek, který zobrazuje, jak v místech, kde převažují zpevněné plochy a zástavba s menším množstvím zeleně, jsou vyšší teploty. Zvýšené teploty uvnitř města oproti jeho okolí přetrvávají i během noci.

Obr. 31. Tepelný ostrov města



Zdroj: Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy, 2017

Hlavním důvodem, proč dochází ke vzniku tepelného ostrova v mikroklimatu města, jsou především umělé povrchy, které tvoří většinu města, a přetváří sluneční energii na teplo. Jde především o asfalt a beton. Tyto materiály dokáží absorbovat velké množství slunečního záření a přeměnit ho na teplo, které vyzařují do okolí a tím zahřívají okolní vzduch. Zároveň jde o materiály, které nepropouští vodu a způsobují tak rychlý odtok vody z povrchu a nízkou vlhkost vzduchu. (Pokorný, 2018) Např. V Hradci Králové bylo provedeno termovizní snímkování, jehož výsledek jako příklad ukazuje následující obrázek.

Obr. 32. Povrchové teploty různých prvků na Riegrově náměstí v Hradci Králové
Teplota ve 2 m nad zemí 26°C, datum 19.8.2016, čas 14:10



Zdroj: Struha, Šilhánková, Pondělíček, 2017

Nejen druhy materiálu mají vliv na rozdílnou teplotu ve městech. Význam má i orientace vůči světovým stranám a to, zda se jedná o svislou či vodorovnou plochu. Budovy rovněž zamezují volnému proudění větru, který přispívá k ochlazení ve volné krajině (Pondělíček, 2013). Význam hraje i barevné provedení jednotlivých povrchů a jejich schopnost absorpce, případně odrazu slunečního záření.

2.5. Extrémní větrné projevy

Vznik větru je závislý na změnách tlaků vzduchu a okolní teploty. Silný vítr je vyvoláván velkým gradientem tlaku vzduchu v oblasti nad 100 metrů výšky nad zemí. Pokud se oblasti s nízkým a vysokým tlakem vzduchu přiblíží k sobě, vzájemný tlak způsobí proudění vzduchu směrem z oblasti vysokého tlaku do oblasti nízkého tlaku (Fry, 2012). Tímto procesem jsou ovlivňovány tzv. globální větry. Specifické místní větry jsou vyvolávány lokálními podmínkami, nejčastěji fyzickými překážkami proudění vzduchu. Těmi mohou být pohoří, údolí či rozsáhlé vodní plochy. Síla větru se měří na Beaufortově stupnici větru, kdy za extrémní projevy můžeme považovat poslední čtyři stupně, a to vichřici, silnou vichřici, mohutnou vichřici a orkán.

Tab. 3. Beaufortova stupnice větru

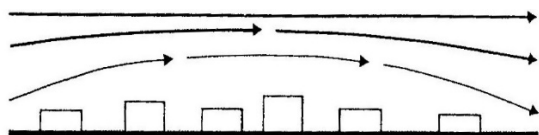
Stupeň	Označení	Rozpoznávací znaky na pevnině	Průměrná rychlost	
			m.s ⁻¹	km.h ⁻¹
0	bezvětří	Kouř stoupá kolmo vzhůru.	0,0 – 0,2	méně než 1
1	vánek	Směr větru je poznatelný podle pohybu kouře, vítr však neúčinkuje na větromou korouhev.	0,3 – 1,5	1 – 5
2	slabý vítr	Vítr je cítit ve tváři, listy stromů šelestí, větrná korouhev se pohybuje.	1,6 – 3,3	6 – 11
3	mírný vítr	Listy stromů a větvičky v trvalém pohybu, vítr napíná praporeky.	3,4 – 5,4	12 – 19
4	dostí čerstvý vítr	Vítr zdvihá prach a kousky papíru, pohybuje slabšími větvemi.	5,5 – 7,9	20 – 28
5	čerstvý vítr	Listnaté keře se začínají hýbat, na stojatých vodách se tvoří menší vlny se zpěnými hřebeny.	8,0 – 10,7	29 – 38
6	silný vítr	Vítr pohybuje silnějšími větvemi, telegrafní dráty sviští, používání deštníku se stává nesnadným.	10,8 – 13,8	39 – 49
7	prudký vítr	Vítr pohybuje celými stromy, chůze proti větru je obtížná.	13,9 – 17,1	50 – 61
8	bouřlivý vítr	Vítr ulamuje větve, chůze proti větru je normálně nemožná.	17,2 – 20,7	62 – 74
9	vichřice	Vítr způsobuje menší škody na stavbách (strhává komíny, tašky a břidlice se střech).	20,8 – 24,4	75 – 88
10	silná vichřice	Vyskytuje se na pevnině zřídka, vyvrací stromy, působí škody obydlím.	24,5 – 28,4	89 – 102
11	mohutná vichřice	Vyskytuje se velmi zřídka, působí rozsáhlá zrušení.	28,5 – 32,6	103 – 117
12	orkán	Ničivé účinky.	32,7 a více	118 a více

Zdroj: ČMeS, 2017

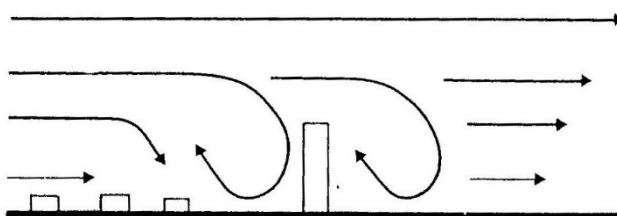
Zvláštní typem extrémních větrných projevů jsou pak tornáda. Tornádo se spouští shora dolů k zemskému povrchu a během své existence se alespoň jednou dotkne zemského povrchu, přičemž na zemském povrchu způsobuje hmotné škody nebo ztráty na lidských životech. Ztráty na životech nemusejí souviset pouze se silou tornád, nýbrž i s hustotou osídlení, vyspělostí systému meteorologických výstrah a způsobem ochrany obyvatelstva (např. tornáda s největším počtem obětí se vyskytují v Bangladéši). Tornáda se vyskytují globálně (s výjimkou polárních oblastí), avšak v některých oblastech (např. východ až středozápad USA) je jejich výskyt častější a zároveň se zde vyskytuje i více silnějších tornád. (ČMeS, 2017)

Nicméně, jak upozorňují Gehl a Gemzøe (1996) prostorové uspořádání města, může účinky větru potenciovat. Zatímco má vítr tendenci přejít nad nízkou zástavbou v intenzivně urbanizovaném území, mezi vysokými samostatně stojícími a od sebe vzdálenými budovami se začne stáčet k zemi, turbulovat a může svoji rychlost až zečtyřnásobit. Gehl (2000) také uvádí, že „*děšť* (nikoli ovšem přívalový – pozn. autorky) *bez větru není zásadním problémem. Jakmile fouká vítr, je obtížné udržet rovnováhu, pocit tepla a ochránit se.*“

Obr. 33. Průchod větru nad nízkou zástavbou



Obr. 34. Pohybu větru mezi vysokými domy



Zdroj: Gehl a Gemzøe, 1996

Změna klimatu ovlivňuje nejen území, ale i obyvatele, kteří v území žijí. Městské prostředí představuje díky své koncentraci zástavby s velkým podílem zpevněných ploch, které jsou z velké části nepropustné a kumulují teplo, zvýšené riziko pro své obyvatele (Ministerstvo životního prostředí, 2013). Obyvatelstva se bude čím dál více dotýkat otázka nedostatku kvalitní pitné vody, či nové nemoci (Adaptace sídel na změnu klimatu, 2015-2016). Proto je třeba se na změnu adaptovat a hledat taková opatření, která přispějí k resilienci (odolnosti) našich měst. Inspirací pro tato opatření pak mohou být příklady takových řešení z minulosti.

3. Historické příklady vlivu klimatu na rozvoj měst

Než se pustíme do hledání příkladů, měli bychom si uvědomit, že podnebí v oblasti Středomoří a blízkého východu v období starověku bylo pravděpodobně poněkud jiné, než je tomu dnes. Z existujících dílčích rekonstrukcí klimatu na některých lokalitách je patrné, že bylo vlhčí a chladnější, a že tedy patrně celá oblast by podle Köppenovy klasifikace patřila do pásu mírného klimatu (C), jak byl popsán výše (byť některé její významné části jsou dnes v pásu (B) tj. v pásu suchého klimatu. Na podporu tohoto tvrzení, můžeme uvést příklad Konyjské náhorní plošiny v Anatólii, kde je prokázáno, že centrem dnešní náhorní planiny, bylo jezero Burdur a na něj navazující bažiny. Právě jezero a bažiny byly zdrojem obživy zdejšího obyvatelstva. V oblasti fauny šlo zejména o prasata, dobytek, (vodní) ptactvo, žáby a želvy. Významným zdrojem byl i rákos, který sloužil k výrobě rohoží, zastřešení, ale také byl hlavním topivem při vaření. (Boncuklu, 2015) Dnes je toto území zcela bezvodé. Obdobně tomu bylo i na dalších místech naší zkoumané oblasti.

Obr. 35. Rekonstrukce krajiny v okolí Boncuklu v době starověku



Zdroj: Boncuklu Project 2015

Obr. 36. Krajina na Konyjské náhorní plošině v současnosti



Zdroj: vlastní foto 9. 3. 2015

Výše popsaná skutečnost je pro nás důležitá mj. proto, že aktuální predikce probíhající změny klimatu v současnosti ukazují, že i naše města se v budoucnosti posunou z pásu mírného studeného (boreálního) klimatu (D) do pásu mírného klimatu (C), tj. budou se zkoumanými starověkými městy klimaticky souznělá.

Na to, že starověká města byla vystavena extrémním projevům počasí, případně dalších přírodních katastrof upozorňuje např. Kozák (2013) a odkazuje na zprávy o nejznámějších katastrofách v Bibli. Dodejme jen, že biblická tradice přejala i řadu starších zpráv, např. potopu z Eposu o Gilgamešovi. Vzhledem k tomu, že biblické líčení je všeobecně známé, uvedeme verzi z Eposu o Gilgamešovi (v českém překladu Lubora Matouše, 1976):

*Po šest dnů a nocí sedm
burácel vítr a potopa s bouří pokryla zem.
A když sedmý nadešel den, jižní vítr zastavil potopu i boj,
ježž bojoval jak šiky vojsk.
Uklidnilo se moře, zmlkla bouře, potopa ustala.*

Dodejme, že Bible se ale neomezuje jen na líčení potopy, byť je tato přírodní katastrofa obecně nejznámější. Další přírodní katastrofy můžeme najít mezi Deseti ranami egyptskými (Ex. 7: 17-18 a 9:18-19) „...udeřím do vody Nilu a ta se obrátí v krev. Ryby, které jsou v Nilu, pomřou a nilská voda bude páchnout tak, že se jí Egypťané budou štítit napít.“ Tento text může odkazovat k následkům přivalových dešťů (i relativně vzdáleným), které vodu v řece znečistily např. bahnem natolik, že přestala být dočasně pitná. Obdobně je tomu v případě krupobití. „Zítřa touto dobou způsobím hrozné krupobití, jaké v Egyptě nebylo ode dne jeho založení až doted. Rychle nech odvést svá stáda a vše, co máš na poli, pod střechu. Kdokoli zůstane venku, ať člověk nebo zvíře, toho to krupobití utluče!“

Ve výčtu zmínek o katastrofách klimatického charakteru bychom měli ještě zmínit Sedm číší Božího hněvu (Zj. 16:4,8,12,17), i když některé opakují katastrofy zmiňované již v knize Exodus.

Třetí pak vylil svou číši na řeky a na prameny vod a obrátily se v krev.

Čtvrtý pak vylil svou číši na slunce a bylo mu dáno pálit lidi ohněm. Lidé byli páleni velikým žářem...

Šestý pak vylil svou číši na tu velikou řeku Eufrat a její voda vyschla...

Sedmý pak vylil svou číši na ovzduší a z chrámu zazněl od trůnu mocný hlas: „Stalo se!“ Nastaly hlasy, hromobití, blýskání a veliké zemětřesení – tak veliké zemětřesení, jaké nebylo, co jsou lidé na zemi. To veliké město se tehdy roztrhlo na tři díly a města národů padla. Veliký Babylon byl připomenut před Boží tváří a Bůh mu dal kalich s vínem svého vášnivého hněvu. Tehdy zmizely všechny ostrovy a hory se nedaly najít. Z nebe padaly na lidi veliké kroupy těžké jako cent.

I přes značnou náboženskou a literární licenci, kterou je biblická tradice zatížena, jde o poměrně zajímavý výčet nepříznivých přírodních vlivů klimatického charakteru, vůči nimž se lidé a města, v nichž žili, pokoušela ochránit. Pojďme se nyní podívat, jaké k tomu byly v používány prostředky.

3.1. Města a přívalové srážky

Přestože nejsou konkrétní záznamy o přívalových srážkách, není důvod se domnívat, že se v období starověku ve Středomoří a na Blízkém východě nevyskytovaly, a to mimo jiné proto, že podnebí bylo vlhčí a chladnější, než je tomu dnes. Přívalové srážky byly pravděpodobně řešeny v rámci „standardního vybavení města“ technickou infrastrukturou tj. kanalizačními soustavami, kterými byla tato města vybavena, případně byla voda odváděna do cisteren tj. zásobníků shromažďujících dešťovou vodu (podrobněji o cisternách pojednáme ještě v části „sucho“).

Kanalizační soustavy jsou zmiňovány prakticky ve všech kulturních oblastech starověkého Středomoří a Blízkého východu. Např. města harappské civilizace „*disponují veřejným systémem kanalizace a odpadů*“. (Burian, 1973, Bárta, 2013 aj.) Obdobně jsou kanalizační systémy zmiňovány v Mezopotámii, např. v Uru byly ulice „*se širokými odvodňovacími kanály vedoucími směrem do jádra*“ (Leicková, 2005). Nejstarší takový kanál z doby kolem roku 3000 př. Kr. byl nalezen v Nippuru (Zamarovský, 1984), v egejské oblasti – zejména na Krétě, ale i v Levantě a samozřejmě v Řecku a v Římě.

Obr. 37. Chodba vedoucí ke Královské komnatě s odvodňovacím kanálem v mínojském Faistu



Zdroj: Šilhánková, 2019

V Řecku byly kanalizace z pálených tvarovek vedených pod ulicemi, jak můžeme doložit např. z archeologických nálezů v Efesu.

Obr. 38. Kanalizační vpust' v Kurétské ulici v Efesu Obr. 39. Kanalizační "potrubí" v Efesu



Zdroj: vlastní foto 2013

Obecně nejznámějším je pak kanalizační soustava v Římě zv. Cloaca maxima (např. in Moscati, 1984), což byl nejprve kanál nejdříve vytvořený pro potřeby tří sousedících pahorků soustředěných kolem Fóra Romana, který odváděl (a dodnes odvádí) dešťovou a odpadní vodu do Tibery. Jeho konstrukce je z nepravé klenby a dosahuje šířky 3 m a výška je 4 m, což je jistě dostatečné pro odvedení i přívalových dešťů.

Z hlediska řešení přívalových dešťových vod formou zásaku mohly (byť jistě jen sekundárně) sloužit i městské zahrady, které jsou rovněž zmiňovány v celé řadě kulturních okruhů. Obecně jsou nejznámější „visuté zahrady Semiramidiny“ v Babylóně, nicméně zahrady jsou zmiňovány v řadě dalších měst např. v Uru, Uruku či v Ninive. Např. v Eposu o Gilgamešovi (česky 1976) se lze dočíst, že „jeden sar město je, jeden sar zahrady, jeden sar okrsek s pozemky Ištařina chrámu, tři sary pozemků kol Uruku se táhnou“. Protože rozloha města byla přibližně 500 ha, byl by jeden sar jednotkou o velikosti cca 83 ha, což mohla být dostatečně velká plocha pro řešení zasakování přebytečné dešťové vody. Přes 3500 let je starý fragment nejstaršího městského plánu, který zobrazuje metropoli Nippur, kde je nejen půdorys města, poloha hlavního chrámu a ostatních svatyň, hradby a brány, ale také příkopy, zahrady, řeka Eufrat a zavlažovací kanály. (Votrubec, 1980)

Obr. 40. Plán města Nippuru



Zdroj: Archaeology Magazine © 2020

Obdobně se s městskými zahradami setkáváme i u dalších kultur, ať již opět u mínojců (např. terasové zahrady v Knóssu), v podobě posvátných hájů v řeckých městech, tak i v podobě městských zahrad v Římě.

Obecně tedy můžeme konstatovat, že starověká města měla několik systémů řešení přívalových dešťových vod, a to jednak kanalizační soustavu, dále sběr dešťové vody v zásobnících – cisternách a dále prostory pro její zasakování v podobě městských zahrad.

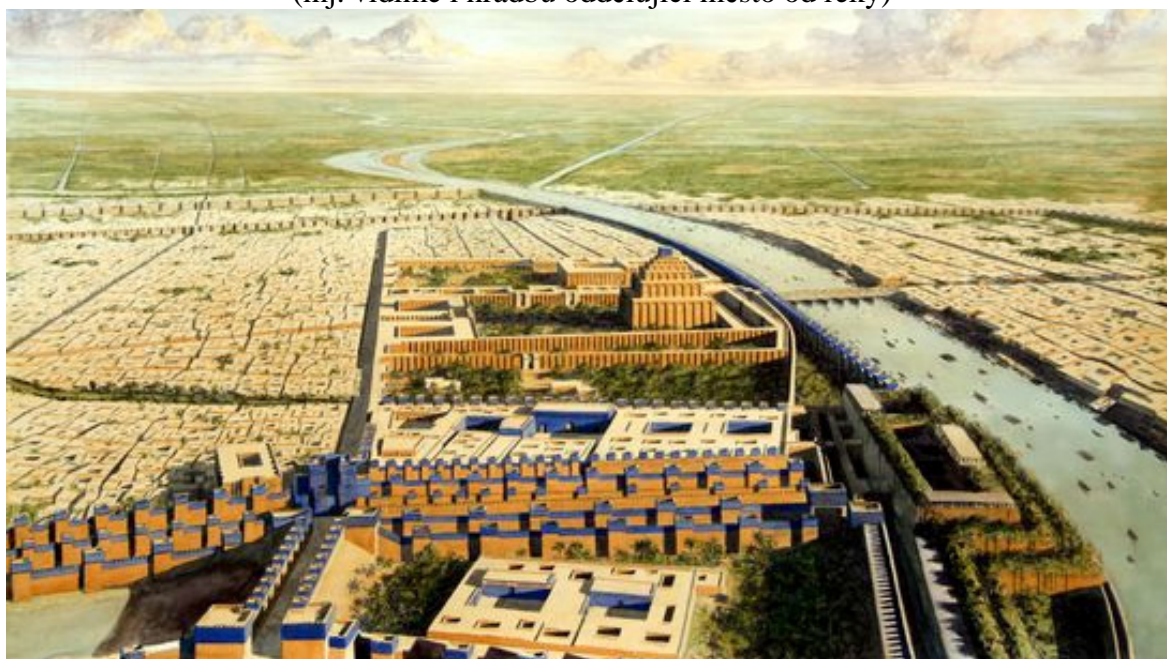
3.2. Města a povodně

O povodních v dějinách měst jsme lépe zpraveni, než o přívalových deštích. Jedna z nich se nám dochovala v biblické tradici, jak již bylo uvedeno výše. Archeologové ji ztotožnili s 2,5 m tlustou vrstvou nánosů čisté hlíny oddělující úrovně obejdské kultury od sumerské vrstvy v Uru z období 3. tis. př. Kr. (např. in Leicková, 2005) Pravidelné povodně byly základem egyptské kultury. Pokorný (2008) uvádí, že „pokud hlavní nilometry (starověké stupnice zaznamenávající výšku hladiny řeky Nilu) v Káhiře a v Elefantině ukázaly během kulminace nilské záplavy výšku právě 16 loktů (tj. cca 8 m), znamenalo to důvod k oslavám – mytický Usir Egyptu požehnal, rok bude zvláště úrodný“. Příliš vysoká hladina nilské záplavy ale strhávala nákladně vybudované zavlažovací systémy, úrodu postihla hniloba, rozmohli se parazité a byly zničeny zásoby potravin. Města jako taková stála sice nad běžnou hladinou záplavy, nicméně proti vysoké vodě chráněna příliš nebyla, to je také důvod, proč o egyptských městech víme tak málo (v době po rozpadu staroegyptské civilizace došlo doslova rozmytí těchto sídel pravidelnými nilskými záplavami).

Příkladem cílené ochrany sídla před povodněmi může být např. Demirci sídlo tzv. trojské námořní kultury (2920-2200 př. Kr.), kdy tato vesnice měla domy postavené z nepálených cihel s proutěnými výztuhami, které byly omítnuté. Domy byly uspořádané do kruhu o průměru asi 70 m a sídlo bylo z vnějšku uzavřené obrannou hradbou, která pravděpodobně mohla fungovat také jako obrana před povodněmi z bažinaté krajiny, která sídlo obklopovala. (Steadman a McMahon, 2011 in Šilhánková, 2019)

Městská hradba měla jistě protipovodňový význam i v mnoha dalších sídlech v Mezopotámii (např. Ur či Šurruk). Dobrým příkladem může být i Babylon a jeho vnitřní hradba města vůči Eufratu.

Obr. 41. Obrazová rekonstrukce Babylonu v 6. stol. př. Kr.
(mj. vidíme i hradbu oddělující město od řeky)



Zdroj: Balage Balogh Archaeology Illustrated

Dalším systémem ochrany proti povodním byl rozliv říční vody do zavlažovacích zemědělských kanálů. Za způsob ochrany (samozřejmě nejen proti povodni) můžeme považovat i akropole stavěné na vyvýšených místech „nad městem“, kam obvyklá zátopa již neměla šanci dosáhnout (např. v Eble či Ugaritu) nebo budování sídelního okrsku dále od vody jako tomu bylo v Akku (blíže in Šilhánková, 2020).

Obecně tedy opět můžeme shrnout, že jako prostředek proti povodním sloužila jednak poloha města nad obvyklou hladinou zátopy, poloha dále od vody a pak budování hradeb nejen proti vnějšímu nepříteli, ale také jako protipovodňová ochrana.

3.3. Města a sucho

O řešeních spojených se suchem resp. s nedostatkem vody víme relativně hodně, protože jsou nejen viditelné z archeologických situací, ale jsou hojně zmiňovány i v historických pramenech. Základním zdrojem vody pro starověká města byly zejména řeky (které ale s sebou přinášeli riziko povodní, jak bylo diskutováno výše), dále pak prameny a sběr dešťové vody do cisteren (jak již také bylo zmíněno výše, protože cisterny kombinovaly uložení přebytků vody z období dešťů a její potřeby v době sucha).

Jak uvádí Bouzek (1979) kolonizace nížin v Mezopotámii v období Sumeru byla možná až po objevu zavodňování, které umožnilo podstatně zvýšit zemědělskou produkci. Sumerové také jako první historicky známí stavitelé měst mj. zabezpečili města pitnou vodou, osvěžili obytné čtvrti palmovými sady, vybudovali veřejné stavby (Zamarovský, 1984). Řeka byla životodárná, a když změnila řečiště, obvykle rozhodla o zániku města, jak se tomu stalo v Uru nebo Babylóně.

Obdobně máme zprávy z Egypta, kde, jak píše Pokorný (2008) „*pokud bylo vody při nízké záplavě příliš málo, nastaly zlé časy. Zavlažovací kanály se nestačily naplnit vodou, a to znamenalo sucho, vyčerpání zásob obilí a hladovějící dobytek. 12 loktů (6 m) znamenalo hladomor, 13 loktů (6,5 m) hlad. Pokud takový stav trval řadu let za sebou, část zemědělského obyvatelstva se změnila v žebravé nomády. Jejich vesnice postupně pohltit písek přivátý z okolní pouště*“.

Hledaly se proto strategie, jak města vodou zabezpečit trvale. Tak např. do Ninive přiváděly kanály vodu z 50 km vzdáleného pohoří Zargos, aby zavlažovaly královské zahrady a sady i hospodářskou půdu obyvatel. Jejich součástí byly i kamenné akvadukty. (Reade, 2016) Obdobné akvadukty pak s úspěchem využívali Římané, kteří přiváděli vodu do měst i z relativně velkých vzdáleností. Umožnilo jim to zakládat města i na místech, které vlastní zdroj vody neměly. Příkladem mezi mnohými jinými může být např. Caesarea Maritima v dnešním Izraeli, která byla založena na místě vysloveně bez přímého vodního zdroje a kam byla voda přiváděna z pohoří Karmel vzdáleného několik desítek kilometrů. (Negev, 1999)

Obr. 42. Akvadukt u Caesarei v současnosti



Zdroj: vlastní foto 2016

Zejména v oblasti Levanty se uplatnila strategie sběru dešťových vod do cisteren. Např. Jepsen (1987) uvádí, že již ve střední době bronzové měl každý dům v Megidu svoji vlastní cisternu. Později se tento systém uplatnil i v uspořádání řeckých a zejména římských obytných domů, kde dešťová voda byla sváděna do impluvia – bazénku umístěného uprostřed atria domu.

Příkladem nad jiné může být město Arad, které bylo zásobováno dešťovou vodou, která byla kanály sváděna ze střech a zpevněných povrchů do zásobníku na dešťovou vodu - cisterny, která byla vybudována v nejnižší části sídla. Celková hloubka této velké vodní nádrže byla více než 15 m. Při vykopávkách bylo zjištěno, že plocha s vodním rezervoárem na dešťovou vodu byla využívána už v chalkolitické době. (Tel Arad National Park, 2019, Negev, 1999)

Obr. 43. Rekonstrukce Aradu (oblast cisterny je označena červeně)



Zdroj: Tel Arad National Park, 2019, foto 1.12.2019

Obdobné cisterny byly v řadě dalších měst např. v Megidu, v Chasóru ale třeba i v Jeruzalémě, mimo Levantu je pak známe např. z Mykén (blíže in Šilhánková, 2019). V pozdějších dobách byly tyto cisterny kombinovány s tunely vedoucími k pramenům, a to zejména proto, aby se obyvatelé města dostali k pramenům a zdrojům vody i v případě nebezpečí (obležení města). Např. v Megidu jde o 36 m hlubokou šachtu, na kterou navazuje 70 m dlouhý tunel vytesaný do skály, který vede k prameni, ze kterého bylo možné brát vodu pro potřeby města i v době obležení. (Archeological Site Megiddo, 2016)

Obecně lze konstatovat, že starověká města měla poměrně propracovaný systém resilience vůči epizodám sucha, a to zejména formou důsledného jímání dešťových vod (ať již na úrovni jednotlivých domů nebo města jako celku). Již od 3. tis. př. Kr. se objevují i systémy zásobování měst vodou ze vzdálených pramenů v horách, nicméně je potřeba zmínit, že i přes tato opatření některá města v důsledku nedostatku vody zanikla. Je také potřeba zmínit, že celková spotřeba vody byla výrazně nižší oproti současným standardům, nicméně i tak zde opět můžeme nalézt „důkaz“ o jiných - mnohem vlhčích klimatických podmínkách např. v oblasti Aradu, protože při dnešním průměru srážek 200 mm ročně by srážky (za předpokladu, že by se podařilo svést a uchovat všechnu vodu) představovaly 2.000 hl vody ročně tj. cca 2,75 l na osobu a den. Je to číslo, které se při srovnání s dnešní spotřebou české domácnosti, která je kolem 90 l/osobu/den, jeví neuvěřitelně nízké a jasně ukazuje, že buď město získávalo vodu z dalších, dosud neznámých zdrojů, nebo že srážková činnost musela být výrazně vyšší, a to minimálně dvojnásobná.

3.4. Města a teplota

Přestože jsme již uvedli, že klima bylo pravděpodobně chladnější a vlhčí, než je tomu dnes, neznamená to, že města a jejich obyvatelé neřešili problematiku ochrany před vysokými teplotami. Strategií, jak se ochránit bylo několik. Mezi prvními bychom měli zmínit celkové uspořádání městské prostorové struktury. Příkladem nám může být ze staršího období (7.500 př. Kr.) Çatal Hüyük, kde obyvatelé žili v domech postavených z nepálených cihel a mazaniny, které k sobě velmi natěsno dosedaly, nicméně každý dům měl své vlastní stěny, které byly 50-80cm široké. Do domů se vstupovalo po žebřících z obytné střechy – terasy a dům tam byl ochráněn před přímými slunečními paprsky, protože neměl oken (blíže in Šilhánková, 2017). Velmi často se ploché střechy využívaly i jako obytné terasy a byly na nich zakládány střešní zahrady.

Obdobně tomu bylo i v případě mezopotámských města např. Uru, kde městská struktura sestávala zejména z úzkých uliček, které nepropouštěly příliš mnoho slunečního světla mezi jednotlivé obytné domy a domy jako takové byly obráceny dovnitř, do obytného atria. Obdobně pak fungovaly i obytné domy egyptské, egejské i řecké a římské. Vnitřní prostor domu pak byl ještě ochlazován vodou z impluvia, o němž byla zmínka výše.

Jiným příkladem může být řešení z Aradu, kde jednotlivé domy byly postaveny podle jednotného architektonického konceptu tzv. širokého domu. Domy byly jednopodlažní a měly tvar kvádrů s plochou střechou. Úroveň podlahy byla o něco níže, než úroveň ulice a dvora z důvodu ochrany interiéru před pouštním horkem. (Tel Arad National Park, 2019, Negev, 1999)

Zejména Řekové, ale i další kultury využívaly ke snížení městské teploty i přistínění veřejných městských prostorů např. formou sloupových síní a kolonád (viz řecká stoa). Příkladem mohou být stavby stoí v Athénách (např. dnes rekonstruovaná Attalova stoa na athénské agoře).

Další strategií vedoucí ke snižování teploty v městském prostoru byla existence relativně velkých zahrad, ať již byly součástí paláce či přináležely k jednotlivým městským domům, jak dokumentuje např. obrazová rekonstrukce Persepole ze 4. stol. př. Kr. níže.

Obr. 44. Obrazová rekonstrukce Persepole v době 4. stop. Př. Kr.



Zdroj: Balage Balogh *Archaeology Illustrated*

Obecně tedy můžeme konstatovat, že města měla velmi často urbánní strukturu přizpůsobenou horkému klimatu s úzkými ulicemi, které do vlastního městského prostoru nevpuštěly příliš mnoho slunečního svitu, a tím zbytečně teplotu nezvyšovaly. Obdobně byly uspořádány i jednotlivé obytné domy, které minimalizovaly okenní otvory, obracely se do vnitřního atria, které bylo ještě dále ochlazováno vodním prvkem (impluviem). Města měla rovněž relativně velké množství zeleně, která umožňovala cirkulaci vzduchu, jeho zvlhčení a ochlazení.

3.5. Města a vítr

Posledním tématem dopadů klimatu resp. extrémních projevů počasí, které bychom měli zmínit, je ochrana měst a jeho obyvatel proti větru. Jak již bylo zmíněno výše, vítr v urbánním prostoru lze ovlivňovat zejména prostorovým uspořádáním sídla jako takového. Vzhledem k tomu, že většina měst starověkého Středomoří a Blízkého východu byla obehnaná hradbami, dá se předpokládat, že tyto hradby sloužily rovněž jako primární větrolamy (a zástěny proti případnému pouštnímu písku). Rovněž nízká a relativně kompaktní zástavba směřovala vítr primárně nad město, nikoli do jeho vnitřních prostorů. Obdobně je tomu u uspořádání jednotlivých domů, obrácených do vnitřního, a tudíž chráněného prostoru atria, jak bylo popsáno výše. Je ovšem třeba zmínit, že vánek, slabý nebo mírný vítr byly v městském prostoru vítány tak, jak je tomu ve městech dodnes.

Obecně lze tedy konstatovat, že ochrana sídel proti větrům byla realizována jednak prostřednictvím městských hradeb, které fungovaly jako větrolamy a dále díky vlastní urbánní struktuře s úzkými a mnohde i nepravidelnými ulicemi, které vzniku větrných tunelů zabráňovaly.

Na závěr této část je třeba ještě zmínit, že jsme hledaly příklady pozitivních adaptačních a resiličních strategií. Je samozřejmé, že ne všechna města v kterékoli historické době jich reálně využívala. Nicméně můžeme konstatovat, že města s lepšími adaptačními a resiličními strategiemi byla celkově obyvatelnější a tudíž v dlouhodobé konkurenci úspěšnější. Na druhou stranu je také třeba přiznat, že civilizační rozpad starověkého světa vedl k zániku většiny těchto sídel bez ohledu na to, jak dobře byla adaptovaná. Je tedy patrné, že i resiliční a klimaticky adaptovaná města zbavená své hospodářské a kulturně-spoločenské základny nemohou dlouhodobě přežít.

4. Poučení z historických příkladů.

Jak by mělo vypadat adaptované a tudíž resiliční město?

Na výše uvedených příkladech jsme si ukázali hlavní dochované adaptační a resiliční strategie sídel na dopady klimatu a „divočení“ počasí v období starověku ve Středomoří a na Blízkém východě. Z toho, co dnes můžeme u starověkých měst sledovat, jsou zejména opatření strukturální. Dnes tato opatření označujeme jako „šedá“ nebo také „tvrdá“ tj. opatření zahrnující inženýrská, stavební a technologická řešení. Tak jako v minulosti jde o použité materiály, které např. dokáží pohlcovat a nikoli odrážet světelnou i tepelnou energii, mají lepší propustnost vody či vybudované nádrže a systémy na uchování dešťové vody a její následné využívání. (Pondělíček a Bízek, 2016)

Dále dokážeme rekonstruovat některá opatření, která dnes označujeme jako „zelená“ či „zelenomodrá“ tj. opatření, která se váží na ekosystémy, přírodní a přírodě blízká opatření s využíváním vegetace a vodních prvků. Zelenomodrá infrastruktura může příznivě ovlivňovat mikroklima města, neboť na velkých zpevněných plochách bez vegetace a vody dochází k přehřívání díky dopadajícím slunečním paprskům, které se přeměňují na teplo. Zeleň a vodní plochy dokáží vsáknout část slunečních paprsků a slouží tak jako přírodní klimatizace. Zeleň

zároveň zachycuje prach, tlumí hluk, zpomaluje odtok vody, slouží jako útočiště pro drobné živočichy a působí pozitivně na lidské zdraví. (Pondělíček a Bízek, 2016)

Je pravděpodobné, že i v případě starověkých měst existovala i opatření nestrukturálního charakteru, dnes označovaná jako „měkká“ tj. opatření spojená se změnami v chování, v rozhodování a v konkrétních politických přístupech k adaptaci (Pondělíček, Emmer, Šilhánková, 2016), která dnes ale již nedokážeme rekonstruovat (nemáme-li vysloveně literární prameny, což v případě adaptace a resilience na změnu klimatu bohužel zatím nemáme).

Podíváme-li se tedy systémově na jednotlivé typy adaptačních a resiličních opatření můžeme porovnat historický materiál s naší současnou situací.

V oblasti ochrany před přívalovými srážkami to jsou zejména záležitosti dostatečně kapacitní kanalizace, která ovšem, na rozdíl od naší současné situace neodvádí přebytečnou vodu co nejrychleji z města do vodního toku, ale zpomaluje ji a odvádí ji do rezervoáru – cisterny k dalšímu využití v době, kdy jí naopak bude nedostatek. Dále pak je to systém nebezpečných a zasakovacích ploch, která přívalovou vodu zpomalí a zabrání tak vzniku přívalové povodně. Obě tyto strategie nejsou v našich současných městech využívány dostatečně a jejich rozvoj by byl proto žádoucí.

V oblasti ochrany před povodněmi můžeme konstatovat, že naše města mají velmi rozvinutý systém protipovodňových opatření, pravděpodobně mnohem propracovanější, než tomu bylo ve starověku. Nicméně ukolébání touto propracovaností mnohem méně dbáme na zakládání a rozvoj nových částí sídel a staveb mimo záplavová území a tím se zbytečně vystavujeme dalšímu nebezpečí. Důsledná restrikce zakládání nových staveb de facto přímo v řečišti (např. v řečišti Berounky mezi obcemi Srbsko a Karlštejn) by situaci ohrožení sídel, lidí i majetku jistě zlepšila.

Otázka řešení sucha resp. nedostatku vody je dnes v centru pozornosti nejen odborné, ale i laické veřejnosti. Ze srovnání s historickými příklady je jednak patrné, že naše současná spotřeba vody na obyvatele a den mnohonásobně převyšuje spotřebu v minulosti. Je jasné, že se nemůžeme dostat na extrémní minima, jak bylo ukázáno např. v případě Aradu, nicméně systémová řešení šetření vodou jsou jistě na místě. Na úrovni sídel bychom pak měli větší pozornost věnovat možnostem jímání dešťových vod a jejich využívání v dobách sucha, ať již na úrovni jednotlivých domů, tak i z veřejných prostranství města.

Ruku v ruce s otázkami sucha je diskutována i otázka teploty. Přestože jsme si ukázali, že v období starověku bylo ve zkoumané oblasti chladnější a vlhčí klima než je tomu dnes, neznamená to, že by tam bylo vlhčení a chladněji než je dnes ve střední Evropě. Strategií ke snižování (resp. nezvyšování) teploty bylo jednak celkové prostorové uspořádání sídel s úzkými ulicemi, často doplněnými krytými kolonádami, jejichž typickým představitelem byla řecká stoa. Budování krytých či přistíněných veřejných prostranství je jistě výzvou i pro současné architekty a urbanisty. Nepředpokládáme, že by v našich současných městech začaly vznikat polozemnice (jak jsme si ukázali v Aradu) či domy bez oken (viz Çatal Hüyük), nicméně různé formy přistínění i vnitřního obytného prostoru jsou nanejvýš žádoucí. Dalším prvkem, který pomůže snižovat teplotu v městské prostředí je samozřejmě zeleň, ať již v podobě parků, nebo zeleně na konstrukcích (zelené střechy, svislé plochy zeleně apod.).

I když se otázky ochrany před větrem nejeví jako prioritní, je třeba konstatovat, že v našich městech je jim věnována relativně malá pozornost. Starověká města měla přirozené větrolamy, které tvořily městské hradby a relativně nízkou zástavbu, která vítr odkláněla nad město nikoli do jeho vnitřních prostorů. Jak upozorňuje Gehl (2000) mezi vysokými samostatně stojícími a od sebe vzdálenými budovami se začne vítr stáčet k zemi, turbulovat a může svoji rychlost až zečtyřnásobit, to pak samozřejmě může mít za následek vznik vichřic s jejich ničivými důsledky na architektuře i majetku. Je proto třeba při plánování zástavby dbát důsledně na řešení i tohoto problému.

Závěr

Už Gehl (2000) upozorňuje, že „plánování města může zlepšit nebo zhoršit lokální klima. A mnoha problémům se lze vyhnout pečlivou projektovou prací na městské úrovni i na úrovni projektu tak, aby byl redukován dopad nejnepříjemnějších klimatických faktorů“. Ve výše uvedeném textu jsme chtěli ukázat, že existuje velmi těsná vazba mezi místním klimatem a strukturou a fungováním města, stejně tak, jako že změna klimatu není jen otázkou naší současnosti, ale probíhá víceméně kontinuálně. Města (nejen ta naše současná) tak po celou dobu své existence musí reflektovat místní klima a projevy počasí vč. změn klimatu v čase a s tím spojené extrémní projevy počasí, které dnes nazýváme „divočením počasí“. Z rozboru těchto meteorologických jevů jsme pro města identifikovali pět nejvýznamnějších (přívalové deště, povodně, sucho, teplotu a vítr). Pro tyto jevy jsme pak hledali a našly příklady adaptačních a resilienčních strategií měst starověkého Středomoří a Blízkého východu. Rozborem těchto příkladů jsme pak mohli poukázat na podobnosti nejen klimatické, ale zejména adaptační a z těchto historických materiálů získat i poučení a inspiraci pro naše další činnosti a strategie v této oblasti.

Literatura

- Adaptace sídel na změnu klimatu* [online] Dostupné z: www.adaptacesidel.cz
ANCIENT KIEV. Map for the reconstruction of Ancient Kiev [online] [cit. 26. 12. 2018]
Dostupné z: <http://parkkyivrus.com/en/>
ANCIENT ORIGINS. Mohenjo Daro, Pakistan [online] © 2013 – 2018 [cit. 25. 12. 2018]
Dostupné z: <https://www.ancient-origins.net/ancient-places-asia/mohenjo-daro-pakistan-0075>
ANAS, Alex, Richard ARNOTT a Kenneth A. SMALL. Urban Spatial Structure in *Journal of Economic Literature* 1988. Vol. 36. No. 3. pp. 1426-1464. ISSN 0022-0515. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/2564805>
Archeological Site Megiddo, navštíveno duben 2016.
ARCHAEOLOGICAL SITE OF PALAIKASTRO. Minoan Palaikastro [online] 2010 - 2012 [cit. 4. 4. 2013] Dostupné z: <http://www.palaikastro.com/ancientsites/>
BALAGE BALOGH ARCHAEOLOGY ILLUSTRATED [online] akg-images [cit. 16. 5. 2020]
Dostupné z: https://www.akg-images.fr/C.aspx?VP3=SearchResult_VPage&ALID=2UMEBMYEL7DL6#/SearchResult&ALID=2UMEBMYEL7DL6&VBID=2UMES666UFM5O&PN=2&POPUPPN=105&POPUPIID=2UMEBMIHTZ3V
BÁRTA, Miroslav. Zrychlování tempa. Svět bohů, králů a monumentů (4000 – 1000 př. Kr.) in BÁRTA, Miroslav, Martin KOVÁŘ a kol. *Civilizace a dějiny. Historie světa pohledem dvaceti českých vědců*. Praha: Academia, 2013. ISBN 978-80-200-2301-8.
BEHRINGER, Wolfgang. *A Cultural History of Climate*. Cambridge: Polity Press, 2010. ISBN 978-0-7456-4529-2.
BELLOVÁ, Barbara. The Dark Ages in Ancient History. 1971 in TAINTER, Joseph A. *Kolapsy složitých společností*. Praha: Dokořán, 2009. ISBN 978-80-7363-248-9.
Bible: překlad 21. století. Praha: Biblion, 2009. ISBN 978-80-87282-00-7.
Boncuklu Open Air Museum, navštíveno 9. 3. 2015.
Boncuklu Project [online] Boncuklu Project 2015 [cit. 13. 9. 2015] Dostupné z: <http://boncuklu.org/about-boncuklu/the-site/>
BOUZEK, Jan. *Objevy ve Středomoří*. Praha: Odeon, 1979.
BRISTOW, Tom a Thomas H. FORD (eds.). *A Cultural History of Climate Change*. New York: Routledge, 2016. ISBN 978-1-315-73459-0.
BURIAN, Jan. *Cesty starověkých civilizací*. Praha: Práce 1973.

- CARPENTER, Rhys. Discontinuities in Greek Civilization. 1966 in Tainter, Joseph A. *Kolapsy složitých společností*. Praha: Dokořán, 2009. ISBN 978-80-7363-248-9.
- CI2. *Klimaticky odpovědné město*. 2017 [online] Dostupné z: <https://adaptace.ci2.co.cz/cs/2017-krnov-klimaticky-odpovedne-mesto>
- CLARKE, Joanne a kol. Climatic changes and social transformations in the Near East and North Africa during the „long“ 4th milénium BC: A comparative study of environmental and archeological evidence in *Quaternary Science Reviews*. 15. 3. 2016. Vol. 136. pp. 96-121. ISSN: 0277-3791.
- CLINE, Eric H. *1177 př. Kr.: zhroucení civilizace a invaze mořských národů*. Praha: Vyšehrad, 2019. ISBN 978-80-7429-805-9.
- CUFFEY, K. M. et al. Large Arctic temperature change at the Wisconsin-Holocene glacial transition in *Science*. October 1995. Vol. 270. No. 5235. pp. 455-458. ISSN 1095-9203.
- CUFFEY, K. M. et al. Temperature accumulation and ice sheet elevation in central Greenland through the last deglacial transition in *Journal of Geophysical Research*. November 1997. Vol. 102. No. C12. pp. 26,383-23,396. ISSN 2156-2202.
- CZECHGLOBE. *Mitigace a adaptační možnosti na změnu klimatu*. [on-line] Klimatická změna ©2020 [cit. 15. 3. 2020]. Dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz/cs/>
- ČMeS. *Elektronický meteorologický slovník výkladový a terminologický* [online] Česká meteorologická společnost 2017 [cit. 12. 09. 2020]. Dostupné z: <http://slovník.cmes.cz>
- DOTACEEU.CZ. *Programové období 2014-2020* [online] Ministerstvo pro místní rozvoj ČR ©2018 [cit. 15. 10. 2018] Dostupné z: <https://dotaceeu.cz/cs/Evropske-fondy-v-CR/2014-2020>
- ENZEL, Yehouda a kol. Late Holocene climates of the Near East deduced from Dead Sea level variations and modern regional winter rainfall in *Quaternary Research* 2003. Vol. 60. pp. 263-273. ISSN 1096-0287.
- Epos o Gilgamešovi*. Překlad Lubor Matouš. 3., dopln. a přeprac. vyd. Praha: Československý spisovatel, 1976.
- FARSKÝ, Ivan a Tomáš MATĚJČEK. *Vybrané kapitoly z fyzické geografie*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Přírodovědecká fakulta, 2008. ISBN 978-80-7044-996-7.
- FIALA, František. *Stati z urbanismu*. Svaz architektů ČSR 1959.
- FERRÃO, Paulo a John E. FERNÁNDEZ. *Sustainable Urban Metabolism*, MIT Press 2013. Dostupné z: www.jstor.org/stable/j.ctt9qf63h.1.
- FLICKR. Teotihuacán [online] 2008 [cit. 19. 12. 2018] Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/paleangellex/3366220484/in/photostream/>
- FRY, Juliane L. *Počasí a změna klimatu: velká encyklopedie: souhrnný obrazový průvodce*. Praha: Svojtka & Co., 2012. ISBN 978-80-256-0707-7.
- GEHL, Jan. *Život mezi budovami: užívání veřejných prostranství*. Brno: Nadace Partnerství, 2000. ISBN 80-85834-79-0.
- GEHL, Jan and Lars GEMZØE. *Public Spaces. Public Life*. Copenhagen: The Danish Architectural Press and the Royal Danish Academy of the Fine Arts. School of Architecture Publishers, 1996. ISBN 87-7407-187-4.
- HALÍK, Pavel, Petr KRATOCHVÍL a Otakar NOVÝ. *Architektura a město*. Praha: Academia 1996. ISBN 80-200-0245-6.
- HOLDRIDGE, L. R. Determination of world plant formations from simple climatic data 1947 in Parry, Martin et al. (eds.). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press 2007. ISBN 978 0521 88010-7.
- HRŮZA, Jiří. *Stavitelé měst*. Praha: Agora, 2011. ISBN 978-80-86820-08-8.
- HRŮZA, Jiří. *Svět měst*. Praha: ACADEMIA 2014. ISBN 978-80-200-1808-3.
- HUGHES, Donald J. Civilization and Climate. 1975 in Tainter, Joseph A. *Kolapsy složitých společností*. Praha: Dokořán, 2009. ISBN 978-80-7363-248-9.

- INSTITUT PLÁNOVÁNÍ A ROZVOJE HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, Strategie adaptace hl. m. Prahy na klimatickou změnu 2017. [online]. [cit. 23. 1. 2020]. Dostupné z: http://www.ippraha.cz/uploads/assets/dokumenty/ssp/Adaptacni%20strategie/adaptacni_strategie_7o17.pdf
- JEPSEN, Alfréd. *Královská tažení ve starém orientu. Prameny k dějinám starověké Palestiny*. Praha: Vyšehrad, 1987.
- JERUSALEM 101. City of David [online] [cit. 2016-05-02] Dostupné z: <http://www.generationword.com/jerusalem101/19-city-of-david.html>
- JOHNSON, S. J. et al. Greenland paleotemperatures derived from GRIP bore hole temperature and ice core isotope profiles in Cuffey, K. M. et al. Temperature accumulation and ice sheet elevation in central Greenland through the last deglacial transition in *Journal of Geophysical Research*. November 1997. Vol. 102 No. C12, pp. 26,383-23,396. ISSN 2156-2202.
- KHODLOVÁ, Katrin. Návrh adaptace obce Lázně Toušeň na projevy klimatické změny. Diplomová práce. Praha: Vysoká škola regionálního rozvoje a Bankovní institut – AMBIS, 2020.
- KLIMADAPT 2015-2016 [online] Dostupné z: www.timur.cz
- KONDRATYEV, Kyryl, Ya., Vladimir F. KRAVIPIN a Gary W. PHILLIPS. *Global Environmental Change. Modelling and Monitoring*. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag 2002. ISBN 978-642-07773-9.
- KOUTNÝ, Jan. *Vývoj urbanismu*, ppt prezentace přednášky. Brno: Vysoké učení technické v Brně. Fakulta architektury, 2016, nepublikováno.
- KOZÁK, Jan. Dějiny vztahu člověka a planety. Příspěvek k historii přírodních katastrof in Bárta, Miroslav, Martin Kovář (eds.) *Civilizace a dějiny: historie světa pohledem dvaceti českých vědců*. Praha: Academia 2013. ISBN 978-80-200-2301-8.
- KRÁSNÝ, Jan. *Základy urbanismu*. ČVUT v Praze, SNTL Praha, 1962.
- LEICKOVÁ, Gwendolin. *Mezopotámie. Počátky měst*. Praha: B. B. Art, 2005. ISBN 80-7341-555-0.
- METELKA Ladislav a Radim TOLASZ. *Klimatické změny: fakta bez mýtů*, Praha: Univerzita Karlova, Centrum pro otázky životního prostředí, 2009. ISBN 978-80-87076-13-2.
- MIGOWSKI, Claudia et al. Holocene climate variability and cultural evolution in the Near East from the Dead Sea sedimentary record in *Quaternary Research* 2006. Vol. 66. pp. 421-431. ISSN 1096-0287.
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Národní akční plán adaptace na změnu klimatu*. [on-line]. 2015 [cit. 28. 3. 2020]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu/\\$FILE/OEO-K-NAP_cely_20170127](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_akcni_plan_zmena_klimatu/$FILE/OEO-K-NAP_cely_20170127)
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. *Změna klimatu*. [online]. 2013 [cit. 16. 11. 2019]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu
- MOLDAN, Bedřich. *Podmaněná planeta*. Praha: Karolinum 2009. ISBN 978-80-246-1580-6.
- MOSCATI, Sabatino. *Živoucí minulost*. Praha: Panorama, 1984.
- NEGEV, Avraham, (ed.). *The archaeological encyclopedia of the Holy Land*. 3rd ed. New York: Prentice Hall, ©1990. ISBN 0-13-044090-6.
- NĚMEC, Jiří. *Urbanismus zonální, sídelní, regionální struktury a jejich územní plánování*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 1983.
- NORBERG-SCHULZ, Christian. *Genius loci: k fenomenologii architektury*. Praha: Odeon, 1994. ISBN 80-207-0241-5.
- PARRY, Martin et al. (eds). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press © Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. ISBN 978 0521 88010-7. Dostupné z: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf

- PEEL, M. C., B. L. FINLAYSON, a T. A. MCMAHON. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification in *Hydrology and Earth System Science* 2007, Vol. 11, Iss. 5. pp. 1633-1644. ISSN 1027-5606. Dostupné z: <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- PINTEREST. Sumerian Ur [online] [cit. 25. 12. 2018] Dostupné z: [https://cz.pinterest.com/search/pins/?q=ancient%20ur&rs=typed&term_meta\[\]=ancient%7Ctyped&term_meta\[\]=ur%7Ctyped](https://cz.pinterest.com/search/pins/?q=ancient%20ur&rs=typed&term_meta[]=ancient%7Ctyped&term_meta[]=ur%7Ctyped)
- POKORNÝ, Jan a kol. Termovizní snímek rozdílných teplot ve městě in *Urbanismus a územní rozvoj* 2018. Vol. XXI. No. 1. ISSN 1212-0855.
- POKORNÝ, Petr. Klimatický kolaps v severovýchodní Africe jako příčina civilizačních změn in Pokorný, Petr a Miroslav Bárta (eds.). *Něco překrásného se končí. Kolapsy v přírodě a společnosti*. Praha: Dokořán, 2008. ISBN 978-80-7363-197-0.
- PONDĚLÍČEK, Michael. Bezpečnost regionů a ochrana přírody ve stínu klimatické změny in *Regionální rozvoj mezi teorií a praxí*. 2013. [online] Mimořádné číslo. ISSN 1805-3246. Dostupné z: <http://www.regionalnirozvoj.eu/2013mimoradne-cislo/bezpecnost-regionu-ochrana-prirody-ve-stinu-klimaticke-zmeny>
- PONDĚLÍČEK, Michael a Vladislav BÍZEK (eds.). *Adaptace na změnu klimatu*. Hradec Králové: Civitas per Populi, 2016. ISBN 978-80-87756-09-6.
- PONDĚLÍČEK, Michael, Adam EMMER, Vladimíra ŠILHÁNKOVÁ a kol. *Metodika tvorby adaptační strategie sídel na změnu klimatu*. Hradec Králové: Civitas per Populi, 2016. ISBN 978-80-87756-08-9.
- PRESSOVÁ, Ludwika. *Stará Kréta. Život za časů krále Mínóa*. Praha: Panorama, 1978.
- READE, Julian. *Ninive. Paláce a chrámy asyrských králů* in Norwich, John Julius. *Města, která utvářela starověký svět*. Praha: Vyšehrad, 2016. ISBN 978-80-7429-694-9.
- RIEL-SALVATORE, Julien a Fabio NEGRINO. Human adaptations to climatic change in Liguria across the Middle-Upper Paleolithic transition in *Journal of Quaternary Science* 2018. Vol. 33. No. 3. pp. 313-322. ISSN 1099-1417.
- ROMAN EMPIRE [online] [cit. 21. 2. 2019] Dostupné z: www.roman-empire.net
- ROSEN, Steven A. a Nigel A. GORING-MORRIS. Tabular Scrapper Quarries: A View from Har Qeren in the Western Negev in *Journal of the Israel Prehistoric Society* 2018. Vol. 48. pp. 82-96. ISSN 0334-3839.
- SCHEER Brenda, Case. *The Evolution of Urban Form. Typology for Planners and Architects*. New York: Routledge 2010. ISBN 978-13-5117-889-1.
- SKALÁK, Petr et al. Projected shift of Köppen–Geiger zones in the central Europe: A first insight into the implications for ecosystems and the society in *International Journal of Climatology* 2018, Vol. 38. pp. 3595–3606. DOI: 10.1002/joc.5520.
- SOLECKI William et al. A conceptual framework for an urban areas typology to integrate climate change mitigation and adaptation in *Urban Climate* 2015, Vol. 14. Part 1. pp. 116-137. ISSN 2212-0955.
- STEADMAN, Sharon R. a John Gregory MCMAHON. The Oxford handbook of ancient Anatolia, 10,000-323 B.C.E. 2011. in Šilhánková, Vladimíra. *Sídla hrdinů řeckých bájí. Vývoj předměstských a městských sídel egejské oblasti v době bronzové*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2019. ISBN 978-80-01-06652-2.
- STOCKER, Thomas. *Introduction to Climate Modelling*. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag 2011. ISBN 978-3-642-00772-9.
- STRUHA, Pavel, Vladimíra ŠILHÁNKOVÁ a Michael PONDĚLÍČEK. Heat Islands and Their Thermovision Monitoring in an Example of Public Space in Hradec Králové in *International Journal of Environmental Science* 2017, No. 2. pp. 88-95. ISSN 1735-1472. Dostupné z: <http://www.ias.org/ias/journals/caijes/heat-islands-and-their-thermovision-monitoring-in-an-example-of-public-space-in-hradec-kralove>

- SVOBODA, Jiří. *Utajené dějiny podnebí. Řídilo počasí dějiny lidstva?* 2. doplněné vydání, Praha: Levné knihy, 2009. ISBN 978-80-73097-99-8.
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra. Chetitská stavba měst – urbanisticko-historická studie in Holubec, Pavel, (ed.). *Člověk, stavba a územní plánování 9*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 2016. pp. 6-28. ISBN 978-80-01-06002-5. ISSN 2336-7687.
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra. *Levanta - kolébka měst*. 2020. v přípravě.
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra. Nejstarší lidská sídla a sídliště městského typu v oblasti Malé Asie a Levanty in: Kugl, Jiří, (ed.). *Člověk, stavba a územní plánování 10*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 2017. pp. 112-131. ISBN 978-80-01-06319-4. ISSN 2336-7687.
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra. *Sídla hrdinů řeckých bájí. Vývoj předměstských a městských sídel egejské oblasti v době bronzové*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2019. ISBN 978-80-01-06652-2.
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra. *Veřejné prostory v územně plánovacím procesu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta architektury, Ústav teorie urbanismu, 2003. ISBN: 80-214-2505-9.
- ŠILHÁNKOVÁ Vladimíra a Jan KOUTNÝ. *Základy urbanismu*. Praha: Vysoká škola regionálního rozvoje, 2013. ISBN 978-80-87174-22-7.
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra a Michael PONDĚLÍČEK. Agenda 2030 a adaptace sídel na dopady změny klimatu in *Regionální rozvoj mezi teorií a praxí* [online] 2017. No. 2. pp. 9-24. ISSN 1805-3246. Dostupné z: http://www.regionálnírozvoj.eu/sites/regionalnirozvoj.eu/files/casopis_2017_2.pdf
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra a Michael PONDĚLÍČEK. *Hodnocení hrozeb spojených s dopady klimatické změny na města a regiony* in Klímová, Viktorie, Žítek, Vladimír. (eds.) *XVII. mezinárodní kolokvium o regionálních vědách. Sborník příspěvků*. Brno: Masarykova univerzita, 2014a. pp. 589-595. DOI:10.5817/CZ.MUNI.P210-6840-2014-76.
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra a Michael PONDĚLÍČEK. Resilience a adaptace měst jako nová výzva pro programovací období 2014+ Příklad města Hradce Králové in *Regionální politika na prahu nového programovacího období*. Sborník referátů z odborné konference Regionální rozvoj mezi teorií a praxí V. Pardubice 29. 5. 2014. Hradec Králové: Civitas per Populi, 2014b. pp. 133-150. ISBN 978-80-87756-05-8. ISSN 1805-3246.
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra a Michael PONDĚLÍČEK. *Strategické plány měst ve stínu klimatické změny* in *Trendy v podnikání 2014c*. No. 4. pp. 76-82. ISSN 1805-0603.
- ŠILHÁNKOVÁ, Vladimíra a Michael PONDĚLÍČEK. *Urbanistický vývoj předinckých a inckých měst v oblasti centrálních And*. Praha: Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2018. ISBN 978-80-01-06409-2.
- TAINTER, Joseph A. *Kolapsy složitých společností*. Praha: Dokořán, 2009. ISBN 978-80-7363-248-9.
- Tel Arad National Park 2019, navštíveno 1. 12. 2019.
- TOLASZ, Radim. *Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007. ISBN 978-80-86690-26-1.
- VÁGNER, Silvestr. *Sídelní struktury*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta architektury, 1982.
- VOTRUBEC, Ctibor. *Lidská sídla. Jejich typy a rozmístění ve světě*. Praha: Academia, 1980.
- WINKLESS, Nels a Iben BROWNING. Climate and the Affairs of Men. 1975 in TAINTER, Joseph A. *Kolapsy složitých společností*. Praha: Dokořán, 2009. ISBN 978-80-7363-248-9.
- WONG, Paul. The Ancient Fortified City of Jericho [online] ARK International 2006 [cit. 9. 10. 2015] Dostupné z: http://www.geocities.ws/jericho_ark/2.html
- ZAMAROVSKÝ, Vojtěch. *Na počátku byl Sumer*. Praha: Panorama, 1984.
- ZÍTEK, Petr. Egypt v detailech [online] © 2005-2016 [cit. 19. 12. 2018] Dostupné z: <https://egypt.vdetailech.cz/cs/katalog-objektu/pamatky/pyramidy-v-gize>

Summary

The climate change related issues, global warming in particular, followed the preceding state of environment and sustainability discussions, approx. at the turn of the millennium. These matters significantly affect both our lives and the lives of our cities. Therefore, the key issue from the architecture and urbanism point of view is how to adjust cities to the changing conditions, how to adapt them and enhance their resilience, i.e. how to strengthen their resistance to the emerging adverse impacts. This paper's objective thus is to find suitable historical examples from which we can draw lessons in the present day. Therefore, we searched for globalized world systems of scales comparable to our cities in terms of both the size and the complexity. We found such a system in the Bronze Age Mediterranean and Near East, and this system was selected as the reference for our subsequent research.

The paper's opening section is dedicated to the climate classification, in particular the examination of the climate impact on the urban structures and the architecture. The scrutiny of the architectural and urban structures show interesting findings and comparisons of the cities in the individual climate zones. Both, in their urban and architectural morphology across the cultures and continents, and in the period of their traceable urban structures main development.

In the following section we explored the correlation between the climate change and the evolution of settlements. For analysis we picked out the most significant settlements – civilisation centres of the extended Mediterranean and Near East regions. Based on the comparison of the selected settlements' development stages with the charts showing the precipitation in the respective periods, we came up with a set of seven charts covering the period between 3 BCE and 500 CE, that compare the global precipitation with the manifestation of urban and civilisation activities. The results show that there is a visible effect of the changes in the climate on the development, decline, and perishing of the cities. The assumption that the global climate course had an impact on the formation, development, and perishing of the ancient civilisations and their cities is thus confirmed. However, the magnitude of precipitation and the boom of a civilisation and its cities cannot be put into a simple equation. Neither can be draughts and the decline of a civilisation and its cities. It appears that an established society is capable of managing temporary adverse conditions. However, when numerous factors or long-term (200 – 400 years) adverse climate conditions are combined then further deterioration may lead to a mass perishing of settlements and civilisations, such as around 2300 BCE, between 1300 – 1200 BCE, and between 400 – 500 CE. The cultures and their cities were able to resist short-term periods of climate changes. It means, that these cities must have been resilient to the short-term climate deviations and the related weather wildness and that they must have been adapted to them.

In the final section of the paper we looked into the climate change and the resulting weather changes, that cause further threats. The main threats we examined were torrential rainfalls, flash floods, across-the-region floods, draughts, extreme heats, urban heat islands (UHI) formation, and extreme wind conditions. We demonstrated on numerous examples the principal surviving adaptation and resilience strategies of the settlements to the climate change and weather wildness impacts in antiquity. They include so called “grey” measures including engineering, constructing and technological solutions (sewerage system, rain water caption and detention in water tanks and its usage during draughts, founding settlements out of the flooding areas, constructing roofed or sheltered public spaces, etc.); further on measures called “green” or “green-blue” in modern language, i.e. measures tied to ecosystems, nature or nature-based measures using vegetation and water features, such as parks, gardens, or greenery on constructions (see the Hanging Gardens of Babylon); and finally “soft” measures, i.e. organization steps such as water saving, and minimization of water usage.

In conclusion, we can state that cities (not only our contemporary ones) must reflect, through all their existence, the local climate and weather conditions, incl. their changes in time, the related extreme weather conditions, and must adapt to them and become resilient to them.