

ADAPTAČNÍ STRATEGIE
MĚSTA CHRUDIM NA KLIMATICKOU ZMĚNU

KLIMATICKÁ OPATŘENÍ
VE ZDRAVÝCH MĚSTECH

Dokument byl připraven v rámci projektu NSZM ČR s názvem „Spolupráce obcí ke zvýšení kvality veřejné správy za pomoci metody MA21“. Aktivita byla podpořena finančními prostředky ESF, které byly poskytnuty z OP Zaměstnanost.

Evropská unie
Evropský sociální fond
Operační program Zaměstnanost

Zdravá města, obce, regiony České republiky

Autoři dokumentu:
Vojtěch Lekeš, architekt MSc.
RNDr. Radim Misiaček
Mgr. Zdeněk Frélich

spolupráce: město Chrudim a Národní síť Zdravých měst ČR

OBSAH:

1 ÚVOD:

1.1 Úvod 5
1.2 Přístup k adaptacím 6
1.3 O dokumentu, metodika 7
1.4 Strategické plánování a adaptace 8
1.5 Přenositelnost, vztah k NSZM 9
1.6 Návaznost dokumentu 10

2 ANALYTICKÁ ČÁST:

2.1 Základní charakteristiky města Chrudim 12
2.2 Vývoj klimatu a projekce do budoucna 13
Vývoj klimatu ve světě, v Evropě a v ČR
Teplota 14
Srážky 16
2.3 Současné klimatické charakteristiky Chrudimska 17
2.4 Predikce budoucího vývoje klimatu ve městě Chrudim 18
Vývoj teplot 18
Vývoj srážek a eroze 20
2.5 SWOT analýza 21
2.6 Metoda hodnocení zranitelnosti
Úvod 22
Rizika 23
Dopady 24
Dopady klimatické změny na zdraví 25
Hodnocení zranitelnosti 26
Hodnocení zranitelnosti města Chrudim 27

3 NÁVRHOVÁ ČÁST:

3.1 Struktura návrhové části
Vize, Cíle, Opatření 32
Adaptační opatření - Ekosystémové služby 33
3.2 Návrh prioritních oblastí 34
3.3 Typy Adaptačních opatření 38
3.4 Adaptační opatření v praxi 40
3.5 Vyhodnocení adaptačních opatření města Chrudim 42

4 IMPLEMENTACE:

4.1 Implementace do územního plánování 46
4.2 Finanční nástroje na podporu adaptací: 47

5 PŘÍLOHA:

5.1 Katalog aktivit
Technická opatření 50
Přírodní opatření - s využitím ekosystémových služeb 55
5.2 Akční plán 66



1.1 ÚVOD

Změna klimatu postupně přináší řadu důsledků, které mají a v různé míře nadále budou mít převážně negativní vlivy na život společnosti i přírodu. Přestože lidská společnost v poslední době snižuje emise skleníkových plynů, které ke klimatické změně významně přispívají, dynamiku změn lze pouze zpomalit, nikoliv klimatickou změnu zatím zcela eliminovat.
Proto je nezbytné se zaměřit také (avšak nejen) na adaptační opatření, pomocí nichž lze omezit dopady části negativních vlivů.

Stávající i budoucí reakce společnosti na klimatickou změnu tedy zahrnují dva přístupy:

1) **MITIGACE**
• zmírňování dopadů klimatické změny prostřednictvím snižování emisí skleníkových plynů, především oxidu uhličitého (omezení spalování fosilních paliv, využívání alternativních zdrojů energie, zateplování budov, podpora udržitelné mobility, apod.)

2) **ADAPTACE**
• reakce na probíhající klimatickou změnu prostřednictvím opatření, která snižují či eliminují její vlivy. Typicky se jedná o protipovodňová opatření, šetření pitnou vodou prostřednictvím jímání a využívání srážkových vod, snižování teploty ve městech s cílem zvýšit kvalitu života obyvatel, apod.

Strategie adaptací na klimatickou změnu je zaměřena především na adaptační opatření. Příslušná mitigační opatření v různých částech textu připomíná, není však nutné je podrobněji specifikovat, neboť v dostačující míře již figurují ve strategickém plánu města, případně se jim věnují či budou věnovat samostatné dokumenty (např. SEAP: Akční plán udržitelné energetiky, ad.).

možné projevy budocí změny klimatu:
• ***zvýrazní dosavadní negativní jevy*** (např. zvýší četnost a sílu povodní, prodlouží období sucha a horka, zvýší četnost extrémních klimatických jevů)
• ***podpoří negativní jevy***, které se za stávajících podmínek dosud neprojevily (např. eroze v dosud nezasaženém území, nové projevy sucha, ad.)

ENGLISH ABSTRACT:

This document is focused on the adaptation strategy to future impacts of climate change on the town of Chrudim, with population of 23,000 inhabitants situated in the central-eastern part of the Czech republic.

Chrudim is a member of Healthy cities of the Czech republic, within which is awarded category A (the most advanced). The town sets a good example for other small municipalities as it is implementing Agenda 21 into its strategic documents and generally promotes sustainable and environmentally friendly growth.

Although Chrudim has taken several risk mitigation steps, adaptation to the climate change is still to be improved. Despite its importance the issue of building adaptation to the climate change has not been broadly introduced in the Czech Republic yet.

However, a new climate protection policy of the Czech Republic was introduced in 2016 and the country is currently working on its national action plan. Several major cities are currently working on their adaptation strategies.

Focused on the town of Chrudim, this project aims to identify main challenges for Chrudim today and in the near future according to the climate predictions.

The document is divided into three stages: the analytical part is followed by the suggested proposal and the actual implementation. For the catalogue and the action plan, see the attachment.

The content of document's analysis consists of climate predictions, SWOT analysis, and evaluation of vulnerability of the area.

The proposal further deals with primary areas of interest: build environment, buildings, nature, and health. Consequently, adaptation measures are introduced.

The implementation part suggests possible ways of supporting adaptations in zoning plans and other documents.

The catalogue presents both Czech and foreign projects and concepts which serve as good examples of addressing adaptation to the climate change in towns and cities.

Suggestions for the most relevant of selected projects to the town of Chrudim are listed in the action plan.

1.2 PŘÍSTUP K ADAPTACÍM

Přístupy k adaptacím se dají rozlišit podle míry reakcí a jejich dlouhodobých perspektiv do 3 kategorií:
- coping (reakce na následky)
- incremental adaptation (postupná adaptace)
- transformative adaptation (transformativní adaptace)

Reakce na následky klimatických extrémů vychází z jejich projevů a následných škod. **Postupná adaptace** je založena na dostupných technologiích a zkušenostech, a snaží se postupně vylepšit opatření na ochranu před projevy extrémního klimatu. (vyšší protipovodňové zábrany, atd.).
Oba přístupy jsou založeny na ověřených metodách a měřitelných veličinách, jsou poměrně efktivní v krátkodobém a střednědobém horizontu.

Některé dlouhodobé projevy extrémního klimatu však mohou být obtížně zvládnutelné těmito přístupy.

Např. Město Vác v Maďarsku bylo úspěšně chráněno v r. 2002 a 2013 mobilní protipovodňovou hrází. Nicméně druhá povoděň byla silnější (s vyšší hladinou) a není jasné jestli bude tento přístup v budoucnu stále účinný.

Transformativní adaptace nabízí dlouhodobé vize, zkoumá příčiny změny klimatu a snaží se na ně systémově reagovat.

V případě města Vác by se jednalo např. o zadržení více vody v horním toku (meandry, mokřady, apod.). To vyžaduje širší perspektivu a spolupráci s ostatními městy, regiony a pod.

Adaptace měst na změny klimatu se pomocí trasformativního přístupu řeší komplexně s ohledem na složitou infrastrukturu a socio-ekonomické prostředí.

Program na podporu zelených střech v Hamburku podporuje vlastníky budov k realizaci těchto konstrukcí. Tyto střechy mají zadržet více vody a zpomalit tak odtok to kanalizace.
Pokud by se Hamburk soustředil jen na postupnou adaptaci, např. zvětšení kapacity (průměru) kanalizace, jednalo by se o značně nákladné řešení s nejistým výsledkem.
Zelené střechy také přináší více benefitů současně - retence vody, pozitivní vliv na mikroklima, zvýšení biodiverzity apod.

Strategie má za cíl uvést systém transformativní adaptace a nabídnout Chrudimi kvalitní program s dlouhodobým výhledem.

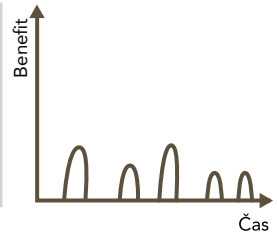
zdroj:
EEA Report: Urban adaptation to climate change in Europe 2016

Graf různých přístupů k adaptacím a s tím spojené benefity rozloženy v čase:

COPING



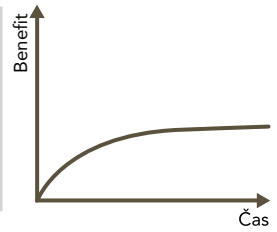
Tyto přístupy přináší krátkodobé benefity, které zanikají s příchodem dalšího extrému. Vedou tedy k vysokým dlouhodobým nákladům.



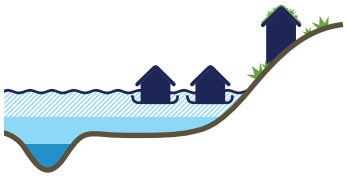
INCREMENTAL



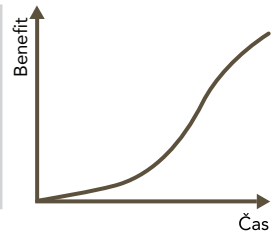
Funguje efektivně do určité míry extrému. Benefity se časem ustálí a riziko vyšších extrémů znamená další náklady.



TRANSFORMATIVE



Vyžaduje z počátku větší náklady a úsilí ale benefity se zvyšují dlouhodobě. Není třeba dodatečných zásahů při vyšších extrémech.



Vodní hladina - běžný stav
Vodní hladina - 50-ti letá povodeň
Vodní hladina - 100 letá povodeň

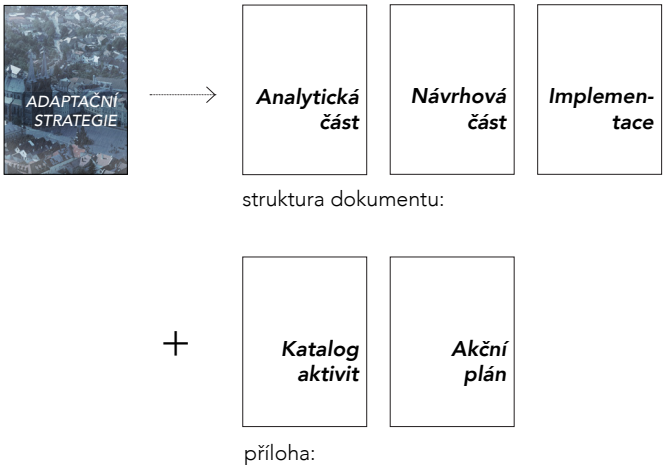
Zdroj: EEA - European Environment Agency

1.3 O DOKUMENTU, METODIKA

Dokument Strategie adaptací na klimatickou změnu města Chrudimi vychází ze standardní osnovy strategických dokumentů, nicméně obsahuje také specifické pasáže, vyplývající z jeho zaměření.

Základní strukturu ukazuje níže uvedené schéma.

struktura dokumentu:



METODIKA:

Metodika, použitá v dokumentu, provazuje systém strategického plánování a hodnocení zranitelnosti podle Czech Globe.
- více v kapitole hodnocení zranitelnosti

Metodika zohledňuje stávající aktivity a dokumenty města Chrudimě (např. členství v NSZM, atd.) a zapracovává poslední poznatky v oblasti adaptací na změnu klimatu.

V dokumentu jsou také použity zahraniční zdroje a příklady projektů, které vychází ze zkušeností autorů.

Metodika je z části založena na kvalifikovaném odhadu, který bude do budoucna nahrazen přesnějším výpočtem. Důvodem pro tento postup je to, že v současnoti ještě není v podmínkách ČR stanovena příslušná indikátorová sada.

Nicméně metodika je zpracována tak, aby umožnila pojmout budoucí vstupy, které budou podloženy přesným výpočtem.

DOKUMENT:

Analytická část obsahuje analýzu vývoje klimatu, informace o základních charakteristikách území města (SWOT) a vlastní systém honocení zranitelnosti (stanovuje hlavní rizika, dopady a vyhodnocuje zranitelnost města)

Návrhová část navazuje na výstupy z analytické části a představuje kroky, pomocí kterých může město efektivně reagovat na budoucí projevy změny klimatu.

Vzhledem k tomu, že klíčovým prvkem úspěšnosti dokumentu je její **implementace**, tvoří toto téma samostatnou kapitolu.

Příkladem pro vhodné projekty je **katalog aktivit** přinášející vzorové řešení pro eliminaci identifikovaných rizik.

Projekty, jejichž zpracování je zvláště důležité z hlediska jejich významu pro adaptaci města na klimatickou změnu a jsou v nejbližších dvou letech proveditelné (finančně, technicky, organizačně), tvoří přílohu Strategie Chrudapt v podobě **Akčního plánu.**

„Metodiky adaptací na změnu klimatu patří mezi relativně nové postupy. Proto ještě není obecně dořešen vztah metodologie (ani termínů) metodik adaptací a strategického plánování.

Markantním příkladem je nekompatibilita termínů „adaptační opatření" strategie adaptací a „strategická opatření" SP.

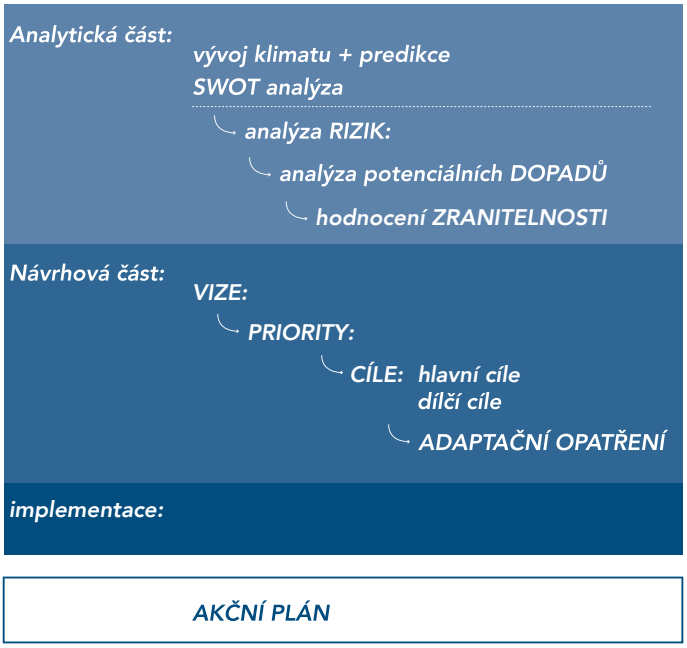
Lze konstatovat, že Strategie adaptací na změnu klimatu města Chrudimě, je jedním z prvních dokumentů, který se implementaci strategie adaptací do prostředí strategického plánování důsledně zabývá.

Nicméně, zejména ve Zdravých městech, které důsledně strategicky plánují, je nalezení souladu obou přístupů klíčovým úkolem a zásadní výzvou."

1.4 STRATEGICKÉ PLÁNOVÁNÍ A ADAPTACE

Pro efektivní plánování adaptací je nutná vazba na strategické dokumenty. Následující text představuje přístup, který přináší nutné provázání adaptací a strategického plánování.

schema strategického přístupu k adaptacím



Analytická část
Na rozdíl od analýzy běžného strategického dokumentu do této části vstupuje odhad rizik a dopadů klimatické změny a následné hodnocení zranitelnosti. Tato analýza vychází z aktuálních klimatických scénářů, vztažených na území města.

Analytický fáze je zakončena formalizací v podobě **SWOT** analýzy, tedy vymezením silných a slabých stránek (současný stav), příležitostí a hrozeb (očekávaný stav, působení externích vlivů).

Ve Zdravém městě je významnou součástí analýzy rizik a dopadů vyhodnocení rizik na veřejné zdraví.

Identifikace **rizik** a **dopadů** a jejich následná prioritizace stanovuje základ pro následné vyhodnocení **zranitelnosti** území.
Dokument se primárně zaměřuje na eliminaci hrozeb, které byly identifikovány v rámci analýzy.

Návrhová část
obsahuje standardně vizi, strategický cíl a dílčí cíle jednotlivých oblastí, v nichž se může projevit klimatická změna. Klíčovým prvkem návrhové části jsou **prioritní oblasti**, tvořící rámce pro následné aktivity, skupiny projektů a projekty (v souladu s metodikami klimatických strategií je nazáváme **adaptačními opatřeními**), které jsou konkrétními nástroji pro eliminaci dopadů klimatické změny, resp. pro využití potenciálních příležitostí, které ze změny klimatu v Chrudimi mohou vyplývat.

Prioritní oblasti jsou formulovány tak, aby umožnily identifikovat vhodné aktivity/projekty (adaptační opatření), které by měly zahrnovat.
Na druhé straně musí být rámce prioritních oblastí dostatečně pružné, aby umožnily do budoucna postupně zařadit ty projekty, které nebyly (nemohly být) v době zpracování strategie identifikovány.

Uvedený postup je zárukou komplexního přístupu k návrhům, tvoří ucelený systém a umožňují otestovat potenciální aktivity a projekty z hlediska jejich souladu se strategií.

Dokument obsahuje jednoduché fiše, která prioritní oblasti charakterizují a zahrnují mimo jiné jejich popis, garanta, spolupracující subjekty, možnosti financování, typické aktivity/projekty (adaptační opatření) a další údaje, potřebné pro rozhodování o souladu aktivit a projektů se strategií.

Přehled typických aktivit/projektů netvoří úplný výčet, ale umožňuje posoudit příslušnost dalších potenciálních projektů k jednotlivým prioritním oblastem strategie. Projekty vycházejí jak z doporučených aktivit v rámci zpracování strategie, tak i ze zásobníku projektů Strategického plánu, resp. Akčního plánu SP města Chrudimi, kdy je klíčovým atributem pro jejich zařazení do Strategie jejich soulad s rámcem a podmínkami prioritních oblastí.

Z dříve uvedeného schématu je zřejmé, že úspěšná implementace je možná pouze v rámci souladu s průběhem zpracování / aktualizace strategického plánu města.
Strategické návrhy v oblasti adaptací na změnu klimatu tak alternativně zvyšují či snižují priority stávajících opatření strategického plánu, případně je doplňují, modifikují, či ruší.

V případě **územního plánu** je situace vzhledem k aktuální legislativě složitější. Postup je naznačen ve schématu na následující straně, které demonstruje vztah mezi strategickým a územním plánem, jejich aktualizacemi a Strategií adaptací na změnu klimatu.

1.5 PŘENOSITELNOST, VZTAH K NSZM

Při prolnutí strategického plánování a adaptací lze implementovat podobný přístup v každém městě (regionu), které využívá prvky strategického plánování. Mezi nejpokročilejší města v této oblasti se řadí členové NSZM (Národní sítě zdravých měst ČR)

PŘENOSITELNOST:

Strategie adaptací je vhodným nástrojem pro všechny obce, města a regiony, které pro svůj rozvoj využívají principy strategického plánování.

Zahrnutí adaptačních kroků do strategie rozvoje má tu výhodu, že lze prostřednictvím nástrojů strategického plánování stanovit strategické rámce pro potenciální aktivity a skupiny projektů (v rámci strategie adaptací nazývaná strategická opatření) a podle finančních možností města, právní a technické proveditelnosti, časových nároků, resp. významu opatření (rizik, míry zranitelnosti) určit také priority jejich zpracování.

Tento postup zabraňuje ad hoc reakcím na skutečné či domnělé projevy klimatické změny, aniž se rozhoduje na základě priorit.

Typickým příkladem takových spontánních reakcí je obvyklý nárůst počtu projektů protipovodňových opatření několik let po povodních, rozvoj výsadby stromů po delších periodách horka a sucha, případně další kroky, reagující na projevy extrémních klimatických jevů.

Je tedy zřejmé, že vhodné podmínky pro implementaci strategie adaptací na změnu klimatu lze nalézt především ve městech s rozvinutým strategickým plánováním, což v ČR obvykle znamená ve městech, které využívají strategické plánování jako součást metody zvyšování kvality veřejné správy - místní Agendy 21.

V praxi to znamená především ve Zdravých městech sdružených v NSZM.

NÁRODNÍ SÍŤ ZDRAVÝCH MĚST:

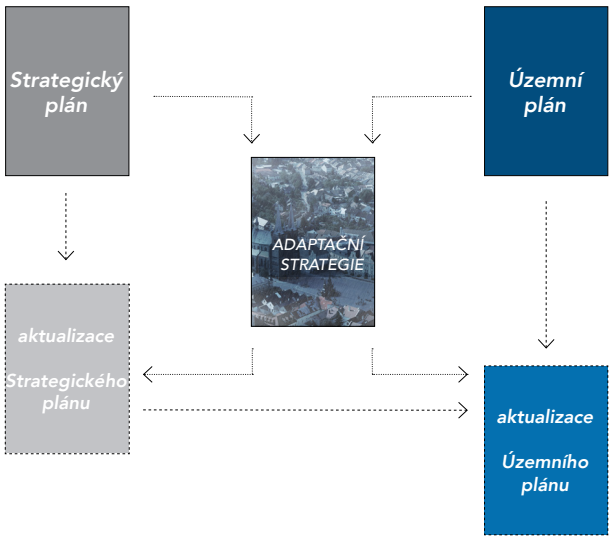
Metodika místní Agendy 21 obsahuje indikátory, které umožňují popsat míru mitigačních opatření, od roku 2017 metodika bude zahrnovat také specifický indikátor, zaměřený na míru adaptace na klimatickou změnu. Obecně lze také uvést, že zájem o problematiku adaptace na změnu klimatu vzrůstá také s „osvíceností" přístupů měst, zaměřených na zvýšení kvality života občanů.

Chrudim:
Vztah strategie adaptací na klimatickou změnu k ostatním strategickým dokumentům města **Chrudimě** je standardní tím, že strategie adaptací nestojí v systému plánování města izolovaně, ale je jedním z podkladů strategického plánu, jako několik dalších strategií.

Na rozdíl od jiných strategických dokumentů má však strategie adaptací na klimatické změny úzký vztah také k územnímu plánování. A to jak z hlediska vymezení konkrétních lokalit s vyšší zranitelností, tak i pro následnou implementaci opatření a projektů v konkrétním území.

Vztah mezi jednotlivými dokumenty je znázorněn v následujícím schématu, který vychází ze standardních postupů ve Zdravých městech.

schema vazby Strategie adaptací na platné dokumenty



Důležité jsou také strategické dokumenty, týkající se oblasti zdraví obyvatel - Zdravotní plán, příp. Plán zdraví a kvality života. Klimatická změna může zvýraznit vlivy prostředí na zdraví obyvatel a tím podmínit jak strukturu opatření těchto plánů, tak i související aspekty, včetně finančních požadavků na zmírnění dopadů, a to i zdravotních a sociálních.

Zatímco Plán zdraví a kvality života je výsledkem především komunitního plánování, opatření a aktivity Zdravotního plánu navrhuje expertní skupina – je zde tedy možnost zohlednit potřebná opatření vyplývající z klimatické změny do konkrétních kompenzačních a podpůrných opatření ve prospěch veřejného zdraví.



1.6 NÁVAZNOST DOKUMENTU

EU

Strategie EU pro přizpůsobení se změně klimatu.

Jedná se o základní materiál, ze kterého vycházejí národní strategie. Představuje dlouhodobou strategii (do roku 2020) pro zvýšení odolnosti EU vůči negativním dopadům změny klimatu na všech úrovních a v souladu s cíli strategie Evropa 2020. Adaptační strategie EU obsahuje 3 hlavní specifické cíle:

1) Zvýšit odolnost členských států EU, jejich regionálních uskupení, regionů a měst;

2) Zlepšit informovanost pro rozhodování o problematice adaptace na změnu klimatu;

3) Zvýšit odolnost klíčových zranitelných sektorů vůči negativním dopadům změny klimatu.

ČR

Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR (také zvaná Adaptační strategie).

Cílem Adaptační strategie ČR je zmírnit dopady změny klimatu přizpůsobením se této změně, zachovat dobré životní podmínky a uchovat a případně vylepšit hospodářský potenciál pro příští generace.
Je připravena na roky 2015-2020 s výhledem do r. 2030.

Adaptační strategie ČR předkládá adaptační opatření pro jednotlivé hospodářské oblasti, mezi které patří i urbanizovaná krajina, zdraví a hygiena a další.
V r. 2016 byl dokončen Národní akční plán adaptace na změnu klimatu, který zajistí její realizaci.

Adaptační strategie ČR doplňuje Politika ochrany klimatu v ČR, která byla schválena v r. 2016. Oba tyto dokumenty umožňují komplexní přístup k problematice změny klimatu.

Podpora opatření pro přizpůsobení se negativním dopadům změny klimatu je také jednou z důležitých priorit Státní politiky životního prostředí 2012 – 2020 nebo Koncepce environmentální bezpečnosti a Bezpečnostní strategie České republiky 2015-2020 s výhledem do roku 2030.

Další důležité dokumenty a iniciativy:

V roce 2012 prodloužen o druhé kontrolní období (2013 – 2020), v rámci něhož přijaly některé vyspělé státy nové redukční závazky. EU a jejích 28 členských států se zavázalo snížit do roku 2020 emise skleníkových plynů o 20 % v porovnání s rokem 1990.

Cancúnský adaptační rámec (2010)
- vytvořen Adaptační výbor (Adaptation Committee), který má podporovat adaptační aktivity zejména v rozvojových zemích.

„Rámec ze Sendai pro snižování rizika katastrof 2015 – 2030".
- 7 globálních cílů, jejichž dosažení by mělo vést ke zmírňování dopadů katastrof na úrovni lokální, národní a mezinárodní.

Mezivládní panel pro změnu klimatu (**IPCC**).
- seskupení vědců z celého světa, zabývající se zejména poznáním podstaty změny klimatu a vyhodnocováním jejích environmentálních a sociálních důsledků.

Dokumenty na evropské úrovni

EU má schválen tzv. klimaticko-energetický balíček z roku 2008. Balíček obsahuje 4 směrnice, které mají pomoci naplnit redukční emisní cíl EU, tj. snížit celkové emise skleníkových plynů nejméně o 20 % do roku 2020 vůči referenčnímu roku 1990.
V období 1990 – 2013 došlo na úrovni EU ke snížení emisí skleníkových plynů o 19 % a cíl k roku 2020 je tak již téměř naplněn.

V roce 2014 byl schválen nový Rámec politiky v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030. Přijaté závěry stanovují především cíl domácího snížení emisí skleníkových plynů EU do roku 2030 o 40 % oproti roku 1990.

V roce 2009 představila Evropská komise tzv. Bílou knihu s názvem Přizpůsobení se změně klimatu: směřování k evropskému akčnímu rámci.
Počáteční fáze se zaměřila na vybudování internetové databáze pro dopady změny klimatu a adaptace tzv. **Climate-ADAPT** (spuštěno v březnu 2012), která podporuje šíření informací v rámci i mezi členskými státy.
Dalším důležitým krokem je zapracování adaptačních opatření do klíčových oblastí politik EU a posílení mezinárodní spolupráce v této problematice.

Covenant of Mayors
Město Chrudim je dalším městem ČR, které se angažuje v aktivitách Paktu starostů a primátorů (Convenant of Mayors), jehož primárním cílem byla mitigační opatření, a jehož členy je dnes více než 6000 evropských měst.
Chrudim připravuje zpracování Akčního plánu udržitelné energetiky (SEAP), který bude obsahovat bilanci emisí zdrojů oxidu uhličitého i návrh opatření ke snížení jeho produkce.

Aktuálně se vyvíjí platforma **Mayors Adapt**, která sdružuje města, rozšiřující svůj záběr také na adaptační opatření – vývoj problematiky nejlépe dokumentuje počet účastník této platformy, který je o dva řády nižší, než počet členů standardního Paktu starostů a primátorů.



ANALYTICKÁ ČÁST

2.1 ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY MĚSTA CHRUDIM

počet obyvatel:	*23 061*	*- řeka Chrudimka*
rozloha:	*3 321 ha*	*- Markovický potok, potok Podhůra a Kočský potok*
nadmořská výška	*240 - 300 m n. m.*	*- nadprůměrný podíl kvalitní zemědělské půdy*

Město se nachází 10 km jižně od krajského města Pardubic, které je centrem Pardubického kraje.

Administrativně je město členěno na 8 místních částí:

Chrudim I - Vnitřní Město
Chrudim II - Nové Město,
Chrudim III - Kateřinské Předměstí
Chrudim IV - Jánské Předměstí (část),
Topol
Medlešice
Vestec
Vlčnov

a na 5 katastrálních území:
Chrudim I až IV (jedno katastrální území)
Topol
Medlešice
Vestec
Vlčnov

Geomorfologicky leží město v Chrudimské pánvi (ve výšce 240 - 300 m n. m.), která je součástí České křídové tabule. Jihozápadně od města se zvedá pohoří Železné hory, patřící do kategorie hornatin, s nejvyšší horou 668 m n. m. (Vestec). Městem protéká řeka Chrudimka, která pramení v chráněné krajinné oblasti Žďárské vrchy.

Hydrologicky patří řešené území města Chrudim do povodí Labe. Hlavním vodním tokem je na území řeka Chrudimka. Dotčeným územím dále protéká Markovický potok, potok Podhůra a Kočský potok a jejich bezejmenné přítoky, popř. náhony. Je zde několik menších vodních ploch, a to rybník ve Vlčnově a na 4 Podhůře, nádrže se zpevněnými břehy v Medlešicích a v místní části Topol.

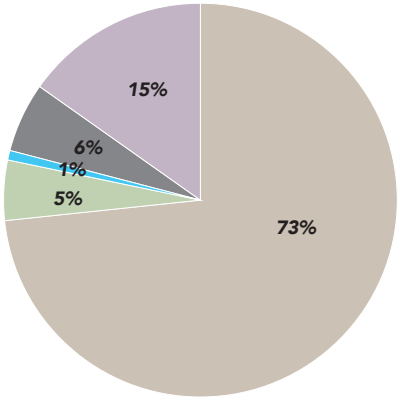
Z Markovického potoka je napájena vodní nádrž Markovice. Vodnatost ostatních toků je nízká. Průtoky kolísají dle ročního období.

Všeobecně nejvíce vody odteče v jarních měsících, nejméně koncem léta a na podzim, kdy většina toků obvykle vysychá. Extravilánové vody (splachy z polí) se v řešeném území vyskytují jen v omezeném rozsahu a nemají podstatný vliv na kanalizaci a vodní toky či nádrže. Výjimku tvoří plocha jižně od sídliště Stromovka, kde dochází ke splachům do kanalizace.

Chrudimsko má nadprůměrný podíl kvalitní zemědělské půdy – na převážné části zemědělské půdy se pěstuje obilí a cukrová řepa. Celková plocha lesů na území města je cca 162 ha, což představuje cca 5 % rozlohy řešeného území.

Výměry jednotlivých druhů pozemků

Druh pozemku	*Plocha (ha)*
Zemědělská půda	2 434
Lesní pozemek	162
Vodní plocha	29
Zastavěná plocha a nádvoří	191
Ostatní plocha	506
Celková výměra	**3 322**




Ostřešany
Blato
Mikulovice
MEDLEŠICE
Tuněchody
VESTEC
TOPOL
CHRUDIM IV
CHRUDIM I
CHRUDIM
CHRUDIM II
CHRUDIM III
Kočí
Kozojedy
Vrcha
Pouchobrady
Sobětuchy
VLČNOV
Tři Bubny
Orel
SLATIŇANY
Rabštejnská Lhota
ŠKROVÁD

2.2 VÝVOJ KLIMATU A PROJEKCE DO BUDOUCNA

SVĚT:
- Zvyšuje se koncentrace skleníkových plynů a narůstá průměrná teplota atmosféry a moře
- Tají ledovce a sníh, zvyšuje se hladina moří
- Ubývá srážek ve Středomoří

ČR:
- Dlouhodobý nárůst teplot
- Předpoklad period sucha a extrémně vysokých teplot
- Předpoklad četnějších přívalových srážek
- Výrazné zvýšení počtu letní a tropických dní

GLOBÁLNÍ VÝVOJ VE SVĚTĚ

V posledních desetiletích je evidentní rostoucí nárůst globální teploty, který je nezpochybnitelný. Atmosféra a oceán se oteplily, množství sněhu a ledu kleslo, hladina oceánu stoupla a koncentrace skleníkových plynů se zvýšily.

Každé z posledních tří desetiletí bylo v blízkosti zemského povrchu teplejší než kterékoli předchozí od roku 1850.
Na severní polokouli bylo období 1983 – 2012 pravděpodobně nejteplejším třicetiletím za posledních 1400 let. Globální průměrná teplota se za období 1880 – 2012 zvýšila o 0,85°C.
Změna průměrné globální teploty při povrchu na konci 21. století pravděpodobně překročí 1,5 °C v porovnání s obdobím let 1850 – 1900.

Významně vzrostly srážkové úhrny např. ve východních částech Severní i Jižní Ameriky, v severní Evropě, severní a střední Asii a naopak se snížily v oblasti Sahelu, ve Středomoří a v jižních částech Afriky a Asie.
Je třeba počítat s častějšími periodami extrémně vysokých teplot a epizodami intenzivních přívalových srážek. Srážkové úhrny ve vyšších zeměpisných šířkách se budou zvyšovat, v subtropických oblastech a zejména nad pevninami naopak klesat.

VÝVOJ V EVROPĚ

Teplota evropského kontinentu se během posledního století zvýšila v průměru o 1,2 °C, z toho během posledních tří desetiletí o 0,45 °C, což jsou hodnoty téměř o polovinu vyšší než globální. Zatímco průměrný trend nárůstu byl v posledním století v celé Evropě přibližně 0,1 °C/10 let, v posledních třiceti letech se zvýšil na více než dvojnásobek.

Evropa se jako celek nejvíce otepluje na jaře a v létě, nejméně v podzimních měsících. Ubývá chladných extrémů (ledové a mrazové dny apod.), zatímco počet tropických dní se během posledního století ztrojnásobil, počet letních dnů zdvojnásobil.

Je třeba počítat s nárůstem pravděpodobnosti výskytu, intenzity i délky trvání vln extrémně vysokých teplot.
Proměnlivost zimních teplot, resp. počet ledových a mrazových dnů, bude i nadále postupně klesat.
Také se předpokládá zvýšený výskyt extrémních hydrologických situací, jako jsou povodně a sucha.

Srážky se budou zvyšovat v severní Evropě, sucha a vyšší teploty budou častější ve Středomoří a střední Evropě. Ve střední Evropě se mohou suchá bezesrážková období v průměru prodloužit až o jeden týden oproti současnému stavu.

Extrémní meteorologické jevy působí v posledních letech v celé Evropě vzrůstající škody. Výskyt těchto jevů je nepravidelný a obtížně předvídatelný.

Souvisejícím rizikem je rovněž výskyt epizod vysokých rychlostí větru, spojených s přechody hlubokých vnětropických tlakových níží přes kontinent. Ve střední Evropě se takové situace budou častěji vyskytovat zejména v zimě.

pozn.:

Letní den	- maximální teplota ≥ 25 °C
Tropický den	- maximální teplota ≥ 30 °C
Tropická noc	- minimální teplota neklesne pod 20°C
Mrazový den	- minimální teplota klesne pod 0°C
Ledový den	- teplota po celý den pod 0°C
Arktický den	- max. denní teplota nepřesáhne -10°C

ZMĚNA KLIMATU A JEJÍ PŘEDPOKLÁDANÉ PROJEVY V ČR

Výzkumu projevů a dopadů změny klimatu a predikcím budoucího vývoje v ČR se v posledních letech věnovalo několik projektů:

- Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření, ČHMÚ (2011)

- CzechAdapt

Systém pro výměnu informací o dopadech změny klimatu, zranitelnosti a adaptačních opatřeních na území ČR, který vedl Ústav výzkumu globální změny Akademie věd České republiky (CzechGlobe)

- UrbanAdapt

Rozvoj strategií přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách měst s využitím ekosystémově založených přístupů k adaptacím" řešený v širokém konsorciu subjektů.

- Národní strategie adaptace budov na změnu klimatu

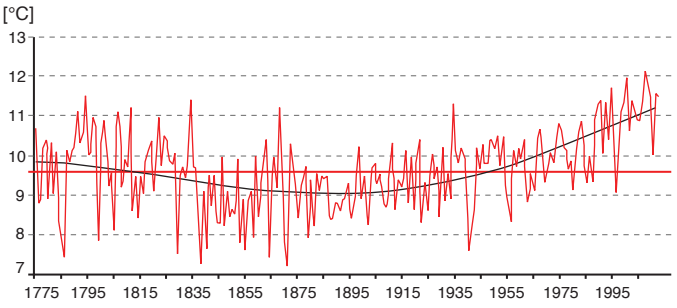
V následujícím textu uvádíme základní predikce pro Českou republiku, které budou v dalších kapitolách zpřesněny pro město Chrudim.

TEPLOTA VZDUCHU

Po nárůstu průměrné teploty v druhé polovině 18. století nastal pokles průměrných teplot, který se začal obracet k postupnému nárůstu od konce 19. století.
Tento nárůst probíhá doposud, kdy při krátkém zpomalení v polovině 20. století se od osmdesátých let významně zrychlil, a to až do současnosti.S tímto hlavním trendem víceméně souvisí také změna sezónních chodů teplot.

Ze změn průměrných ročních teplot v posledních 150 letech je patrný postupný nárůst teploty; v období 1861 – 1910 byla průměrná roční teplota **9,1 °C**, v období 1911 – 1960 byla **9,6 °C** a v období 1961 – 2010 **10,4 °C**.

Průběh průměrných teplot vzduchu (°C) v období 1775-2012, Praha - Klementinum

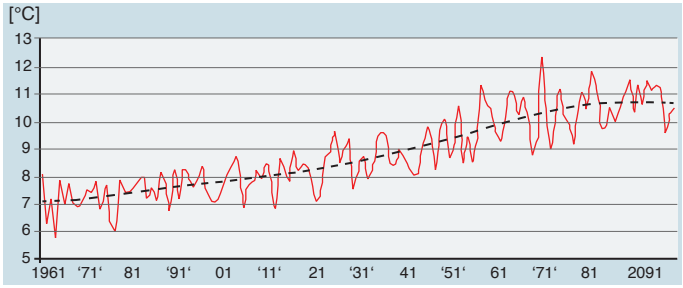


pozn.:
dlouhodobý teplotní průměr za sledované období
roční průměrné teploty vzduchu;
11letý klouzavý průměr/vyhlazení

Zdroj: (Pretel, 2011)

V rámci projektu „Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření" byly prováděny také **predikce budoucího vývoje teplot**.
Ty jsou znázorněny na obrázku níže. Z grafu je patrné, že do konce 21. století je předpokládán poměrně výrazný nárůst.

Predikované průměrné roční hodnoty teploty vzduchu (°C) na území ČR včetně polynomického trendu vývoje 1961–2099

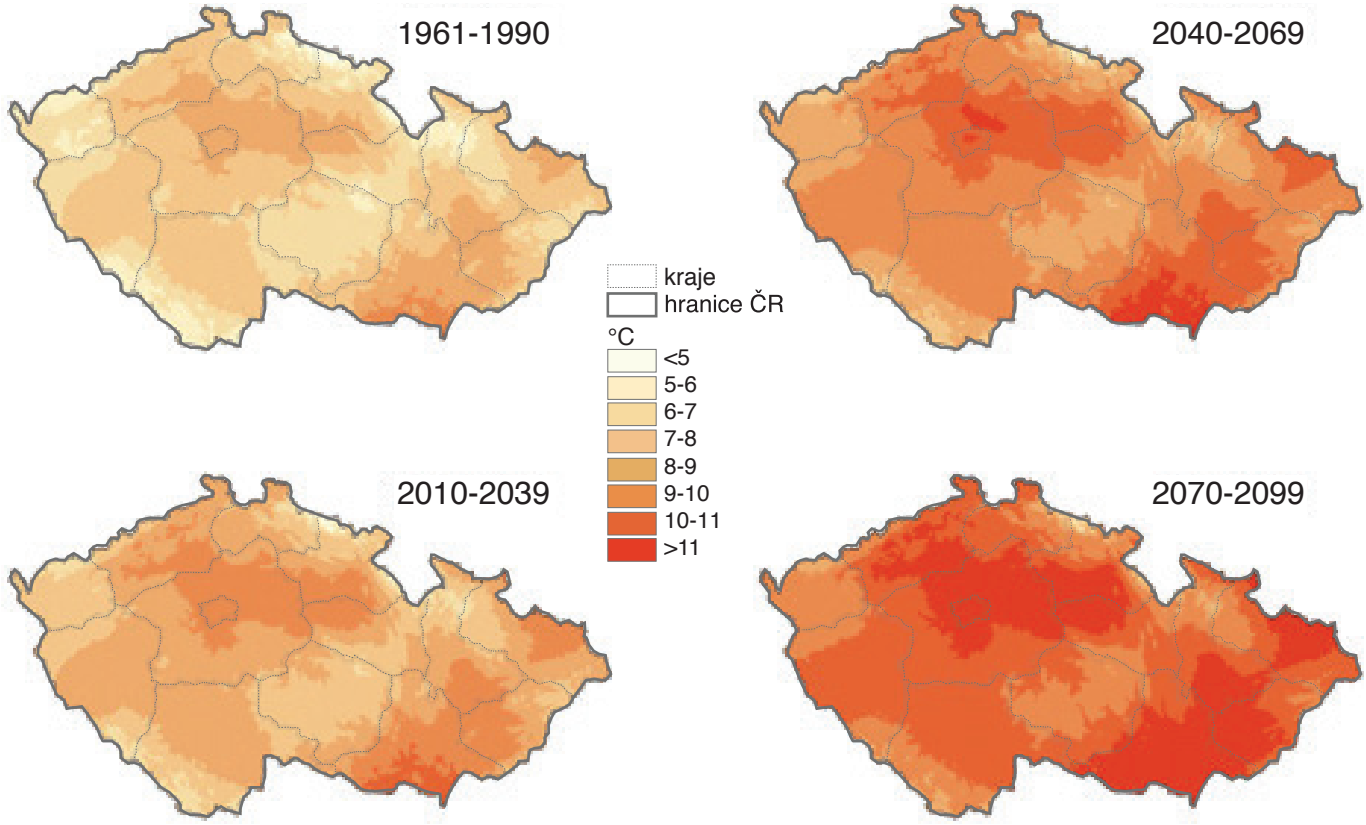


Zdroj: (Pretel, 2011)

Je předpokládán nárůst průměrných teplot až o 3,3 °C oproti referenčnímu období 1961-1990, který se bude lišit v rámci jednotlivých míst v ČR.
Pro období 2010 - 2039 je předpokládaný nárůst o cca 1,1 °C, v období 2040 - 2069 o 2,3 °C a v následujícím období do r. 2100 o 3,3 °C.

Z hlediska sezónnosti se nejvyšší nárůst teplot vzduchu předpokládá v jarních a letních měsících, na podzim a v zimě se nárůsty očekávají nižší. Předpokládaný vývoj teplot je patrný na obrázku na následující straně.

Dlouhodobé průměry ročních teplot vzduchu (°C) v referenčním a ve scénářových obdobích



V posledních dvou desetiletích došlo na území ČR na jedné straně ke zvýšení průměrných počtů dní s vysokými (letní a tropické dny, tropické noci a dny s Tmax ≥ 35°C), na druhé straně ke snížení průměrných počtů dní s nízkými teplotami (mrazové, ledové a arktické dny), což je v souladu s postupným nárůstem teplot na našem území.

Tento trend bude pokračovat. Postupně se bude navyšovat počet letních (ze 45 na 91) a tropických dní (z 8 na 31), objeví se dnes velmi výjimečné tropické noci, významně poklesne počet mrazových (ze 112 na 69) a ledových dní (z 30 na 8) a prakticky se přestanou vyskytovat arktické dny.

Průměrné počty dní s mezními teplotami v jednotlivých obdobích

	1961 - 1990	2010 - 2039	2040 - 2069	2070 - 2099
letní dny	45	58	74	91
tropické dny	8	12	22	31
tropické noci	0,1	0,1	1	4
mrazové dny	112	95	82	69
ledové dny	30	20	17	8
arktické dny	1,1	0	0	0

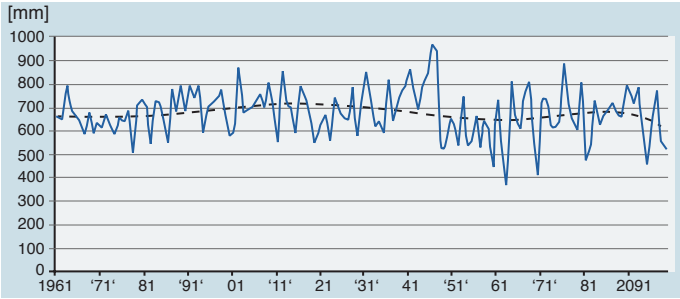
SRÁŽKY

Od padesátých let 20. století je patrný velmi mírný trend poklesu ročních srážek. Současně je charakteristická výrazná meziroční proměnlivost srážkových úhrnů.

Z hlediska budoucího predikovaného vývoje bude množství srážek pravděpodobně v průběhu jednotlivých let kolísat a ke konci 21. století je předpokládán jejich mírný pokles.

Vývoj v průběhu roku se bude lišit v jednotlivých lokalitách. Velmi zjednodušeně lze říct, že bude docházet k poklesu srážek v letním období a mírnému nárůstu srážek na jaře a na podzim.

Predikované průměrné roční srážkové úhrny na území ČR (mm) včetně polynomického trendu vývoje 1961–2099



Zdroj: (Pretel, 2011)

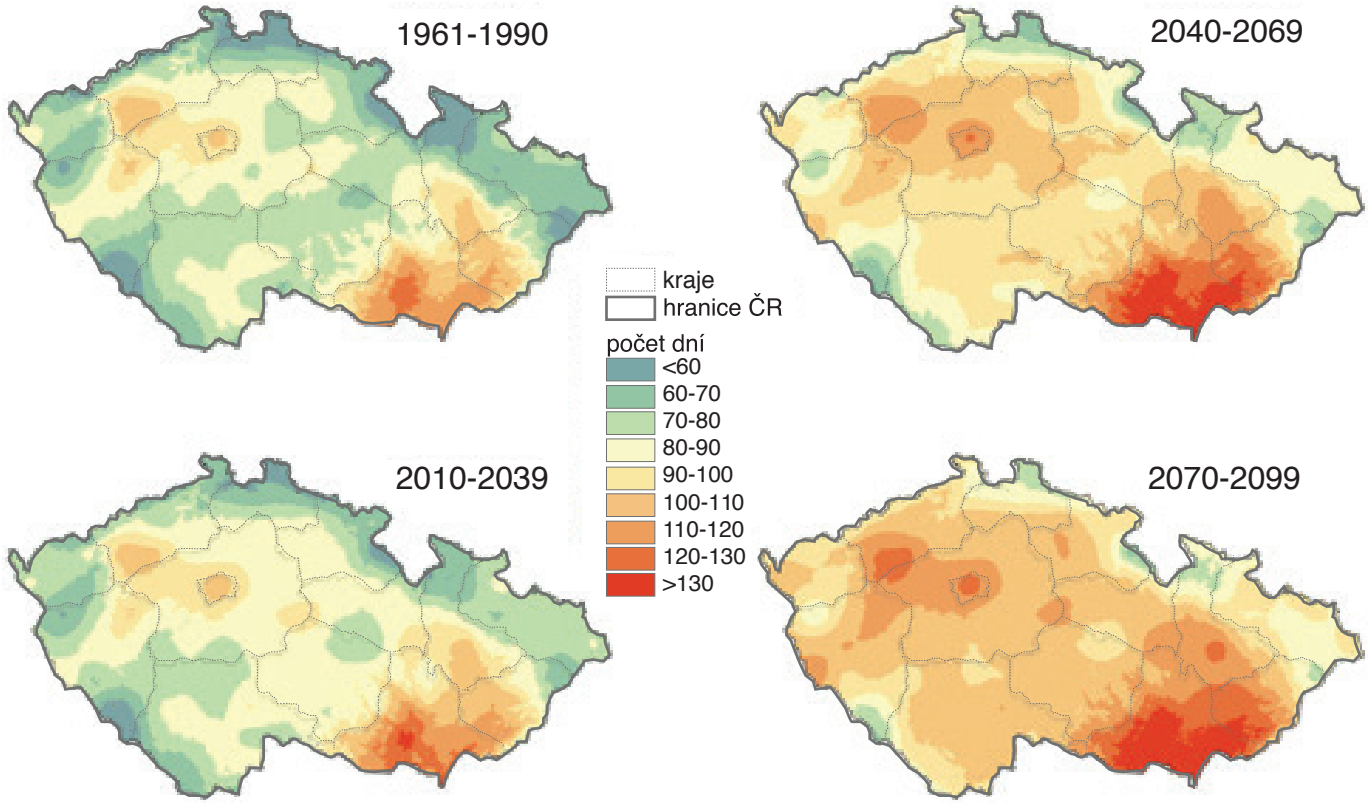
Důležitý je také výskyt bezesrážkových období. Scénáře předpokládají nárůst počtu dní v bezesrážkovém období, který se bude zvyšovat celoplošně.

Množství srážek a teplot a jejich rozložení v průběhu roku bude mít přímý dopad na další charakteristiky. Dá se předpokládat např. změna tání sněhu v horských polohách (tj. posun tání z března a dubna do dřívějších období), související změny u vegetačního pokryvu apod. Z důvodů nižších srážek a vyšších teplot se také předpokládá snížení průtoků ve vodních tocích hlavně v letním období.

Prostorové rozložení bezesrážkových období je znázorněno v následujícím kartogramu. Nejdelší období bez srážek jsou a předpokládají se v oblasti jižní Moravy, nárůst bude výrazný také v Polabí.

Dále je předpokládán vyšší výskyt extrémních meteorologických jevů. Mezi tyto patří zvyšování četnosti dnů s vyššími srážkami (přívalové srážky), častější výskyt povodní většího rozsahu nebo naopak prodlužování četnosti a délky vln veder a prodlužování období sucha. S tímto souvisí i četnější výskyt požárů nebo svahové nestability, jež mohou být aktivovány povodněmi.

Dlouhodobé průměry počtu dnů bezesrážkového období v referenčním a ve scénářových obdobích



2.3 SOUČASNÉ KLIMATICKÉ CHARAKTERISTIKY CHRUDIMSKA

CHRUDIM = klimatická oblasti T2:

- *dlouhé léto,*
- *teplé a suché, velmi krátké přechodné období*
- *teplé až mírně teplé jaro i podzim*
- *krátká, mírně teplá, suchá až velmi suchá zima*
- *krátké trvání sněhové pokrývky.*

POČTY DNÍ S MEZNÍMI TEPLOTAMI:	
Průměrný počet tropických dní	7 - 10
Průměrný počet tropických nocí	0,1 - 0,5
Průměrný počet letních dní	40 - 50
Průměrný počet mrazových dní	100 - 120
Průměrný počet ledových dní	20 - 30
SRÁŽKY:	
Průměrný roční úhrn srážek	650 - 700
Počet srážkových dní ≥ 0,1 mm	140 - 150
Počet srážkových dní s úhrnem ≥ 1 mm	100 - 110
Počet srážkových dní s úhrnem ≥ 5 mm	35 - 40
Počet srážkových dní s úhrnem ≥ 10 mm	14 - 16
Jednodenní absolutní maxima srážek (mm)	81 - 100
Průměrný sezónní (květen – září) počet dní se srážkami 30 mm a více za 24 hodin	1 - 1,5
OSTATNÍ CHARAKTERISTIKY:	
Průměrný sezónní počet dní se sněžením	50 - 60
Průměrné datum prvního sněžení	10. - 20. listopadu
Průměrné datum posledního sněžení	31.března - 10.dubna
Průměrný sezónní počet dní se sněhovou pokrývkou	30 - 40
Průměrný sezónní počet dní se sněhovou pokrývkou nad 10 cm	10 - 20
Průměrný sezónní počet dní se sněhovou pokrývkou nad 20 cm	5 - 10
Průměrný roční počet dusných dní	15 - 20
Průměrný roční počet dní s bouřkou	21 - 24
Průměrný roční počet dní s kroupami	1 - 2

Současné základní klimatické charakteristiky Chrudimska
Zdroj: Atlas podnebí ČR

Pozn.:
Jedná se o charakteristiku zobecněnou pro celou ČR, proto jsou dále uváděny i hodnoty přímo pro oblast Chrudimska, které se mohou mírně odlišovat.

Nejbližší automatizovanou meteorologickou stanicí je stanice Pardubice, letiště (H3PARD01), jejímž vlastníkem je Armáda ČR.

Pro popis současných klimatických a meteorologických charakteristik na území města popisujících průměrný stav v dlouhodobějším období lze využít např. údaje uvedené v Atlase podnebí ČR, který vydal Český hydrometeorologický ústav. Tyto údaje se týkají přímo oblasti Chrudimska.

2.4 PREDIKCE BUDOUCÍHO VÝVOJE KLIMATU VE MĚSTĚ CHRUDIM

TEPLOTA:
- *do r. 2040 nárůst průměrné roční teploty o cca 0,5 °C*
- *2040-2069 nárůst průměrné roční teploty až o 3°C*

SRÁŽKY
- *nárůst srážkových extrémů - přívalové deště, povodně*
- *větší počet dnů beze srážek - sucha*

Pro predikci budoucího vývoje na Chrudimsku lze využít dat a modelů, které byly v České republice v předchozích letech zpracovány. Jedná se např. o tyto:

• Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření - ČHMÚ (2011)

• Klimatická změna – www.klimatickazmena.cz - Czech Globe (do 2016)

• Výstupy regionálních klimatických modelů na území ČR pro období 2015 až 2060 – Univerzita Karlova (2015)

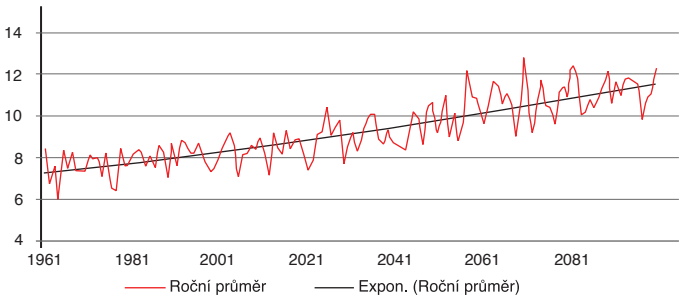
VÝVOJ TEPLOT

Celková průměrná teplota za období 1961-2010 je 7,95 °C. Zatímco v období 1961-1980 byla průměrná roční teplota 7,6 °C, tak v období 1981-2010 je průměrná roční teplota 8,2 °C, což je poměrně znatelný nárůst. Nárůst průměrných ročních teplot je předpokládán i do budoucna.

Níže je uveden dosavadní a předpokládaný vývoj průměrných ročních teplot na Chrudimsku. Z grafu je patrné kolísání a postupný nárůst teplot od r. 1961 do současnosti.

V nejbližším období **do roku 2040** se předpokládá **nárůst** průměrné roční teploty **o cca 0,5 °C** oproti současnému stavu, průměrná roční teplota v období 2040-2069 by měla narůst na cca 9,9 °C a na 11°C pro období 2070-**2100**. Jedná se tedy o **nárůst až o 3°C** oproti současnému stavu.

Predikované prům. roční teploty na Chrudimsku (°C) v období 1961–2100



Zdroj: Dle dat ČHMÚ

Průměrné měsíční teploty v jednotlivých obdobích (°C)

Měsíc	*Období 1961-2009*	*Období 2010-2039*	*Období 2040-2069*	*Období 2070-2100*	***rozdíl 1.-4. období***
leden	-2,3	-1,2	-1,1	0,8	**3,2**
únor	-0,6	0,1	1,4	2,2	**2,8**
březen	3,3	3,9	5,4	6,9	**3,6**
duben	7,7	8,1	10,6	11,2	**3,5**
květen	12,7	14,1	14,5	14,9	**2,2**
červen	15,7	15,9	16,6	17,6	**1,9**
červenec	17,5	18,8	20,1	21,4	**3,9**
srpen	16,8	18,0	20,8	22,2	**5,3**
září	13,0	14,4	15,5	17,4	**4,4**
říjen	8,6	10,1	10,3	11,2	**2,6**
listopad	3,1	3,5	4,4	4,7	**1,7**
prosinec	-1,0	0,1	0,8	1,6	**2,6**
rok	7,9	8,8	9,9	11,0	**3,1**

Zdroj: Dle dat ČHMÚ

Nárůst teplot má vliv na řadu dalších charakteristik, především evapotranspiraci, sněhové podmínky a řadu dalších.

Dny s mezními teplotami

Bude se vyvíjet i počet dní s mezními teplotami. Pochopitelně bude nárůstat počet dní s vyššími teplotami (tropické a letní dny a noci) a klesat počet dní s nízkými teplotami. Předpokládaný vývoj do r. 2060 je následující:

	současnost	*předpoklad*
• Prům. počet tropických dní	7 - 10	20 - 30
• Prům. počet tropických nocí	0,1 - 0,5	1
• Prům. počet letních dní	40 - 50	80 - 90
• Prům. počet mrazových dní	100 - 120	80 - 100
• Prům.počet ledových dní	20 - 30	10 - 20

Tyto trendy se budou dále do roku 2100 zintenzivňovat.

Pro Chrudimsko se předpokládá také nárůst **vln horka**. Tou rozumíme zpravidla vícedenní období letních veder, během něhož dosahují vysoké maximální denní teploty (30°C a více).
Ty se aktuálně na Chrudimsku vyskytují 1 - 2x ročně, do budoucna bude jejich výskyt 2 - 3x ročně.
Význam má také délka těchto vln horka, která se bude prodlužovat. Zatímco dnes trvají v průměru 6 - 7 dní, do r. 2090 to bude 13 - 15 dní.

Nárůst četnosti, délky a intenzity vln horka bude ještě umocňován efektem **městského tepelného ostrova**.
Ve výsledku se výrazně zvýší zátěž pro obyvatele v letním období, zejména pro seniory a nemocné.

pozn:

TEPENÝ OSTROV MĚSTA:

Jedná se o jev, kdy má městské prostředí vyšší teplotu než okolní krajina. Tento jev je dán menší plochou zeleně, zastavěnou plochou, geometrií města atd.
Výrazně se projevuje u větších měst (příp. v místech s velkým podílem zpevněných ploch) v období vln veder.

PET: = fyziologicky ekvivalentní teplota

V problematice adaptací se používá kromě teploty vzduchu také pojem fyziologicky ekvivalentní teplota, která mnohdy vyjadřuje přesněji teplotu ve vztahu k lidskému organismu.

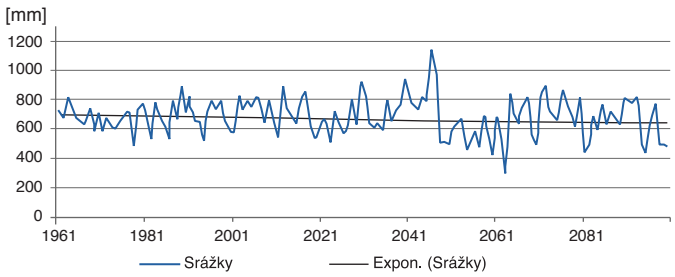
PET pracuje s celkovým účinkem teploty vzduchu, rychlosti větru, vlhosti vzduchu a toky radiací

VÝVOJ SRÁŽEK

V této části je uveden dosavadní a předpokládaný vývoj průměrných ročních srážek na Chrudimsku.

Z grafu je evidentní, že v případě celkového množství srážek není dán jednoznačný trend. Patrné je poměrně značné kolísání a pouze mírný pokles celkových srážek.

Predikované průměrné roční srážkové úhrny na Chrudimsku (mm) v období 1961–2100



Bude se zvyšovat také počet dní beze srážek. Aktuálně jich je na Chrudimsku 80-90 ročně, jejich počet by se měl zvýšit na 100-110.

Pouze obecně dle dat na úrovni Evropy a ČR je předpokládán také nárůst srážkových extrémů, tj. zvyšující se četnost a intenzita přívalových srážek a souvisejících povodní. Tyto jevy však nejsou na úrovni města Chrudimi konkrétněji modelovatelné.

Kombinace vyšších teplot a nižších srážek v letním období bude vést k řadě navazujících dopadů. Především bude narůstat intenzita a četnost období sucha, předpokládáno je snižování průtoků ve vodních tocích a tlak na vodní zdroje. Vyšší budou i požadavky na zajištění dodávek vody v průmyslu a zemědělství. Bude narůstat také riziko požárů.

Průměrné měsíční srážky v jednotlivých obdobích (mm)

Měsíc	*Období 1961-2009*	*Období 2010-2039*	*Období 2040-2069*	*Období 2070-2100*	***rozdíl 1.-4. období***
leden	44	36	35	39	**-5**
únor	38	45	36	36	**-3**
březen	39	45	39	43	**+4**
duben	50	60	50	59	**+9**
květen	78	80	73	96	**+18**
červen	94	100	105	102	**+8**
červenec	78	76	69	58	**-20**
srpen	86	72	61	49	**-37**
září	54	49	54	37	**-16**
říjen	43	39	51	55	**12**
listopad	51	49	55	60	**+9**
prosinec	45	35	39	38	**-7**
rok	699	688	667	672	**-27**

EROZE

V návaznosti na vývoj srážek je nutné zmínit další riziko spojené s projevy klimatické změny, a tím je eroze.

V současné době je v ČR zhruba polovina zemědělské půdy ohrožena vodní erozí a desetina větrnou erozí. Za posledních 30 let se degradace půdy vlivem vodní eroze výrazně zrychlila. Hlavním důvodem je nevhodné hospodaření, zejména intenzivní zemědělská činnost a nevhodné zemědělské postupy.

Jednou z příčin vodní eroze jsou **přívalové srážky**, které způsobují kromě zaplavování pozemků také odnos svrchních vrstev ornice, čímž dochází k poškozování a úbytku zemědělské půdy a bahnotokům, které ohrožují níže položené pozemky.
Předpokládá se, že změny klimatu způsobí četnější výskyt přívalových srážek, které budou mít vyšší intenzitu (srážkové extrémy).

Na území města Chrudim jsou těmito jevy ohrožovány některé lokality, jako jsou např. Šance a Skřivánky.

2.5 SWOT ANALÝZA

Analytické údaje jsou formalizovány v podobě SWOT analýzy, která přehledně přináší základní analytická zjištění v podobě silných a slabých stránek, příležitostí a hrozeb.

SWOT analýza umožňuje rychlou kontrolu souladu analytických zjištění a na ně reagujících strategických opatření

SWOT analýza používá jiné názvosloví než analýza hodnocení zranitelnosti. SWOT však obsahuje důležitá data, která je nutné využít v systému hodnocení zranitelnosti:

- Adaptivní kapacitu (zejména silné stránky, příležitosti)
- Rizika a dopady (zejména slabé stránky a hrozby)

SILNÉ STRÁNKY	SLABÉ STRÁNKY
• Aktivní účast města v mnoha partnerstvích na národní i nadnárodní úrovni • Realizace projektu Zdravé město a místní Agenda 21 • Zpracovaný audit udržitelného rozvoje • Spolupráce města s občany na přípravě revitalizací veřejných prostranství • Vysoké pokrytí města vodovodní a kanalizační sítí a existence mechanicko-biologické ČOV (až na některé místní části) • Fungující a široká komunikační síť pro informovanost občanů (rozhlas, zpravodaj, web, úřední deska, sms) • Rozvinutá veřejná doprava • Dobrá kondice lesních porostů na území města • Plynofikace území • Přítomnost chráněných území v katastru města • V území převládají velmi kvalitní půdy • Část lesů je zařazena do kategorie lesů zvláštního určení • Řeka Chrudimka a její náhony poblíž centra města s doprovodnou zelení • Řada ploch veřejné zeleně • Realizace řady projektů snižujících spotřebu energie • Vysoká schopnost úřadu připravovat a realizovat rozvojové projekty • Existující strategický a územní plán města	• Vysoký podíl zastavěných ploch • Převažuje zemědělsky intenzivně využívaná krajina, rozptýlená zeleň a nízké zastoupení lesů v katastru města – nižší ekologická stabilita • Výskyt povodňových stavů a eroze (splachy z polí) - Vodní toky nejsou ochráněny na Q100 • Nižší srážky oproti republikovému průměru • Částečný přechod na vytápění domácností fosilními palivy v okrajových místních částech • Nízká kvalita povrchových vod, zejména potoky vykazují zvýšené znečištění • Nedořešená koncepce ÚSES • Nedostatek menších vodních prvků na území města
PŘÍLEŽITOSTI	**HROZBY**
• Využívání finančních prostředků z relevantních dotačních zdrojů • Meziobecní spolupráce a spolupráce v NSZM • Komplexní pozemkové úpravy • Realizace adaptačních opatření • Protipovodňová a protierozní opatření	• Povodňové ohrožení řekou Chrudimkou • Ohrožení přívalovými srážkami v některých lokalitách • Předpoklad nárůstu teplot, zejména v letním období a vln veder • Četnější a intenzívnější období sucha • Častější výskyt klimatických extrémů • Stárnutí obyvatel města • Zhoršování technického stavu panelových domů • Pokračující suburbanizace • Zvyšující se tlak na zábor zemědělské půdy neumožní realizaci prvků ÚSES a tím i zvýšení ekologické stability krajiny

pozn:
Finální podoba SWOT analýzy byla projednána a odsouhlasena zástupci města.

2.6 METODA HODNOCENÍ ZRANITELNOSTI

Zranitelnost je pojem, který je specifický pro strategie adaptace na změnu klimatu. Jedná se syntetickou hodnotu, kombinující velikost dopadu a schopnost (adaptivní kapacitu) daného území (činnosti) se s dopadem vypořádat.

ÚVOD

Dosavadní metodické přístupy ke stanovení zranitelnosti se významně liší. Od sofistikovaných výpočtových metod, založených na formulaci indikátorů a exaktním vyhodnocení zranitelnosti na jejich základě (viz např. Czech Globe - Urban Adapt), až po stanovení zranitelnosti, založené na odhadu potenciálního dopadu a míry odolnosti území, resp. činnosti (např. metodika v rámci studie Od zranitelnosti k resilienci).

V rámci tohoto dokumentu je používána kombinovaná metoda. Navazuje na strukturu používanou Czech Globe (socio-ekonomické modely), ale nepřejímá indikátorovou sadu.

Hodnocení dopadů se řídí kvalifikovaným odhadem a analýzou rizik zpracovanou společně se zástupci města Chrudim.

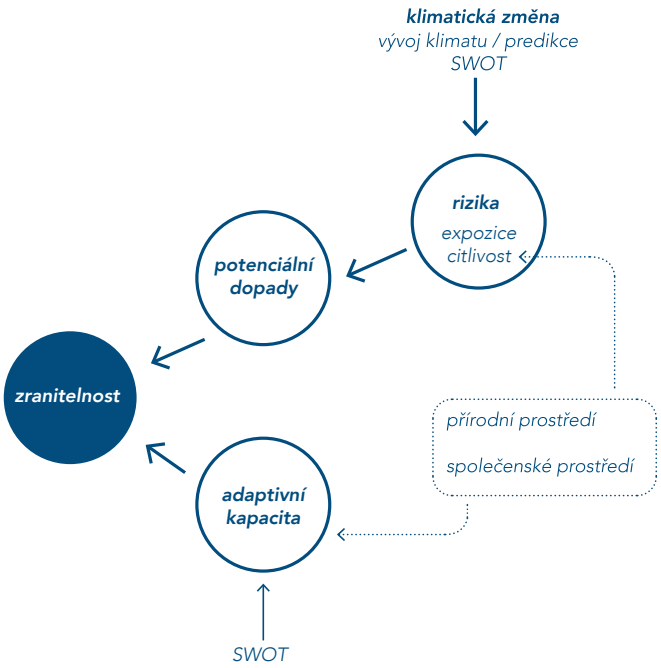
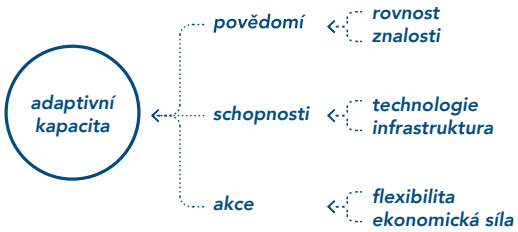


diagram systému hodnocení zranitelnosti:

expozice = vystavení rizikům, četnost rizik
citlivost je míra, nakolik je nějaký systém ovlivněn, ať příznivě, nebo nepříznivě, proměnlivostí klimatu nebo změnou klimatu.

adaptivní kapacita = schopnost systému vypořádat se s dopady změny klimatu



Adaptivní kapacita zahrnuje několik témat, které jsou relevantní pro socio-ekologické systémy při zmírňování zranitelnosti (např, strukturu obyvatelstva, zdraví, přístup k technologiím, ekonomickou sílu, atd.)

Adaptivní kapacitu hodnotíme na základě SWOT analýzy, společného workshopu a vlastních zkušeností a poznatků.

*Projekty obsahující **adaptační opatření** mají za úkol zvyšovat adaptivní kapacitu a snižovat rizika (citlivost, expozici) a tím zmírňovat potenciální dopady. Tímto způsobem dochází k celkovému snižování **zranitelnosti**.*

zdroj:
Czech Globe, klimatickazmena.cz

RIZIKA:

Analýza rizik vychází z hodnocení vývoje klimatu a závěrů SWOT analýzy.

Každé riziko je popsáno z hlediska míry expozice a citlivosti jednotlivých systémů vůči konkrétnímu riziku.

Identifikovaná rizika pro Chrudim:
- *nárůst teplot / vlny veder*
- *sucho a nedostatek vody*
- *extrémní srážky*
- *eroze*

NÁRŮST TEPLOT / VLNY VEDER

ze závěrů klimatické analýzy a SWOT vyplývá:
expozice:
- nárůst průměrné roční teploty:
  do r. 2040 o cca 0,5 °C
  2040 - 2069 narůst na cca 9,9 °C
  2070 - 2100 narůst na cca 11°C

- více dní s vyššími teplotami (tropické a letní dny a noci) a méně dní s nízkými teplotami.

- větší četnost vln veder (2-3x ročně) a jejich prodloužení (v současnosti 6-7 dní, do r. 2090 13-15 dní.)

Nárůst četnosti, délky a intenzity vln horka bude ještě umocňován **efektem městského tepelného ostrova**, který v případě města Chrudim zatím není tak výrazný. V případě vysokého tempa zástavby a nárůstu zpevněných ploch však bude jeho projev mnohem silnější.

citlivost:
Lze očekávat negativní zdravotní dopady především na osoby se zhoršeným zdravotním stavem (akutně nebo chronicky) a dále obecně na zranitelné věkové kategorie: malé děti a seniory. Zhoršení nastává především u chorob srdečně cévní a dýchací soustavy.

SUCHO A NEDOSTATEK VODY:

ze závěrů klimatické analýzy a SWOT vyplývá:
expozice:
Bude se zvyšovat počet dní beze srážek. Aktuálně jich je na Chrudimsku 80-90 ročně, jejich počet by se měl zvýšit na 100-110.

citlivost:
Kombinace vyšších teplot a nižších srážek v letním období bude vést k narůstu intenzity a četnosti období sucha, předpokládáno je snižování průtoků ve vodních tocích a tlak na vodní zdroje.

Ve společenském prostředí, jsou to zejména osoby se zhoršeným zdravotním stavem (akutně nebo chronicky) a dále malé děti a senioři, kteří mohou být negativně ovlivněni zvýšenou prašností způsobenou suchem.

Vyšší budou i požadavky na zajištění dodávek vody v průmyslu a zemědělství. Bude narůstat také riziko požárů.

EXTRÉMNÍ SRÁŽKY:

ze závěrů klimatické analýzy a SWOT vyplývá:
expozice:
Pouze obecně dle dat na úrovni EU i ČR je předpokládán nárůst srážkových extrémů, tj. zvyšující se četnost a intenzita přívalových srážek a souvisejících povodní.

citlivost:
Z hlediska citlivosti se jedná o množství zastavěných a zpevněných ploch a dále části města, které jsou obsluhovány jednotnou kanalizační sítí a zároveň mají předpoklady ke vzniku lokálních povodní (výškový profil,atd.)

EROZE:

ze závěrů klimatické analýzy a SWOT vyplývá:
expozice:
Z dat na úrovni Evropy a ČR je předpokládán nárůst srážkových extrémů, tj. zvyšující se četnost a intenzita přívalových srážek a souvisejících povodní a tedy i eroze. Tyto jevy však nejsou na úrovni města Chrudimi konkrétněji modelovatelné. Ze SWOT analýzy však vyplývá zjištění v rámci slabých stránek, kterým je výskyt povodňových stavů a eroze (splachy z polí) – ohrožené lokality Šance a Skřivánky.

citlivost:
Jedná se o svažitější lokality, místa se soustředěným odtokem srážkových vod v případě extrémních srážek, místa s nečleněnými většími plochami polí a dále lokality, u nichž je náchylnost k erozi podmíněna geologicky.

DOPADY:

Analýza dopadů navazuje na analýzu rizik a závěry workshopů s představiteli města Chrudim. Potenciální dopady jsou seřazeny podle významu pro město Chrudim a odpovídají hodnocení v rámci workshopu.

Dopady se týkají účinků na život, živobytí, zdraví, ekosystémy, ekonomiku, společnost, kulturu, služby a infrastrukturu v důsledku interakce změny klimatu nebo nebezpečných klimatických jevů vyskytujících se v určitém časovém období, a zranitelnosti zasažené společnosti nebo systému.

dělení podle workshopu 1:

SPOLEČENSKÉ PROSTŘEDÍ
- podnikání
- zdraví
- majetek
- infrastruktura (+veřejné prostory)
- pracovní prostředí
- cestovní ruch

PŘÍRODNÍ PROSTŘEDÍ
- zeleň
- voda/pitná voda
- ekosystémy

RIZIKO: NÁRŮST TEPLOT / VLNY VEDER

DOPADY - seřazeny podle významu

společenské prostředí:
1. zdraví (zejména citlivé skupiny obyvatel, staří, děti, chronicky nemocní)
2. městské prostředí - nevyužívání veřejných prostor při teplotních extrémech
3. pracovní prostředí - zhoršení pracovních podmínek
4. budovy - zvýšené nároky na klimatizaci a spotřebu vody
5. podnikání - odstávky výroby
6. infrastruktura - přehřívání a poškození některých povrchů při vlnách veder
7. cestovní ruch - méně návštěvníků města při vlnách veder

přírodní prostředí:
1. zeleň
2. ekosystémy

RIZIKO: SUCHO A NEDOSTATEK VODY:

DOPADY - seřazeny podle významu

společenské prostředí:
1. zdraví - zvýšená prašnost
2. infrastruktura

přírodní prostředí:
1. kvalita zeleně (nedostatek vody na údržbu)
2. kvalita a množství vody/pitné vody (+dopad na hladinu podzemní vody)
3. negativní vliv na ekosystémy

RIZIKO: EXTRÉMNÍ SRÁŽKY

DOPADY - seřazeny podle významu

společenské prostředí:
1. infrastruktura - přehlcení kanalizace, škody na infrastruktuře
2. budovy - škody na budovách - zaplavení sklepů apod.,

přírodní prostředí:
1. voda/pitná voda - splach z kontaminovaných povrchů do zdrojů pitné vody, vodních toků, apod.

RIZIKO: EROZE

DOPADY - seřazeny podle významu

společenské prostředí:
1. poškození budov a infrastruktury - sídliště Šance

přírodní prostředí:
1. splach z polí - lokalita Šance a Skřivánky
2. degradace zemědělské půdy (s tím souvisí také snižování její ceny)
3. narušení zemědělské produkce

pozn.
Dopady na zdraví jsou samostatně popsány v následující kapitole

DOPADY KLIMATICKÉ ZMĚNY NA ZDRAVÍ:

Dopady na zdraví byly v rámci analytické části vyhodnoceny pro určitá rizika jako velmi významné. Z tohoto důvody se tomuto tématu věnuje samostná kapitola. Následující text popisuje podrobněji možné dopady změny klimatu na zdraví obyvatel.

Riziko: NÁRŮST TEPLOT / VLNY VEDER

Z hlediska vlivů změn klimatu na lidské zdraví je v Chrudimi největším rizikem nárůst teplot zejména v letním období, kdy se rovněž předpokládá vyšší počet tropických dní (a v dlouhodobějším horizontu i tropických nocí) a delší a četnější období vln veder. K těmto faktorům jsou citlivější především **senioři** nebo lidé chronicky **nemocní** a **malé děti**.

Důsledkem je zhoršení zdravotního stavu, zvýšená nemocnost (to se týká všech vulnerabilních skupin: malé děti, senioři, chronicky nemocní) i úmrtnost (zejména chronicky nemocných a seniorů). Většina úmrtí v souvislosti s vlnami veder je spojena se zhoršením srdečně cévních nemocí a některých nemocí dýchací soustavy. Uplatňuje se zde složité kombinované působení cévní reakce (vasodilatace – rozšíření cév, zvýšení propustnosti kapilár a další), pocení a iontové nerovnováhy, snížení svalového napětí vedoucí k únavě a omezení výkonnosti a dalších kompenzačních reakcí, které vyčerpávají organizmus. Vliv vysokých teplot se navíc neuplatňuje samostatně, ale je výsledkem kombinovaného působení teploty prostředí, zhoršeného stavu čistoty ovzduší (tzv. letní smog, kombinace polétavého prachu, chemického znečištění a přízemního ozónu s jeho oxidační aktivitou) a dalších vlivů (např. zvýšené stresové zátěže). V České republice se předpokládá, že vlny veder zvyšují úmrtnost o 10-20%, u seniorů nad 75 let až o 50%
(zdroj:http://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/horke-vlny-zdravi-14.8.2015/)

I osoby zdravé a tělesně zdatné vnímají za těchto podmínek subjektivně pocit diskomfortu, únavy, psychické rozlady apod.
Vysoké teploty prostředí také negativně ovlivňují průběh akutních horečnatých onemocnění u dětí i dospělých.

Vysilující venkovní aktivity nebo těžká manuální práce ve velkých vedrech zvyšují riziko nemocí z tepla. Vysoká teplota vzduchu a sluneční záření se podílejí na onemocněních, jako jsou úpal, úžeh, vyčerpání a kolaps z horka, zvýšené riziko vzniku kožních nádorů, alergií a chorob kůže i nemocí očí (záněty spojivek ad.).

Časným nástupem jara se prodlouží pylová sezóna a lidé s alergií, případně astmatem budou exponováni delší dobu, což může vést ke zhoršování zdravotního stavu, nebo záteži v důsledku nezbytné léčby.

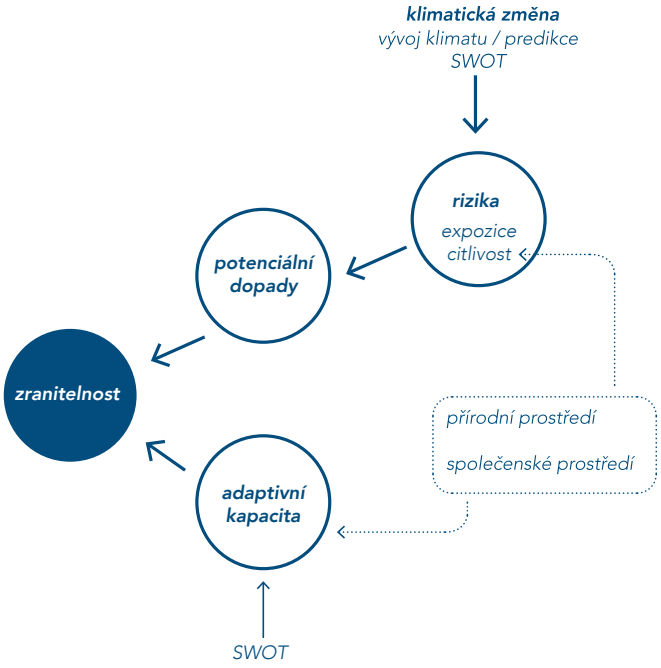
Riziko: EXTRÉMNÍ SRÁŽKY

Četnější výskyt povodní nebo přívalových srážek bude představovat zvýšené nebezpečí úrazu, úmrtí nebo poškození majetku.

Povodňové situace ohrožují kvalitu pitné vody ve veřejných i soukromých zdrojích (studny), kde může dojít nejen krátkodobě, ale i dlouhodobě ke kontaminaci bakteriálními či chemickými kontaminanty, přičemž takto kontaminovaná voda nemusí vykazovat senzorické známky znečištění.
Současně v prostředí se zvýšenou vlhkostí, zejména v letním období, dochází ke zvýšenému riziku nákazy alimentárními infekcemi v důsledku snadnějšího množení původců v potravinách (nevhodně uchovávaných) či ve vodě a ke zvýšenému riziku některých dalších infekcí v důsledku snadnějšího množení mikroorganizmů. Nejohroženější skupinou jsou malé děti, zejména kojeneckého věku a chronicky nemocné osoby.

Riziko: SUCHO A NEDOSTATEK VODY
Z hlediska zdravotních dopadů je rizikem sucha nízká vlhkost a zvýšená prašnost ovzduší, která sama nebo v případě kombinovaného působení s vysokými teplotami významně zvyšuje zátěž organizmu, zejména osob se zhoršeným zdravotním stavem (akutně nebo chronicky) a dále malých dětí a seniorů.

HODNOCENÍ ZRANITELNOSTI :



RIZIKA:

- na základě klimatické analýzy a SWOT určíme nejvýznamější rizika:

DOPADY:
Pro jednotlivá rizika zjišťujeme dopady, které jsou seřazeny podle významu.

Adaptivní kapacitu hodnotíme na základě SWOT analýzy, společného workshopu a vlastních zkušeností a poznatků.

Celkové hodnocení vyjadřujeme 5-ti stupňovou škálou:

ADAPTIVNÍ KAPACITA:

VELMI DOBRÁ	DOBRÁ	STŘEDNÍ	NÍZKÁ	VELMI NÍZKÁ

VELMI NÍZKÁ	NÍZKÁ	STŘEDNÍ	VYSOKÁ	VELMI VYSOKÁ

ZRANITELNOST

Na průniku DOPADŮ a ADAPTIVNÍ KAPACITY je poté vyhodnocena celková míra ZRANITELNOSTI .
Ta je také vyjádřena 5-ti stupňovou škálou:

HODNOCENÍ ZRANITELNOSTI MĚSTA CHRUDIM

Následující seznam ilustruje výběr typologie míst, která mohou být potenciálně ohrožena při projevech klimatických extrémů. Výběr míst se zakládá na společném workshopu autorů projektu se zástupci města a na podrobné SWOT analýze. U každé typové plochy je následně podle způsobu hodnocení z předchozí kapitoly stanovena míra zranitelnosti

CENTRUM MĚSTA



charakteristika:
- velké zpevněné plochy a veřejná prostranství v centru města.
- nedostatečné odstínění, materiály akumulující teplo a neschopné zadržet / zasáknout vodu
- jednotná kanalizace

RIZIKA

NÁRŮST TEPLOT / VLNY VEDER

- velká koncentrace lidí
- nedostatečné odstínění
- umělé materiály, které akumulují teplo

EXTRÉMNÍ SRÁŽKY

- velké zpevněné plochy
- nedostatečné zasakování
- jednotná kanalizace

DOPADY

- zdraví
- zhoršené prac. podmínky
- náročná péče o zeleň
- cestovní ruch - snížení atraktivity města

- infrastruktura
- budovy (ohrožení majektu)

ADAPTIVNÍ KAPACITA

- možnost informovat obyvatele
- existující infrastruktura - zeleň, vodní pochy
- zvyšující se povědomí

- STŘEDNÍ

- STŘEDNÍ

ZRANITELNOST

- VYSOKÁ

- STŘEDNÍ

PRŮMYSLOVÉ ZÓNY A OBJEKTY



charakteristika:
Rozsáhlé plochy střech a přilehlých parkovišť
- umělé a tmavé materiály akumulující teplo (asfalt, asfaltové pásy, beton,..) a neschopné zadržet/zasáknout vodu, jednotná kanalizace

RIZIKA

NÁRŮST TEPLOT / VLNY VEDER

- velká koncentrace lidí
- nedostatečné odstínění
- umělé materiály, které akumulují teplo
- nedostatek zeleně

EXTRÉMNÍ SRÁŽKY

- velké zpevněné plochy (střechy)
- nedostatečné zasakování
- jednotná kanalizace

DOPADY

- pracovní podmínky
- omezení výroby
- přerušení ener. dodávek

- lokální povodně - poškození infrastruktury

ADAPTIVNÍ KAPACITA

- špatné povědomí o možných dopadech
- vysoké schopnosti a flexibilita (technologie, ekonom. síla)
- špatné trendy ve výstavbě - zábor půdy, rozlehlé objekty, ploché střechy

- STŘEDNÍ

- STŘEDNÍ

ZRANITELNOST

- VYSOKÁ

- STŘEDNÍ

OBCHODNÍ ZÓNY



charakteristika:
- velké plochy střech a přilehlých parkovišť z umělých materiálů
- odvodnění jednotnou kanalizací, chybí stínění, min. podíl zeleně (obchodní zóny se často sdružují do větších celků a celkové dopady se pak mohou násobit)

RIZIKA

NÁRŮST TEPLOT / VLNY VEDER

- velká koncentrace lidí
- nedostatečné odstínění
- málo zeleně
- umělé materiály, které akumulují teplo

EXTRÉMNÍ SRÁŽKY

- velké zpevněné plochy (parkoviště)
- nedostatečné zasakování
- jednotná kanalizace

DOPADY

- zdraví
- pracovní podmínky
- omezení výroby
- přehřívání povrchů

- lokální povodně - přehlcení kanalizace a následné poškození infrastruktury a přilehlých budov

ADAPTIVNÍ KAPACITA

- špatné trendy výstavby v urbanistické struktuře (důraz na ekonomickou efektivitu, orientace na automobilovou dopravu)
- nízká flexibilita

- NÍZKÁ

- NÍZKÁ

ZRANITELNOST

- VYSOKÁ

- STŘEDNÍ

PLOCHY OHROŽENÉ EROZÍ



charakteristika:
- plochy zemědělské produkce nebo lokality zástavby navazující na zemědělské plochy (lokality Šance a Skřivánky)
- protierozní opatření chybí nebo jsou jen minimálního rozsahu

RIZIKA

EXTRÉMNÍ SRÁŽKY

- velké polní plochy v okolí
- nedostatečné zasakování (ovlivněno profilem terénu a terénními úpravami)
- jednotná kanalizace
- chybí protierozní opatření

EROZE

- velké polní plochy v okolí
- nedostatečné zasakování (profil terénu)
- nedostatek protierozních opatření

DOPADY

- lokální povodně - přehlcení kanalizace a následné poškození infrastruktury a přilehlých budov

- degradace půd
- narušení zem. produkce

ADAPTIVNÍ KAPACITA

- intenzivní zemědělské hospodaření
- špatné trendy - nízká flexibilita
- povědomí o problematice - plán na výstavbu suchého poldru

- NÍZKÁ

- NÍZKÁ

ZRANITELNOST

- STŘEDNÍ

- VELMI VYSOKÁ

VODNÍ TOKY A BŘEHY



charakteristika:
- Chrudimka a náhon, zejména v blízkosti komunikací, brownfieldů a ploch se starou ekologickou zátěží.
- nedostatečná ochrana před znečištěním vodou odváděnou z komunikací
- v období sucha bývá omezeno nakládání s povrchovými vodami (voda z náhonu se používa např. ke kropení silnic)

RIZIKA

SUCHO A NEDOSTATEK VODY

- odběry vody
- prostředí pro vodní organizmy

EXTRÉMNÍ SRÁŽKY

- komunikace v blízkosti vodních ploch
- zpevněné břehy
- plochy rozlivu

DOPADY

- nedostatek vody
- ohrožení biodiverzity vodního toku
- ohrožení přilehlých mokřadních ploch

- znečištění/kontaminace splachem vody
- povodňové stavy
- ohrožení starými ekolog. zátěžemi

ADAPTIVNÍ KAPACITA

- vodní nádrž Seč
- regulace odběrů vody
- nadstandartní hydrologický systém ve městě

- STŘEDNÍ

- STŘEDNÍ

ZRANITELNOST

- VYSOKÁ

- STŘEDNÍ

VÝSTAVBA DOMŮ V KRAJINĚ



charakteristika:
- poměrně velký podíl zastavěné plochy, slabá druhová skladba zeleně,
- špatné trendy ve výstavbě - často není řešeno zasakování srážkových vod

RIZIKA

SUCHO A NEDOSTATEK VODY

- velká koncentrace obyvatel
- velký podíl zpevěné plochy (na původní zeleni)

EXTRÉMNÍ SRÁŽKY

- zpevněné plochy
- nedostatečné zasakování
- jednotná kanalizace

DOPADY

- snížení hladiny spodní vody
- vysychání studní - nedostatek pitné vody

- přehlcení kanalizace
- budovy

ADAPTIVNÍ KAPACITA

- špatné povědomí o možných dopadech
- poměrně dobré schopnosti (ekonom. síla)
- špatné trendy ve výstavbě - zábor půdy

- STŘEDNÍ

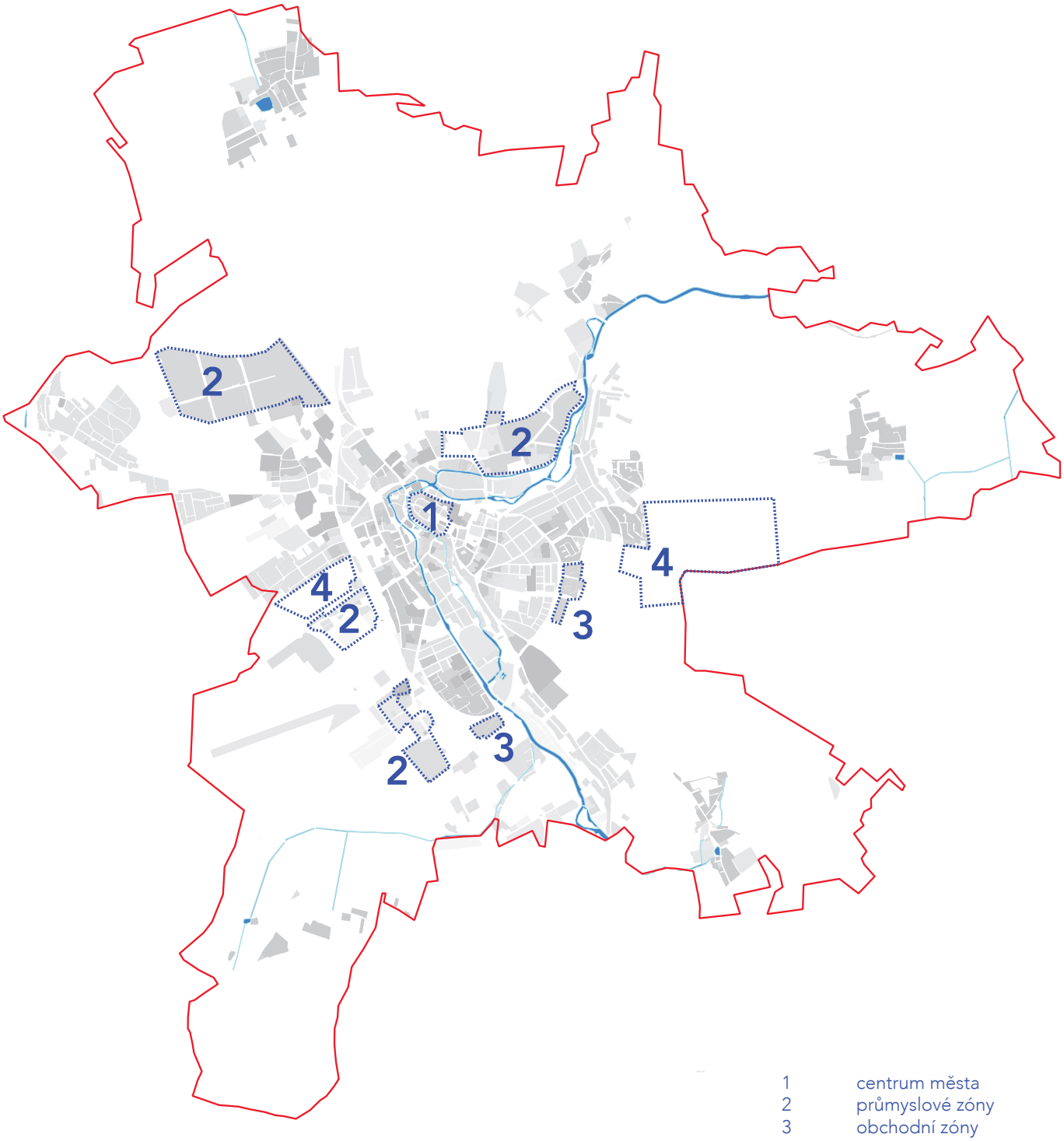
- STŘEDNÍ

ZRANITELNOST

- STŘEDNÍ

- STŘEDNÍ

Mapa typologie ploch:





NÁVRHOVÁ ČÁST

3.1 STRUKTURA NÁVRHOVÉ ČÁSTI

Návrhová část navazuje na strukturu strategického plánování popsanou v kapitole 1.4. Návrhová část obsahuje vizi, strategický cíl a dílčí cíle jednotlivých oblastí, v nichž se může projevit klimatická změna. Klíčovým prvkem návrhové části jsou prioritní oblasti, tvořící rámce pro následné aktivity, skupiny projektů a projekty.

schema posloupnosti návrhové části:

- **VIZE**
  Formulace vize
- **GLOBÁLNÍ CÍL**
  Prioritní oblasti
- **SPECIFICKÉ CÍLE**
- **ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ**
- **AKTIVITY, PROJEKTY**

VIZE

Vize reakce města Chrudimi na klimatickou změnu je formulována jako výrok, který vyjadřuje žádoucí budoucí stav, jehož má být dosaženo naplněním Strategie adaptací na nové klimatické podmínky.
Vize zahrnuje jak stránku adaptační, tak i mitigační (snížení vlivů na klima), a to zejména z toho důvodu, že Chrudim jako Zdravé město dbá také na rozvoj globální odpovědnosti, jako jedné z 10 základních oblastí místní Agendy 21, resp. Aalborských závazků.
Vize je dlouhodobá a přesahuje návrhové období Strategie.

Globální cíl je pak formulován jako konkretizovaný, faktický a srozumitelný popis žádoucího stavu, jehož prostřednictvím bude vize naplněna v rámci níže uvedených prioritních oblastí.
Návrh vize, globálního cíle a prioritních oblastí pracuje s prioritami, které jsou pro přizpůsobení se klimatické změně v podmínkách města nejvýznamnější.

Do formulování strategické části Strategie adaptací na klimatickou změnu města Chrudimi vstupují závěry analytické části obsahující SWOT analýzu, závěry analýzy předpokládaných rizik a

FORMULACE VIZE

Zdravé město Chrudim je připraveno na očekávané dopady klimatické změny, reaguje na ně adekvátními adaptačními opatřeními ve všech oblastech rozvoje města a současně snižuje dopady své činnosti na klima.

Vize v oblasti klimatu je organickou součástí vize rozvoje města, tak jak byla schválena v rámci strategického plánu rozvoje města. Vize se však podrobněji zaměřuje na oblast klimatu a to jak primárně, jako reakci na potenciální dopady klimatické změny, tak i sekundárně, tedy důrazem na současné snižování vlivů na klima.

Následné rozpracování vize do prioritních oblastí však již neobsahuje rozpracování mitigačních cílů a opatření, neboť ty jsou dostatečně rozpracovány ve strategickém plánu v rámci všech aktivit, které ve svém důsledku vedou ke snižování produkce skleníkových plynů, především oxidu uhličitého (oblast energetiky, udržitelné mobility, životního prostředí apod.).
Následná implementace Strategie adaptací na klimatickou změnu do strategického plánu a dalších základních dokumentů města (Plán zdraví, apod.), pak spočívá především v zahrnutí a respektování navržených adaptačních opatření.

GLOBÁLNÍ CÍL:

Globálním cílem strategie je snížení míry negativních dopadů klimatické změny, a přizpůsobení rozvoje i běžného provozu města potenciálním dopadům takovým způsobem, aby byly minimalizovány vlivy na kvalitu života obyvatel, sníženy náklady na nezbytné adaptační kroky a všechna adaptační opatření byla připravována jako součást systému reakce na klimatickou změnu, nikoliv ad hoc schvalované aktivity a projekty.

Globální cíl se skládá ze 4 témat, které charakterizují hlavní intervenční oblasti strategie a lze je považovat za prioritní oblasti, v jejichž rámci budou realizována hlavní adaptační opatření.

Jednotlivé prioritní oblasti obsahují specifické cíle a jsou následně naplněny adaptačními opatřeními, v terminologii strategického plánování vybranými aktivitami a projekty (viz vztah mezi metodikou adaptační strategie a strategického plánování v úvodu dokumentu). Všechny prioritní oblasti jsou založeny na výsledku analýzy, tedy vyhodnocení rizik, dopadů a následně zranitelnosti území města, resp. jednotlivých činností (viz přehledně v kapitole Hodnocení zranitelnosti města Chrudimi).

Jednotlivými tématy jsou:

Prioritní oblast 1: Adaptace v oblasti městského prostředí
Prioritní oblast 2: Adaptace v oblasti budov
Prioritní oblast 3: Adaptace v oblasti přírodního prostředí
Prioritní oblast 4: Adaptace v oblasti zdraví obyvatel

SPECIFICKÉ CÍLE:

Specifické cíle jednotlivých oblastí pak konkrétněji určují, čeho má být v jednotlivých prioritních oblastech dosaženo a podmiňují tak návrhy jednotlivých adaptačních opatření.

Prioritní oblasti jsou přehledně opsány prostřednictvím formalizované šablony (fiche). viz. kapitola 3.2.

ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ

Představují opatření, pomocí kterých se města mohou efektivně připravit a zmírnit následky extrémních projevů budoucí změny klimatu.

Adaptační opatření se dělí do 3 kategorií:
- Technická opatření
- Přírodní opatření s využitím tzv. ekosystémových služeb
- 'Měkká' (systémová) opatření

Technická opatření se týkají hlavně prvků infrastruktury, jedná se zejména o:
- odrazivé materiály a povrchy,
- propustné povrchy
- zaplavitelné plochy
- sběr a nakládání s dešťovou vodou
- stínící prvky

Měkká opatření mají zpravidla systémovou podobu např. strategie, metodiky a pod., případně se může jednat o osvětové akce nebo technologii typu systému včasné výstrahy.

Poměrně novým pojmem jsou opatření s využitím ekosystémových služeb, z tohoto důvodu je jim věnována samostaná kapitola.

Detailní specifikace jednotlivých opatření viz kapitola 3.3 a příloha 5: Katalog typových aktivit a projektů.

EKOSYSTÉMOVÉ SLUŽBY

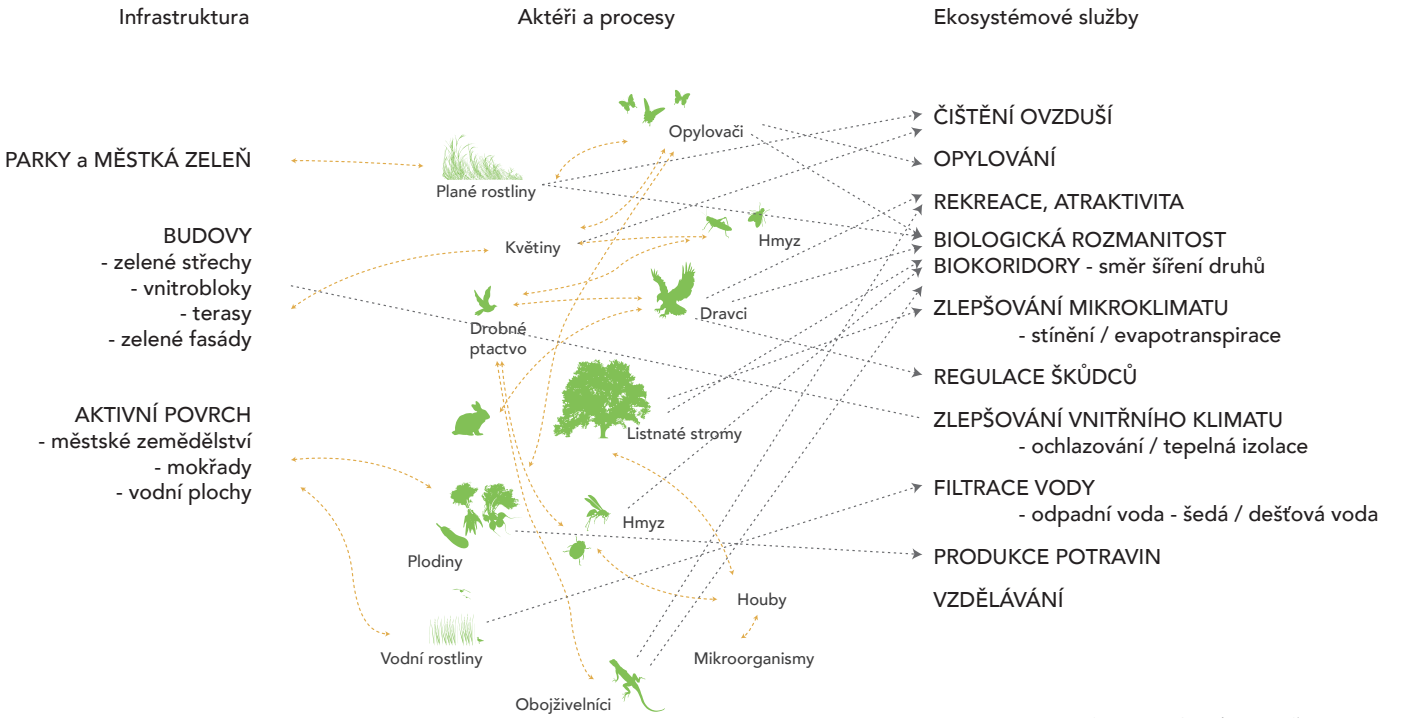
Přínosy, které člověk získává z fungování okolních ekosystémů, se označují jako ekosystémové služby. Může se jednat např. o produkci potravin, čištění vody, vzduchu, atd.

V prostředí města mluvíme o urbánních ekosystémových službách, které jsou spojeny s vodními plochami a zelení (prvky modré a zelené infrastruktury)

Ekosystémové služby (ES) nejsou zcela novým pojmem. Historicky byla velikost měst a počet jejich obyvatel závislý na produkčních kapacitách okolní zemědělské krajiny. S vysokým stupněm urbanizace se ekosystémové služby a biosféra ve městech dostává do pozadí. Žádné město však není schopné bez přírodních procesů efektivně fungovat.

Přírodní procesy navíc nabývají na významu při zmírňování dopadů změny klimatu. Ukazuje se, že města, která mají kvalitní a pestrou modrou a zelenou infrastrukturu jsou daleko odolnější vůči projevům extrémního klimatu.
V hustě osídlených městských oblastech, je často problém zajistit dostatečně velké plochy zeleně. Proto je nutné zeleň využít různými způsoby. Městská zeleň by měla zajišťovat jak aktivní plochy tak klidná a tichá místa. Zeleň by měla nabízet odpočinek a zotavení, které jsou nezbytné pro ochranu zdraví. Pobyt a činnosti v přírodních prostředí snižuje stres a má také pozitivní vliv na koncentraci a duševní pochodu.

V současnosti se v městském prostředí uplatňují stále více umělé povrchy a materiály. Ekosystémové služby představují nástroj jak tyto procesy podporovat a zvyšovat jejich účinnost.



obr. Vojtěch Lekeš podle C/O City

3.2 NÁVRH PRIORITNÍCH OBLASTÍ:

Prioritní oblast 1: Adaptace v oblasti městského prostředí

Popis:
Tato oblast zahrnuje infrastrukturu (technickou i dopravní) a veřejné prostranství ve městě. Klimatická změna má přímé dopady na městské prostředí. Může zhoršovat fungování infrastruktury, měnit původní požadavky na potřebu využití, kapacit a tím i další rozvoj, včetně potřeb jejího financování.
Mezi základní infrastrukturní oblasti, citlivé na klimatickou změnu, patří infrastruktura zásobování vodou a odkanalizování, energetické sítě a dopravní komunikace. Z veřejných prostor jsou to veřejná prostranství a parter budov (nezahrnuje přírodní plochy a budovy).

Rizika (hierarchicky):	1. nárůst teplot / vlny veder 2. extrémní srážky 3. sucho a nedostatek vody
Zranitelnost:	střední až vysoká
Příklady typologie míst:	(1) centrum města (2) průmyslové zóny a objekty (3) obchodní zóny (6) výstavba domů v krajině
Specifické cíle:	1.1. Zajistit fungování a chránit infrastrukturu a veřejná prostranství před poškozením 1.2. Restrukturalizovat kapacitu infrastruktury v závislosti na očekávaných dopadech klimatické změny (posílení, priority lokalizace výstavby, doplnění o zeleň) 1.3. Přizpůsobit stav veřejných prostranství nárůstu teplot
Možná adaptační opatření:	• technická opatření - odrazivé povrchy, propustné povrchy, sběr a nakládání s dešťovou vodou, stínící prvky • měkká opatření - informace, osvěta • přírodní opatření - jezírka a kanály na dešťovou vodu, zasakování dešťové vody, městské zemědělství, konverze zpevněných ploch, výsadba zeleně
Typové aktivity/projekty:	• výstavba oddělené kanalizace, doplnění systému o zelené plochy - retence vody a zpomalení odtoku • projekty sběru a využití dešťové vody • osvětové akce zaměřené na snížení spotřeby vody , ovlivnění lok. mikroklimatu • změnit trendy výstavby veřejných prostor - studie/generel veřejných prostor s ohledem na závěry klimatické strategie • využívat propustné povrchy při stavbě komunikací a veř. prostranství • realizace dešťových zahrad ve veřejných prostranství i v parteru budov
Nositelé:	Město Chrudim Pardubický kraj Vodárenské společnosti
Cílové skupiny:	obyvatelé města podniky
Možnosti financování:	ESIF (OPŽP) NDT
Indikátory výsledku:	Vazba na opatření SP a dalších dokumentů:
Případná mitigační opatření:	Řada zpevněných povrchů je spojena s dopravou (komunikace, parkování, apod.). Podpora alternativních dopravních prostředků (pěší, cyklo,..) bude mít za následek menší množství zpevněných ploch a navazuje tak na adaptační opatření.

Prioritní oblast 2: Adaptace v oblasti budov

Popis:
Klimatická změna se projevuje přímými dopady na pobyt v budovách (bydlení, pracovní prostředí), budovy naopak ovlivňují i potenciální dopady klimatické změny a jejich úprava, případně zakomponování adaptačních opatření v rámci jejich výstavby, mohou zvýšit adaptační kapacitu a tím i snížit zranitelnost území .
Pobyt v budovách souvisí s přímými dopady na prioritní oblast veřejného zdraví.
Sekundární vlivy na míru dopadů se týkají především budov v centru města. Přímé souvislosti s riziky jsou identifikovány především v oblasti nárůstu teploty a vln veder.

Rizika (hierarchicky):	1. nárůst teploty / vlny veder 2. extrémní srážky 3. sucho a nedostatek vody
Zranitelnost:	střední
Příklady typologie míst:	(1) centrum města (2) průmyslové zóny a objekty (3) obchodní zóny (6) výstavba domů v krajině
Specifické cíle:	2.1. Zlepšit (udržet) kvalitu bydlení bez ohledu na dopady klimatické změny 2.2. Zlepšit (udržet) kvalitu pracovního prostředí v budovách 2.3 Novou výstavbu budov provádět včetně adaptačních opatření
Možná adaptační opatření:	• technická opatření - odrazivé materiály a povrchy, stínicí prvky, sběr dešť. vody • přírodní opatření (zelené střechy a fasády) • informační a osvětové aktivity - kvalita vnitřního mikroklimatu, syndrom nemocných budov, atd.
Typové aktivity/projekty:	• rekonstrukce budov (např. zateplování) doplnit o stínící prvky • recyklace a zpětné využití šedé a dešťové vody • výstavba/rekonstrukce zelených fasád a střech (pokud nelze - odrazivých povrchů) • revitalizace budov v rámci brownfields s ohledem na dopady klimatické změny • výsadba zeleně v okolí budov
Nositelé:	město Chrudim developeři / projekční firmy bytová družstva, majitelé nemovitostí,
Cílové skupiny:	obyvatelé města senioři a zdravotně ohrožené skupiny
Možnosti financování:	ESIF (OPPIK, IROP, OPŽP) NDT
Indikátory výsledku:	Vazba na opatření SP a dalších dokumentů:
Případná mitigační opatření:	související mitigační opatření v oblasti izolace budov („zateplování“) s přínosem nejen pro snížení dopadů klimatické změny, ale také snížení produkce skleníkových plynů (primární cíl).

Prioritní oblast 3: Adaptace v oblasti přírodního prostředí

Popis:
Klimatická změna se projevuje jak přímými dopady na přírodní složky prostředí ve městě (ohrožení přírodních oblastí v důsledku sucha, případně povodňovými stavy a extrémními projevy klimatu – např. větru), ale také sekundárně, neboť snižování rozsahu zelených ploch následně zvýrazňuje negativní dopady klimatické změny (resp. snižuje adaptivní kapacitu území).
To se může projevit v další kumulaci negativních dopadů typu zvyšování sucha, nárůst teploty, zhoršování pohody obyvatel a tím i zhoršování zdravotního stavu, apod.

Rizika (hierarchicky):	1. eroze 2. sucho a nedostatek vody 3. extrémní srážky
Zranitelnost:	střední (u eroze velmi vysoká)
Příklady typologie míst:	(4) plochy ohrožené erozí (5) vodní toky a břehy parky a městská zeleň (ZCHÚ, ÚSES)
Specifické cíle:	3.1. Zlepšit podmínky pro zachování přírodních ploch ve městě 3.2. Zaměřit podporu a rozvoj přírodních ploch ve městě na snížení dopadů klimatické změny
Možná adaptační opatření:	• ekosystémová opatření - jezírka a kanály na dešťovou vodu, filtrace povrchové vody, mokřady, revitalizace vodních toků, výsadba zeleně. zahrady,..) • měkká opatření - informace, osvěta
Typové aktivity/projekty:	• péče o přírodně cenné plochy • rozvoj ÚSES (ve městě i v krajině) • péče o parky a vodní plochy - případná revitalizace s ohledem na rizika klimatické změny • výsadba stromů • vypracovat koncepční materiál - např. studie/generel zeleně a vodních ploch
Nositelé:	město Chrudim Správce ZCHÚ Povodí Labe
Cílové skupiny:	obyvatelé města
Možnosti financování:	ESIF (OPŽP) NDT
Indikátory výsledku:	Vazba na opatření SP a dalších dokumentů:
Případná mitigační opatření:	

Prioritní oblast 4: Adaptace v oblasti zdraví obyvatel

Popis:
Klimatická změna se může projevit také na zdraví obyvatel, což je – zejména v případě Zdravého města – klíčový dopad. Strategie adaptací na klimatickou změnu tak musí reagovat specifickým způsobem na možné negativní dopady v oblast zdraví, neboť klimatická změna tak může ovlivnit jak Plán zdraví, tak i jím plánované aktivity v této oblasti.
Hlavní cílovou skupinou jsou senioři a osoby ohrožené zdravotními problémy (zejména chronicky nemocní). Z této skutečnosti plynou také očekávané dopady na rozpočet města, plánování sociálních služeb, ad.

Rizika (hierarchicky):	1. nárůst teploty / vlny veder 2. extrémní srážky 3. sucho a nedostatek vody
Zranitelnost:	vysoká (zejména pro nárůst teploty)
Příklady typologie míst:	(1) centrum města (3) obchodní zóny + domovy pro seniory, nemocnice, sociální zařízení, školy a školky, atd.
Specifické cíle:	4.1. Zlepšit (udržet) kvalitu zdraví obyvatel 4.2.Upravit strategické dokumenty města (zdraví / dopady klimatické změny) 4.3. Zvážit dopady klimatické změny na sociální oblast a rozpočet města
Možná adaptační opatření:	• měkká opatření - monitoring a systém včasné výstrahy, informační a osvětové aktivity (veřejnost, sociální pracovníci, zdravotnický personál) • v souvislosti s adaptací budov - ekosystémová opatření a technická opatření (výsadby zeleně, zelené střechy, mokřady a jezírka)
Typové aktivity/projekty:	• systém včasné výstrahy před klimatickými extrémy • přizpůsobení Plánu zdraví a Plánu sociálních služeb dopadům klimatické změny • osvětové akce - vliv změny klimatu na zdraví • výstavba a rekonstrukce budov s ohledem na dopad klimatické změny
Nositelé:	město Chrudim stakeholdeři ve zdravotnictví provozovatelé sociálních služeb
Cílové skupiny:	obyvatelé města senioři a zdravotně ohrožené skupiny obyvatel
Možnosti financování:	ESIF (OPZ) NDT
Indikátory výsledku:	Vazba na opatření SP a dalších dokumentů:
Případná mitigační opatření:	související mitigační opatření v oblasti izolace budov („zateplování“) s přínosem nejen pro snížení dopadů klimatické změny, ale také snížení produkce skleníkových plynů (primární cíl).

Podrobnější informace o výsledcích klimatické a SWOT analýzy, typologii zranitelných oblastí a vyhodnocení již provedených adaptačních opatřeních jsou součástí analytických kapitol. Popis adaptačních opatření, včetně jejich katalogu a návrh akčního plánu aktivit/projektů je součástí další části strategie.

3.3 TYPY ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ

Katalog představuje seznam možných opatření a projektů již realizovaných nebo plánovaných v ČR i zahraničí. Detailní popis každé kategorie se nachází v příloze - kapitola 5.1 Katalog aktivit.

TECHNICKÁ OPATŘENÍ

Odrazivé materiály a povrchy



Materiály, které při vlnách veder více energie odrazí než absorbují (světlé, porézní, atd.)

Propustné povrchy



Štěrkové plochy, zatravňovací dlaždice a podobné materiály vsakují částečně vodu a zabraňují vzniku lokálních povodní.

Zaplavitelné plochy



Plochy, které se během lokálních povodní plánovaně zaplaví (např. skateparky, parkoviště, otevřené kanály, části ulic atd.) a zabrání tak škodám na dalším majetku či infrastruktuře.

Sběr a nakládání s dešťovou vodou



Umožňují opětovné využití dešťové vody k zalévání zeleně nebo sanitárním účelům a tím šetří spotřebu pitné vody.

Stínící prvky



Snižují PET (fyziologicky ekvivalentní teplotu) stíněním, uplatnění hlavně u otevřených veřejných prostranství.

MĚKKÁ OPATŘENÍ

Adaptační strategie



Ucelená adaptační strategie, která vyhodnotí hrozby a zranitelnost a navrhne potřebná opatření. Důležitý je strategický přístup a vazba na platnou dokumentaci.

Systém včasné výstrahy



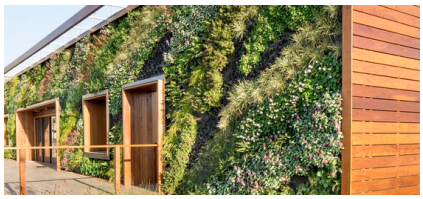
Sytém, který monitoruje možné hrozby a varuje obyvatele před blížícím se klimatickým extrémem (povodně, sucha, vlna veder,.).

Informace - osvěta

Zdůraznění dílčích opatření, osvěta a angažování veřejnosti je stěžejní pro naplňování adaptační strategie.

PŘÍRODNÍ OPATŘENÍ (s využitím ekosystémových služeb)

Zelené střechy a fasády



Tyto konstrukce zadržují dešťovou vodu a pozitivně ovlivňují okolní mikroklima. Velmi výrazná je také estetická a rekreační funkce.

Jezírka a kanály na dešťovou vodu



Vodní plochy zachytávají vodu, chrání před povodněmi a vyrovnávají teploty ve svém okolí.

Zasakování dešťové vody



Voda z komunikací (chodníky, cyklostezky, méně frekventované silnice a parkoviště) se odvádí přímo do zeleně nebo zasakovacích pásů

Městské zemědělství



Populární trend, který využívá ekosystémové služby a nabízí také výrazný sociální aspekt.

Konverze zpevněných ploch



Přebytečné asfaltové nebo betonové plochy se mohou revitalizovat na plochy zeleně (dočasnými i stálými přestavbami)

Filtrace povrchové vody



Znečištěná voda z frekventovaných silnic se může filtrací (sedimentací) předčistit jednodušeji než v ČOV a dá se využít dále k zavlažování.

Mokřady



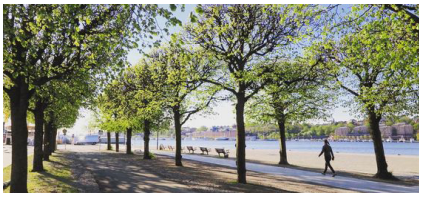
Jsou jak prvkem protipovodňové ochrany, tak výrazným posílením lokálních biosystémů.

Revitalizace vodních toků



Změna koryt, břehů a tvaru vodních toků do původního (přírodního) stavu může mít výrazný vliv na zvýšení biodiverzity, rekreačního potenciálu i protipovodňovou ochranu.

Výsadba zeleně



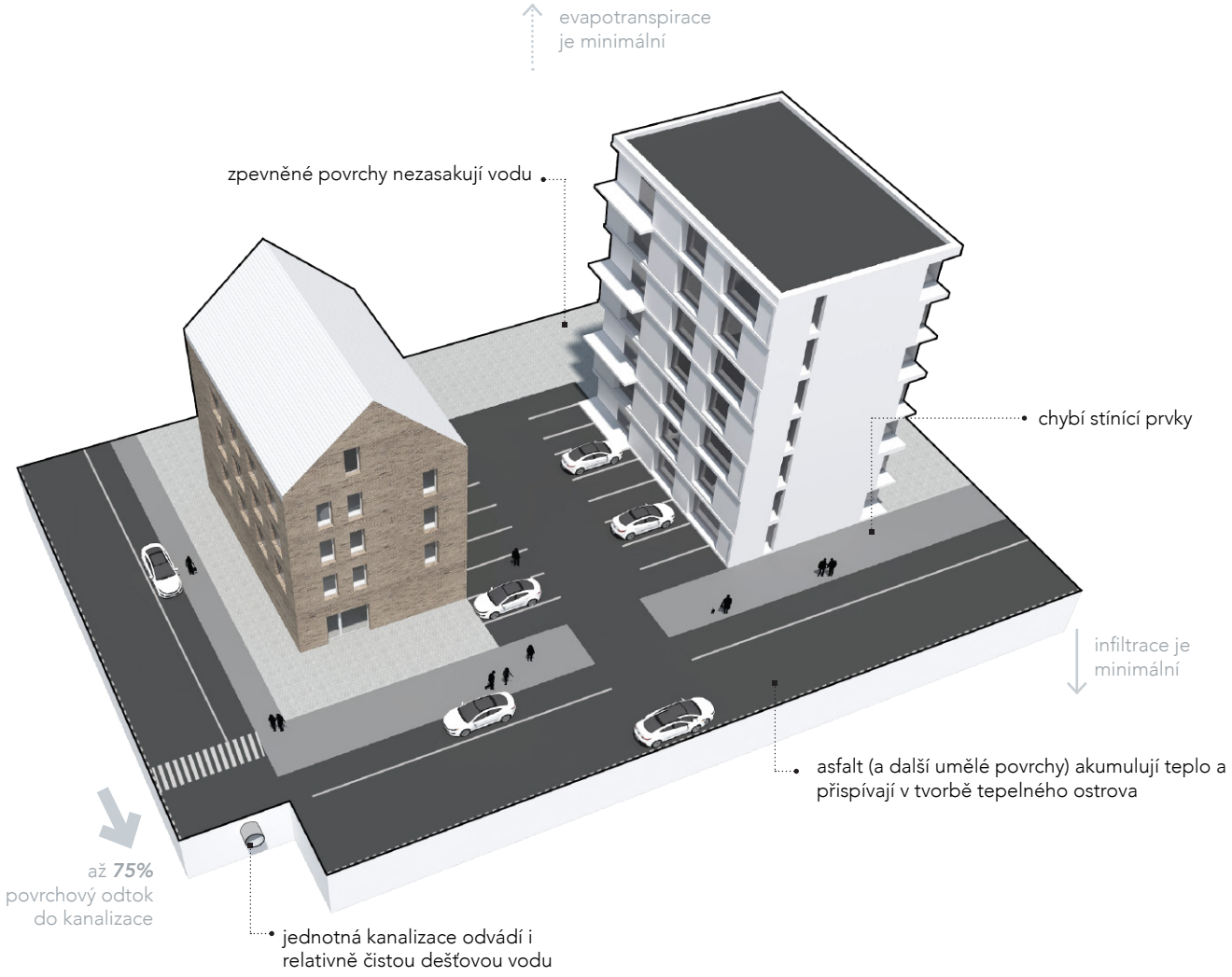
Stromy fungují v prostoru města jako přírodní klimatizace. Stíní uliční prostory a evapotranspirací přispívají k lepšímu mikroklimatu.

3.4 ADAPTAČNÍ OPATŘENÍ V PRAXI

Město bez adaptačních opatření

Při současných trendech výstavby může být kvalita života v městském prostředí výrazně ovlivněna negativními dopady klimatické změny. Struktura měst, ve které se vyskytuje příliš mnoho zpevněných povrchů, a která spoléhá výhradně na technickou infrastrukturu, může mít následující charakteristiky:

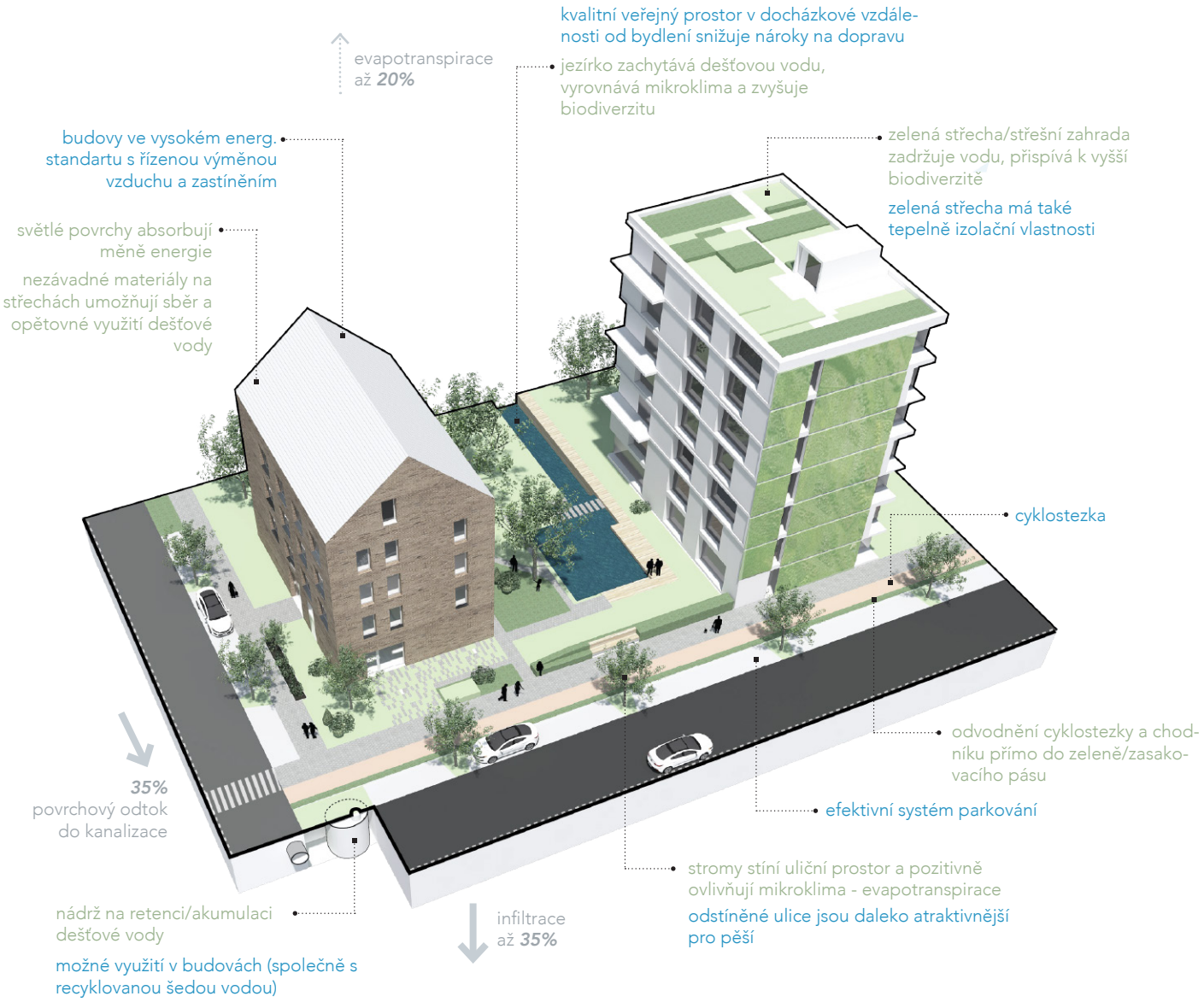
- tmavé umělé povrchy (asfalt,..) mohou mít při vlně veder povrchovou teplotu až 50 °C
- pokud se dešťová voda nezadržuje, chybí pak např. při extrémním suchu
- zpevněné povrchy nezasakují vodu a hrozí tak vznik lokálních povodní při přívalových deštích



Město, které využívá adaptační / mitigační opatření

- zeleň funguje jako přírodní klimatizace
- vodní plocha vyrovnává teploty a pozitivně ovlivňuje mikroklima
- dešťová voda ze využívá na zalévání
- voda z komunikací se filtruje a nechává zasakovat
- zelené střechy jsou na všech plochých střechách
- zeleň redukuje smog a přízemní ozon
- městská zeleň doplňuje okolní biosystémy

Adaptační opatření se dají v mnoha případech spojit s mitigačními. Proto je důležitá mezioborová spolupráce a synergie při řešení otázek rozvoje města.



3.5 VYHODNOCENÍ ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ MĚSTA CHRUDIM

Následující seznam představuje souhrn provedených a připravovaných opatření, která zapadají do koncepce adaptačních opatření. Město Chrudim je však primárně připravovalo pod jiným účelem. Cílem této kapitoly je zatřídění a popis takových opatření a projektů.

Parky a městská zeleň



Na území města se nachází několik parků, u řady z nich je plánovaná revitalizace. (např. Michalský park)

Vodní toky, náhon



Proběhlé i připravované projekty obnovy vodních ploch a toků výrazně přispívají k lepšímu mikroklimatu na území města.

ÚSES *(územní systém ekol. stability)*



Prochází centrem města a zajišťuje ucelený lokální biokoridor a tím i ekosystémové služby na území města.
Je napojen na krajinný systém.

Protipovodňová (protierozní) opatření



Bylo stanoveno záplavové území, vypracován digitální povodňový plán.
V dlouhodobých plánech města je zanesen projekt vybudování plochy suchého poldru při ulici Topolská

Regenerace brownfieldů



Revitalizace starých průmyslových areálů nabízí široké možnosti realizace adaptačních opatření. Zejména při konverzích zpevněných ploch na plochy zeleně.

Výsadba stromů v ulicích



Stromy stíní ulice, zadržují vodu a evapotranspirací ochlazují svoje okolí. Město podporuje výsadbu stromů v ulicích - Nerudova ulice, Smuteční síň, Na Větrníku, podél cyklostezky do Markovic (celkem cca 100 nových stromů).

NSZM

7

ZDRAVÁ MĚSTA, OBCE, REGIONY ČESKÉ REPUBLIKY

Aktivní členství Chrudimi v Národní síti zdravých měst zajišťuje naplňování zásad trvale udržitelného rozvoje a sdílení dobré praxe s ostatními městy.

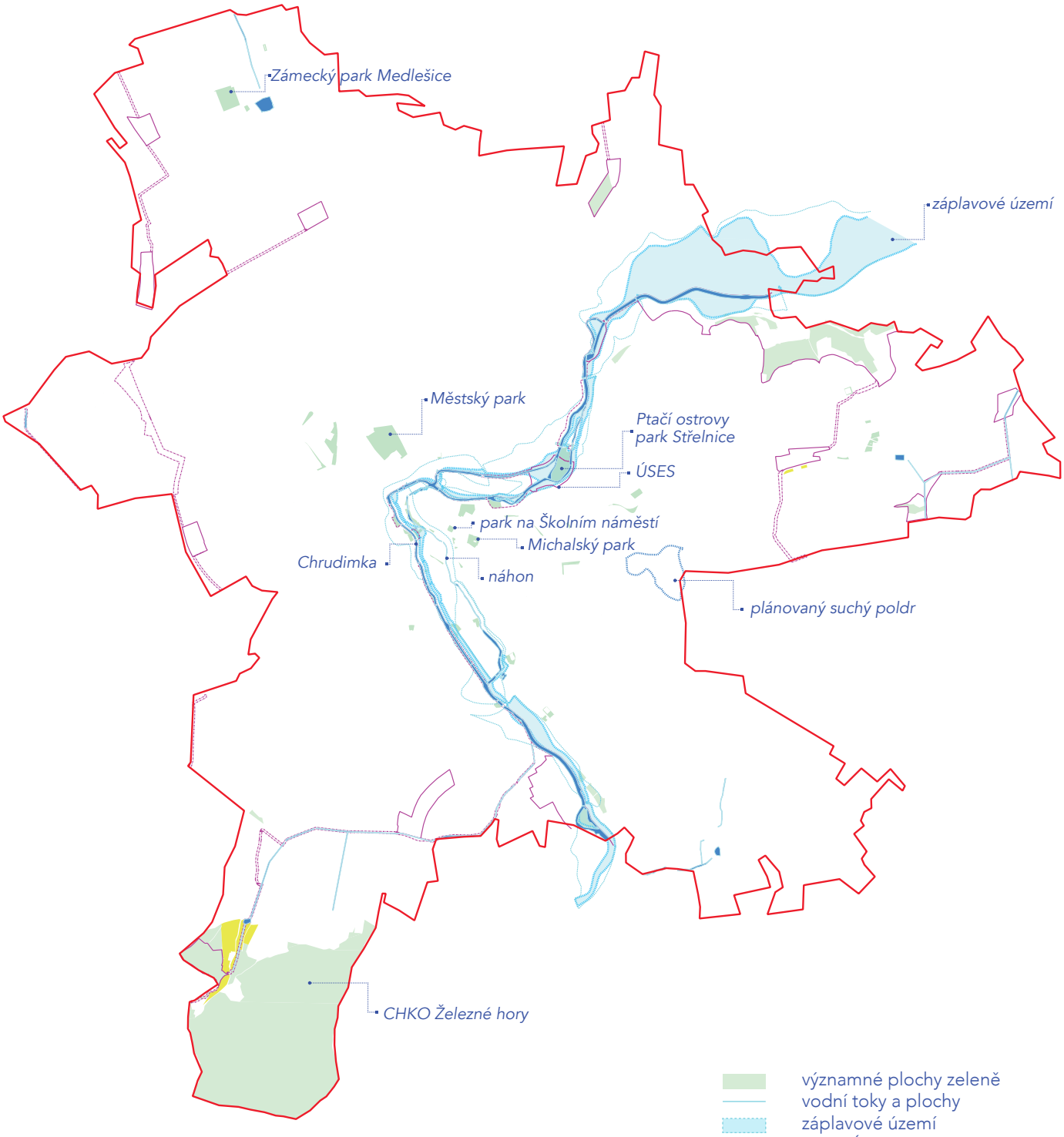
Zdravotní plán a Plán Zdraví

8

Zdravotní plán 2015-2018

Komunitní plán zdraví 2016-2017

Snižování zranitelnosti obyvatelstva, prevence, podpora zdravého životního stylu, péče o seniory, zdravé životní prostředí a pod.


Zámecký park Medlešice
záplavové území
Městský park
Ptačí ostrovy
park Střelnice
ÚSES
park na Školním náměstí
Michalský park
Chrudimka
náhon
plánovaný suchý poldr
CHKO Železné hory
významné plochy zeleně
vodní toky a plochy
záplavové území
prvky ÚSES

IMPLEMENTACE

PŘÍKLADY APLIKACE ADAPTAČNÍCH OPATŘENÍ V PŘÍSLUŠNÉ DOKUMENTACI A FINANČNÍ NÁSTROJE JEJICH PODPORY.

4.1 MOŽNOSTI IMPLEMENTACE

IMPLEMENTACE DO ÚZEMNÍHO PLÁNOVÁNÍ

ÚZEMNÍ PLÁN:

a) Využití doplňkových koeficientů v územním plánování

Jedná se zejména o koeficient zeleně - KZ. Ten používají některá města v ČR ve svých územních plánech.
Stávající podoba KZ v ČR má však příliš velkou orientaci na velikost plochy zeleně a nezohledňuje její funkci a kvalitu (např. biodiverzitu, návaznost na okolní ekosystémy, schopnost retence vody, apod.).

KZ také nezohledňuje tzv. modrou infrastrukturu (vodní toky a plochy, mokřady, apod.), přestože jsou z hlediska ekologické stability a poskytování ekosystémových služeb významné.
Další aspekty, které by mohl KZ zahrnovat je např. vliv na zdraví obyvatel měst, sociální interakce, apod.

Bylo by vhodné uvažovat i o aktualizované podobě KZ a zahrnout do něj výše zmíněné aspekty. Nabízí se inspirace v zahraničí - např. ve Švédsku, kde se KZ používá, avšak jeho výpočet je orientován na kvalitu zeleně. Menší plochy mohou být tedy vyváženy bohatší biodiverzitou.

b) Doplnění odůvodnění územního plánu

Obecné pojednání - doplnění o návaznosti budoucích změn a aktualizací ÚP na adaptační strategii.

c) Návaznost adaptací na ÚSES

Územní systém ekologické stability se zabývá návrhem biologicky hodnotných ploch a koridorů jak v krajině tak ve městě.
Bohužel, naplňování ÚSES je v prostředí města často nedostatečné. Pro větší podporu systému ve městech by pomohlo prosazování urbánních ekosystémových služeb, které jsou součástí adaptační strategie (přírodní opatření).

Pokud by se podařilo provázat ekosystémové služby s konkrétními nástroji územního plánování (zejména s koeficientem zeleně) a jejich hodnocení by bylo vyžadováno v rámci územní studie nebo regulačního plánu, lze předpokládat, že by toto opatření mělo pozitivní vliv na realizaci samotného systému ÚSES v městském prostředí.

ÚZEMNĚ ANALYTICKÉ PODKLADY:

Zařazení adaptací do příští aktualizace územně analytických podkladů
- využití dat z leteckého snímkování a hodnocení zranitelnosti - např. identifikace rizikových území z hlediska tepelného ostrova (zdroj: Czech Globe)
- data se dají následně propojit se systémem GIS a zanést do příslušných mapových vrstev

- Aktualizace dotčených kapitol a zdůraznění role adaptací v rámci celého ORP

VYUŽITÍ PLATNÉ LEGISLATIVY:

Vyhláška 501/2006 Sb., Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území

§ 20/5 písm. c) vsakování srážkové vody obecně upřednostněno před jejím odváděním pomocí veřejné srážkové či jednotné kanalizace.
(motivovat stavebníky k využívání této části vyhlášky - pomoc s geologickým průzkumem, inspirace možných technologických řešení atd.)

Vyhláška 500/2006 Sb., příloha 13 - obsah plánovací smlouvy – adaptační opatření v rámci veřejných staveb, technické a dopravní infrastruktury, atd.

pozn.
Plánovací smlouva sice není ideální pro koncepční naplňování adaptačních opatření, bohužel v územním plánování chybí adekvátní nástroje (regulativy), které by umožňovaly prosazení a naplňování jednotlivých opatření.

V praxi by se jednalo o jakýkoli jiný nadstandard, který by město po stavebníkovi/developerovi požadovalo - např. vyšší energetický standart, apod. Adaptační opatření jsou často přímo obsažené v prvcích technické infrastruktury (přímé vyspádování do zeleně, propustné povrchy, volba vhodných materiálů, apod.).

4.2 FINANČNÍ ZDROJE A NÁSTROJE NA PODPORU ADAPTACÍ

MOŽNÉ FINANČNÍ ZDROJE:

OBECNÍ A KRAJSKÉ ROZPOČTY

NÁRODNÍ DOTAČNÍ PROGRAMY

POPFK
Podpora obnovy přirozených funkcí krajiny je národní dotační program MŽP podporující investiční i neinvestiční záměry realizující adaptační opatření zmírňující dopady klimatické změny na vodní, lesní i mimolesní ekosystémy.

NADNÁRODNÍ DOTAČNÍ PROGRAMY (EU,EHS)

Evropské strukturální a investiční fondy
- ERDF
- Kohezní fondy
- ESF (Evropský sociální fond)
- EAFRD (Evropský zemědělský fond pro rozvoj venkova)

Evropské dotační programy
- Life
- CLLD
- Civitas Activity Fund
- Teritoriální kooperace - Interreg Europe
  - Urbact III
- Horizon 2020

ALTERNATIVNÍ FINANCOVÁNÍ:
- Crowdfundingové kampaně
  - zapojení veřejnosti a soukromé sféry
- Mikrogranty

FINANČNÍ NÁSTROJE NA PODPORU ADAPTACÍ:

CBA (cost-benefit) analýza:

Přínos adaptačních opatření se z ekonomického hlediska dá vyjádřit CBA (cost-benefit) analýzou. Jedná se vhodný nástroj k ověření nákladů/užitků plánovaných projektů.

V rámci projektu Urban adapt tým z IEEP (Institut pro ekonomickou a ekologickou politiku) provedl CBA analýzu níže vybraných opatření. Ze závěrů analýzy bylo patrné, že např. u prvků modré a zelené infrastruktury převážily přinesené užitky nad náklady realizací.

1. Zelená střecha - Praha, Jinonice/ extenzivní/ plocha 125 m2
2. Parkoviště - Plzeň, Štruncovy sady/ 33 míst/ plocha 934 m2
3. Lobezská jezírka (mokřadní biotop) - Plzeň, plocha 3,5 ha
4. Retenční jezírko (+Park Pod plachtami) - Brno, plocha 3,2 ha

platné k. r. 2016

Druh pozemku	*Roční náklady (Kč)*	*Roční užitky (Kč)*	*poměr užitků a nákladů*
1. Zelená střecha	7 852	11 697	1,5
2. Parkoviště s propustným povrchem	19 688	47 368	2,4
3. Park s mokřady	1 606 069	41 290 917	25,7
4. Park s jezírkem	4 179 468	40 877 306	9,8

zdroj: Urban Adapt/ IEEP

AKČNÍ PLÁN

PŘIPRAVOVANÉ PROJEKTY MĚSTA S POTENCIÁLEM ADAPTACÍ NA ZMĚNY KLIMATU

AKČNÍ PLÁN

Akční plán (AP) navrhuje seznam projektů navazujících na návrhovou část adaptační strategi, které jsou realizovatelné v krátkodobém časovém horizontu. AP má dvě části, v první navrhuje potenciální projekty, které vychází z adaptační strategie. V druhé reaguje na projekty obsažené v Akčním plánu Chrudimi pro rok 2017 a dalších projektových záměrů a aktivit města - např. Desatero problémů města Chrudim. K těmto projektům a záměrům navrhuje příslušná adaptační opatření.

Projekty v obou částech byly seřazeny podle kategorií prioritních oblastí adaptací (viz návrhová část strategie adaptací)

1. ČÁST
Potenciální projekty, které vychází ze závěrů adaptační strategie rozděleny podle prioritních oblastí:

1) ADAPTACE MĚSTSKÉHO PROSTŘEDÍ

Veřejná prostranství:
U plánovaných rekonstrukcích doporučujeme vyhodnotit míru zranitelnosti v rámci každého projektu a komplexně posoudit účinnost jednotlivých adaptačních opatření.
Přínosy z ekonomického hlediska by měly být vyhodnoceny pomocí CBA analýzy.

Infrastruktura:
Rekonstrukce a výstavba dopravních staveb mimo centrum města - proveřit možnost realizace bioswales podél komunikací.

2) ADAPTACE BUDOV

doporučujeme diskutovat adaptační opatření u budov, které jsou součástí míst s velkou zranitelností - viz. typové plochy

Revitalizace a nová výstavba obchodních zón
- při stavbě uvažovat o minimálním záboru půdy
- každou stavbu komplexně posoudit z hlediska odolnosti vůči projevům extrémního klimatu
- max. využít propustné plochy, příp. odvodnění zpevněných ploch do zeleně
- sběr a akumulace dešťové vody a její opětovné využití

Revitalizace a nová výstavba průmyslových zón
- realizace zelených střech a fasád
- max. možná výsadba zeleně i v rámci průmyslových areálů (využití strukturální zeminy, modulových systémů)

Materiály
- omezit použití materiálů, které by mohly případně kontaminovat dešťovou vodu a bránit jejímu opětovnému využití (těžké kovy na střechách, apod.)

3) ADAPTACE PŘÍRODNÍHO PROSTŘEDÍ

- doporučujeme provést studii, která by posoudila
- zasakování (hydrogeologický průzkum)
- podpora biodiverzity - širší druhová skladba
- zadržování vody v krajině - podpora stavění remízků a mokřadů

4) ADAPTACE V OBLASTI ZDRAVÍ OBYVATEL

Doporučujeme zahrnout dopad změny klimatu na zdraví obyvatel do Plánu zdraví a Plánu sociálních služeb

Osvětové akce
- uspořádat akci pro veřejnost, která přiblíží vliv klimatické změny na zdraví obyvatel

pozn:
přesná podoba a popis typových adaptačních opatření jsou uvedena v KATALOGU

Následující seznam zpracovává podrobněji projektové záměry města Chrudim pro rok 2017 a doporučuje k nim možné adaptační opatření. V rámci každého projektového záměru je nutné provést důkladnou studii a porovnat efektivitu jednotlivých opatření. AP navrhuje pouze možnosti řešení.

2. ČÁST
Projekty, které vychází z připravovaných záměrů města Chrudim:

1) ADAPTACE MĚSTSKÉHO PROSTŘEDÍ

Veřejný prostor je často velmi zranitelný vůči projevům extrémního klimatu (velká koncentrace lidí, zpevněné plochy, nedostatek stínění, atd.) Při plánovaných rekonstrukcích doporučujeme soulad s adaptační strategií a komplexní posouzení účinnosti jednotlivých opatření.

Územní studie veřejných prostranství
návrh opatření:
- pokud bude materiál obsahovat určitou metodiku revitalizace veřejných prostor (podobné např. Manuálu tvorby veřejných prostranství, IPR, Praha), doporučujeme do studie zapracovat výsledky adaptační strategie. Studie by měla využívat jednotlivá adaptační opatření a vyhodnotit jejich účinnost v konkrétních případech.
  Bylo by vhodné zmínit finanční nástroje na podporu adaptací - např. CBA analýzu

Masarykovo náměstí – studie: úprava náměstí a parkování
Obecně doporučujeme větší orientaci na pěší, příp. cyklisty - v současné podobě nemá náměstí funkci veřejného prostoru ale pouze parkovací plochy. Důležité je omezení dlouhodobého parkování.
návrh opatření:
- snížení počtu parkovacích míst (permeabilní plochy těch, které zůstanou zachovány)
- nové plochy zeleně (snížení podílu zastavěných ploch)
- výsadba stromů - zajištění rozvoje kořenového systému za použití strukturálních substrátů nebo modulárních systémů
- nové vodní plochy, příp. větší dešťová zahrada
- zahrádky (Parklet) pro přilehlé kavárny/restaurace + zeleň
- komplexní řešení odvodnění (náměstí i přilehlých budov) - sběr do podzemních nádrží příp. do dešťové zahrady
- prvky zastínění spojeny s veřejným prostorem - pergoly, slunečníky, apod.
- dočasné instalace po dobu růstu zeleně

Terminál veřejné dopravy v Chrudimi
potenciálně velmi zranitelné místo s vysokou koncentrací lidí a velkým podílem zpevněných ploch. Autobusy jsou zdrojem znečištění ovzduší a zdrojem hluku. Návrh nového terminálu by měl tyto fakta zahrnout a reagovat na ně.
návrh opatření:
- vyspádování komunikací do zeleně (důležitá je filtrace odváděné vody - dešťové zahrady, biofiltr)
- permeabilní plochy - před nástupišti, parkování autobusů
- extenzivní zelené střechy na případném zastřešení nástupišť
- zelené fasády a zeleň na konstrukcích mohou tvořit hlukové bariery a zároveň zlepšovat kvalitu vzduchu a estetiku
- vhodná forma a umístění konstrukcí a zeleně k lepší cirkulaci vzduchu (odvádění zplodin)

Studie letního kina
návrh opatření:
- případné nové zpevněné povrchy omezit na nejnutnější plochu (přístup k sezení, vyztužení stupňů, atd.)

V oblasti **dopravy** je plánována výstavba nových cyklostezek a je také řešena řada ploch pro parkování. Jedná se o tyto projekty:

Parkoviště Větrník
Studie - **Společné parkoviště FÚ a MěÚ**
MŠ Malíka - úpravy parkovišť a chodníků v areálu a okolí MŠ
ZŠ U Stadionu- rozšíření parkovacích prostor před školou
Rozšíření parkovacích míst sídliště U Stadionu
Parkoviště představují typ plochy, která je většinou nevhodně řešena jako převážně zpevněná a jen s malým množstvím zeleně, minimálním zastíněním a kdy většina srážkové vody je odváděna do kanalizace. U větších parkovišť navíc hrozí při přívalových deštích přehlcení kanalizace a následné poškození infrastruktury.
návrh opatření:
- návrh povrchů, které umožňují zasakování (zatravňovací dlažba)
- zasakovat vodu lokálně - vyspádování komunikací do okolní zeleně příp. do dešťových zahrádek
- použití bioswales, biologických filtrů a při sběru vody filtry kanalizačních vpustí

MŠ Malíka - úpravy parkovišť a chodníků v areálu a okolí MŠ
návrh opatření:
- zachovat co možná nejvíce zeleně
- zasakovat vodu lokálně - vyspádování do okolní zeleně příp. do dešťových zahrádek

Generel parkování
návrh opatření:
- vazba na závěry strategie adaptací.

Rekonstrukce veřejných osvětlení
návrh opatření:
- pokud se budou úpravy týkat i chodníků, příp. jiné související infrastruktury, doporučujeme zvážit možnost odvodnění těchto ploch do zeleně / zasakovacích pásů

2) ADAPTACE BUDOV

Město dále připravuje řadu opatření v oblasti budov, mezi které patří snižování energetické náročnosti budov (zateplování a udržitelná energetická produkce - solární energie). Tato opatření chápeme primárně jako mitigace, nicméně některá opatření souvisejí i s adaptací na klimatickou změnu.

Zateplení **MŠ Víta Nejedlého**
MŠ Strojařů - zateplení budovy
MŠ Sv. Čecha -zateplení, nová fasáda, solární panely
MŠ U Stadionu - rekonstrukce prosklených teras, podezdívky, vstupní dveře, generální rekonstrukce elektroinstalace v celém objektu, dokončení výměny oken, zateplení budovy
návrh opatření:

- u výše zmíněných projektů doporučujeme prověřit doplnění o stínící prvky - venkovní žaluzie a rolety
- odrazivé materiály (barvy) fasády
- při rekonstrukci střechy - možnost zelené extenzivní nebo intenzivní střechy
- svedení dešťové kanalizace do dešťových zahrad/nádrží
- nucená výměna vzduchu pro zajištění kvalitního vnitřního mikroklimatu

Fasáda na domě č.p. 85
Fasáda a elektro na č.p. 77

- jedná se o historické budovy a realizace adaptačních opatření je tedy značně omezená.

MŠ Valy - realizace zastřešení + instalace solárních panelů k ohřevu bazénu, zateplení budovy a instalace venkovních žaluzií
návrh opatření:

- pokud solární panely nezaberou celou plochu střechy, zvážit vybudování zelené střechy
- nucená výměna vzduchu pro zajištění kvalitního vnitřního mikroklimatu

ZŠ Školní náměstí - výměna oken na budově Šedivky
návrh opatření:

- instalace venkovních žaluzií / rolet

Přestavba bývalého konventu kapucínského kláštera
návrh opatření:

- využití šedé vody, recyklace a získávání odpadního tepla (efektivní zejména při přestavbě na ubytovací zařízení)
- sběr a opětovné využití dešťové vody ve vodních prvcích (kašna)
- zmenšení zpevněných ploch v zahradách a širší druhovou skladbu zeleně oproti původní studii

3) ADAPTACE PŘÍRODNÍHO PROSTŘEDÍ

V této oblasti připravuje město Chrudim např. tyto projekty:

Realizace městského ovocného sadu

Revitalizace Michalského parku
návrh opatření:

- prověřit vhodnou druhovou skladbu pro zvýšení lokální biodiverzity
- dostupnost pro pěší (zvyšování rekreačního potenciálu)
- vhodný povrch zpevněných cest - zasakování (mlatové povrchy)

MŠ Sv. Čecha - školní zahrada
MŠ Valy - modernizace zahrad u budov
návrh opatření:

- možnost realizovat drobné vodní plochy (hry a venkovní aktivity)
- zvážit recyklaci šedé vody, sběr dešťové vody
- městské zemědělství - pro potřeby školky

ZŠ Školní náměstí - vybudování školního arboreta
návrh opatření:

- arboretum jako veřejný prostor pro žáky
- napojení na Michalský Park - zvýšení biodiverzity
- doplnění o vodní prvek, dešťovou zahradu - zasakování dešť. vody a zlepšení lokálního mikroklimatu

Revitalizace ramene drobného vodního toku v Chrudimi
návrh opatření:

- v případě potřeby odstranění náletových dřevin
- zvážit možnost doplnění o menší mokřady, tůně
- různé podoby břehů - mělké - rozliv, zpevněné, nezpevněné, nárazové stěny - hnízdění ledňáčků, apod.
- prověřit možnosti zvýšení biodiverzity v oblasti
- (ref. projekt : Revitalizace Rokytky)

Územní studie krajiny v ORP Chrudim

- dokument má výrazný potenciál ovlivnit naplňování adaptační strategie v krajině i v městském prostředí. Měl by zapracovat výstupy strategie a implementovat příslušná adaptační opatření.

Přírodní tělocvična
návrh opatření:

- možnost doplnění o vodní plochy - jezírka, dešťové zahrady

Komunitní zahrady
projekt vychází z pořadavku Desatera pro mládež
návrh opatření:

- vhodná realizace na nevyužité zelené ploše (proluky) nebo na nevyužitých zpevněných plochách (květináče)

KATALOG

SPECIFIKACE VYBRANÝCH AKTIVIT / PROJEKTŮ

Příklady v katalogu představují principielní řešení adaptačních opatření. Pro návrh adaptačního opatření na konkrétní místo je vždy nutné posouzení využitelnosti a vypracování odborné studie.

5.1 TECHNICKÁ OPATŘENÍ

Odrazivé materiály a povrchy

Snižování efektů tepelného ostrova města se dá docílit využíváním světlých a reflexivních povrchů např. na střechách nebo zpevněných plochách v okolí budov. Asfalt a podobné tmavé umělé povrchy pohlcují sluneční záření a akumulují teplo . Při vlnách veder mohou mít povrchovou teplotu mnohem vyšší než materiály, které sluneční záření reflektují.

Studené střechy (cool roofs)

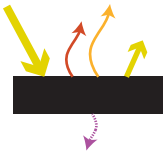
Barva a materiál střechy, která má vysoký reflexní účinek dokáže snížit náklady na klimatizaci budovy o 10-15%. Pokud jsou studené střechy použity u více budov najednou, mohou mít také pozitivní vliv na okolní mikroklima.



zdroj: dezeen.com

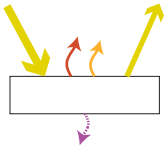
srovnání různých materiálů ploché střechy
(běžná střecha vs cool roof)

tmavý materiál střechy:
38% otepluje atmosféru
52% otepluje vzduch ve městě
5% se odrazí
4,5% otepluje budovu



teplota povrchu: 80 °C
teplota vzduchu: 37 °C

světlý materiál střechy (cool roof):
10% otepluje atmosféru
8% otepluje vzduch ve městě
80% se odrazí
1,5% otepluje budovu

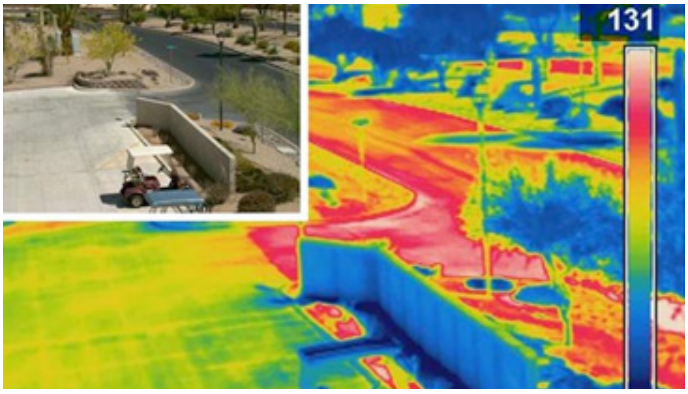


teplota povrchu: 44 °C
teplota vzduchu: 37 °C

zdroj: LBNL Heat Island Group

Studené povrchy (cool pavements)

Alternativní materiály k tmavým povrchům (nejčastěji asfalt), které zajistí nižší povrchovou teplotu. Uplatňují se hlavně v místech, kde velké množství zpevněných ploch. Nižší povrchová teplota také přispívá k trvanlivosti materiálu.



zdroj: Arizona State University

Nemusí jít vždy nutně o výměnu materiálu, výrazné snížení povrchové teploty se dá zajistit také vhodným reflexním nátěrem.



zdroj: Emerald cities

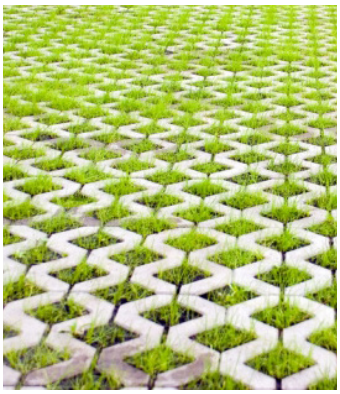
5.1 TECHNICKÁ OPATŘENÍ

Propustné povrchy

Zpevněné povrchy ve městech jsou často vyspádovány do jednotné kanalizace. Při přívalových deštích může voda kanalizaci přehltit a poškodit okolní stavby a infrastrukturu. Pokud se voda přes zpevněné povrchy nezasakuje, může docházet k poklesu hladiny spodní vody.

Zatravňovací tvárnice a rohože

Dokáží nahradit zpevněné povrchy, využívají se např. na stavbu propustných parkovacích ploch nebo lokálních komunikací.





Štěrk / dlažba do štěrkového lože

U štěrku se používají pro zpevnění plastové recykláty (systém funguje podobně jako zatravňovací tvárnice. Dlažba do štěrkového lože kombinuje výhody zpevněných a propustných povrchů.





Mlatové povrchy

Využívají se většinou na pěší stezky v městských parcích. Jedná se o zhutněnou vápencovou vrstvu, která dokáže zasakovat vodu a má nízkou povrchovou teplotu při vlnách veder.



park - Plzeň

Porézní beton (asfalt)

Materiál dokáže propustit až 200l vody na metr čtvereční za minutu a přitom nabízí dostatečnou pevnost pro stavbu komunikací.



5.1 TECHNICKÁ OPATŘENÍ

ZAPLAVITELNÉ PLOCHY

Tyto plochy fungují na podobném principu jako suché poldry. V případě rizika povodní se cíleně zaplaví a ochrání tak před poškozením hodnotnější infrastrukturu. Využívají se hlavně v případech, kdy je při výstavbě (nebo rekonstrukci) měst omezený prostor na jiná protipovodňová opatření.

Nádrž na dešťovou vodu/skatepark Roskilde (DK)

Skatepark byl navržen tak, aby byl schopen v případě přívalových dešťů pojmout objem vody odpovídající až 10 plaveckým bazénům a ochránit tak přilehlé části města před následky povodní.



Skatepark Roskilde (DK) (zdroj: wired.com)



Kanál, který přivádí vodu (zdroj: wired.com)

Infrastruktura a forma vodní nádrže dodává specifickou podobu skateparku.

Cloudburst - Adaptační opatření Kodaně (DK)

Adaptační strategie hlavního města Dánska navrhuje zaplavení vybraných ulic až do výše 10cm (obrubníku).
Toto opatření má pomoci zmírnit následky lokálních povodní způsobených přívalovými dešti.



Norrebro, Kodaň - Dánsko (zdroj: DeUrbanisten)



Norrebro, Kodaň - Dánsko (zdroj: DeUrbanisten)

5.1 TECHNICKÁ OPATŘENÍ

SBĚR A NAKLÁDÁNÍ S DEŠŤOVOU

Dešťová voda se v mnoha případech odvádí jednotnou kanalizací. Její zadržování však může zajistit dostatek užitkové vody v období sucha a napomáhá zlepšit koloběh vody.

Nádrže na akumulaci/retenci dešťové vody

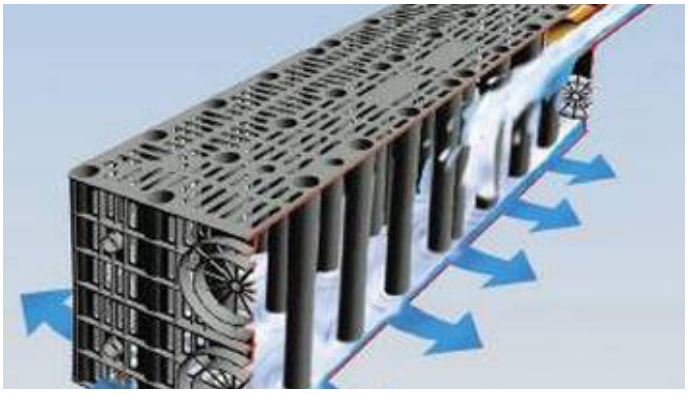
Z hlediska kapacity a udržení kvality vody jsou vhodnější podzemní nádrže. Doplňují se filtračními a čerpacími moduly tak, aby se voda dala využít např. pro zálivku zeleně nebo příp na splachování v obytných stavbách. Přepad z nádrží se řeší štěrkovým ložem nebo zasakovacími moduly.



(zdroj: garten.cz)

Zasakovací tunely a boxy

V případě, že není potřeba dešťovou vodu zadržovat je vhodné využít zasakovací boxy (uloženy pod zemí, obaleny geotextilií). Boxy mají až 3x větší kapacitu než štěrková lože, dají se tedy využít pro odvodnění velkých ploch (prům areály, apod.)



Zasakovací blok Graf 300 (zdroj: Boehmextruplast)

Recyklace a využití šedé vody

Jako Šedá voda se označuje odpadní voda ze sprch, umyvadel, myček apod., ne z WC. Tato voda se dá po akumulaci vyčistit (tzv. bílá voda) a použít na závlahu, splachování, apod. Opětovným využitím šedé vody se dá ušetřit až 50% spotřeby pitné vody.

Šedá voda může být také zdrojem energie. Jedná se zejména o odpadní teplo, které se dá pomocí lokálních nebo centrálních systémů akumulovat a opět využít.

U větších provozů s vysokými nároky na bílou vodu je vhodné kombinovat opětovné využití šedé a dešťové vody.

Filtrace dešťové a povrchové vody

Povrchová i dešťová voda mohou obsahovat znečištění a ohrozit při splachu vodní toky nebo půdu při vsakování. Při svádění této vody do oddělené kanalizace je vhodné použít filtry kanálových vpustí, které zachytí různé částice znečištění (např. těžké kovy, oleje, atd.). Dále se může voda dočišťovat filtrací, sedimentací nebo za použití biologického filtru - viz. přírodní opatření.



kazetový filtr kanálové vpusti - Stockholm
zdroj: P. Malmqvist, G. Svensson - Koppar i Stockholms dagvatten

5.1 TECHNICKÁ OPATŘENÍ

STÍNÍCÍ PRVKY

Prvky pasivního i aktivního stínění mohou účinně snižovat PET a přispívat tak k vytváření příjemnějších míst v době klimatických extrémů (zejména vln veder).

Veřejný prostor

V místech, kde se nedá vysadit nová zeleň (historická centra měst, atd.) je pro zajištění lepšího mikroklimatu vhodné aplikovat dočasné/trvalé stínící prvky. Ty se mohou stát důležitou součástí veřejných prostor a přispět tak k jejich lepšímu rozvoji.



parametrický design - materiál: dřevo



Madrid - stínění ulic,
materiál: lycra zavěšená na ocelových lanech

Budovy

Stínící prvky efektivně snižují energetické nároky budov a zároveň je chrání před nadměrným přehříváním. Vedle klasických žaluzií a rolet (látkové, kovové, atd.) existují projekty, které řeší zastínění komplexněji.



Lacaton + Vassal - rekonstrukce panelového domu, Paříž, FR



původní stav



po rekonstrukci

Rekonstrukce panelového domu na předměstí Paříže je řešena pomocí konstrukce představených zimních zahrad před fasádou. Tyto prostory snižují spotřebu energií, chrání interiery před nadměrným přehříváním a zároveň nabízí další plochu k původním výměrám bytů.

5.2 *PŘÍRODNÍ OPATŘENÍ (S VYUŽITÍM EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB)*

ZELENÉ STŘECHY A FASÁDY

Z hlediska adaptací je důležitá retence vody a pozitivní vliv na mikroklima. Zelené střechy a fasády také zmírňují projevy městského tepelného ostrova. Při vlnách veder mají povrchovou teplotu mnohem nižší než umělé materiály.

Zelené střechy se dělí podle typu konstrukce a použitých rostlin na:

Extenzivní střechy

Vrstva substrátu je většinou do 15 cm, tyto konstrukce jsou poměrně lehké a dají se použít i na jednodušších konstrukcích (přístřešky, garáže, apod.) Nevyžadují pravidelnou údržbu ani zavlažování. Z rostlin se uplatňují suchomilné rostliny jako rozchodníky, netřesky nebo suchomilné trávy. Retence vody je cca 50%.



Střešní zahrady

Intenzivní zelené střechy mají vrstvu substrátu od 20cm a více. Vyžadují pravidelnou údržbu a zavlažování. Dají se osázet trvalkami, keři a případně menšími stromy. Retenční vlastnosti jsou daleko vyšší než u extenzivního typu (70% a více).



Šikmé střechy

Jedná se o variantu s extenzivní zelení, má tedy srovnatelné vlastnosti. Podle sklonu střechy (až do 45°) se osazují zábrany proti sesuvu. Šikmá zelená střecha má výrazné estetické kvality (na domu je vidět)



Zelené fasády (vertikální zahrady)

Tyto konstrukce je možné realizovat i bez substrátu (hydroponní rostliny). Uplatňují se tam, kde není možnost výsadby klasické zeleně.
Jsou náročnější na údržbu (vyžadují závlahový systém), ale mohou výrazně přispět k lepšímu mikroklimatu ve svém okolí.



pozn:
Měření na zelené fasádě v ulici ulici Einsiedlergasse ve Vídni ukázala že v létě dokáže tato konstrukce odpařit až 300l vody/den a má srovnatelný výkon jako 70 klimatizačních jednotek.

PŘÍRODNÍ OPATŘENÍ (S VYUŽITÍM EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB)

JEZÍRKA A KANÁLY NA DEŠŤOVOU VODU

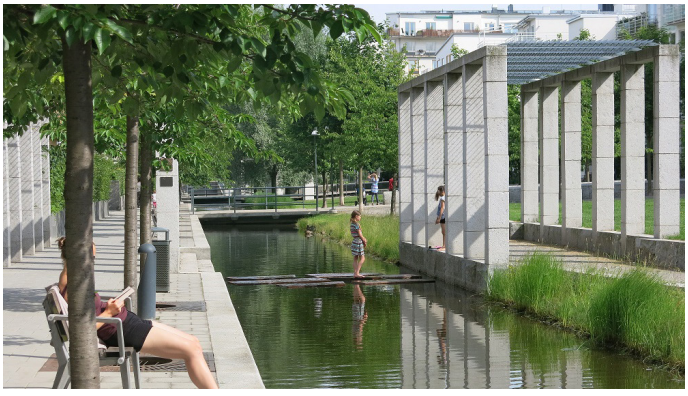
Voda je v městském prostředí stejně důležitá jako zeleň. Ve většině českých měst se soustřeďuje na řeky a z umělých prvků nejčastěji na fontány. Z hlediska nakládání s dešťovou vodou a vyrovnávání mikroklimatu se ukázaly jako velmi efektivní jezírka a k nim připojené kanály. Např. obytná čtvrť Augustengsborg v jihošvédském Malmö dokázala vyřešit protipovodňovou ochranu a zároveň zatraktivnit veřejný prostor pomocí této infrastruktury.

Kanály na dešťovou vodu - Stockholm

Dešťová voda z okolních bytových domů je sváděna do centrálního kanálu (zpevněný i přírodní břeh) a potom odváděna do přilehlého jezera. Kanál má jak estetickou, tak rekreační funkci a z hlediska adaptací zadržuje dešť. vodu a pozitivně ovlivňuje mikroklima.



Dešťová voda je považována za `čistou` a je přímo odváděna do jezera. Nesmí ale přijít do styku se škodlivými materiály (nejčastěji oplechování střech - olovo, měď, apod.). Tyto požadavky jsou zakotveny v regulačních plánech dané lokality.



pozn.
Systém se nachází ve stockholmské čtvrti Hammarby Sjöstad. Jedná se o původní brownfield, který byl přestaven podle zásad udržitelného urbanismu na ekologickou bytovou čtvrť, která využívá moderní technologie.

Jezírka a otevřené kanály - Augustenborg

Augustenborg je předměstí Malmö (třetího největšího města ve Švédsku), které trpělo přívalovými dešti a lokálními povodněmi. Tento problém se podařilo vyřešit pomocí otevřených kanálů a jezírek, které zároveň zvýšily lokální biodiverzitu až o 50%.



pozn.
Soustava zajišťující retenci dešťové vody se skládá z:
- 10 jezírek různých velikostí
- 2km zpomalovacích kanálů
+ soustava otevřených kanálů k jezírkům

Částí této soustavy jsou také zelené střechy o rozloze 2 100 m2.

Augustenborg je komplexně řešená lokalita co se týká adaptací a mitigací. Celý systém řeší snižování energetické náročnosti, nakládání s odpady, lokální produkci potravin, sociální témata, místní mikroklima, biodiverzitu, atd.

PŘÍRODNÍ OPATŘENÍ (S VYUŽITÍM EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB)

ZADRŽOVÁNÍ A ZASAKOVÁNÍ DEŠŤOVÉ VODY

Zasakování vody je možné regulovat pomocí zelené infrastruktury. Jedná se o jednoduchá opatření, která dokáží zabránit přehlcení kanalizace a ČOV např. při lokálních povodních a připívat k retenci vody.
V prostředí města je možné využít i řešení, které nejsou příliš náročná na velikost plochy - např. dešťové zahrady. Tato opatření využívají ve velké míře zeleň a mohou tak být kvalitní součástí veřejného prostoru. Vedle primární funkce nabízí také rekreační a sociální aspekt.

Dešťová zahrada

je mírná terénní prohlubeň, kam stéká voda z okolí (z trávníků, střech, chodníků a jiných zpevněných ploch). Jsou v ní vysázeny vybrané rostliny, jejichž kořenový systém slouží jako filtr a napomáhá zadržovat vodu, čímž zabezpečuje její výpar.



Västra Hamnen - Malmö, Švédsko

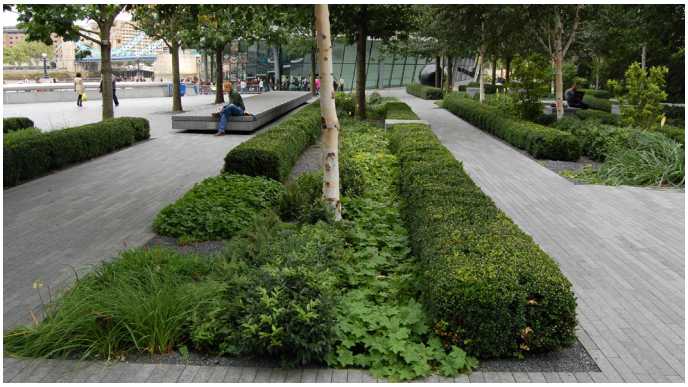
Filtrační funkce je velmi důležitá (má vysokou schopnost absorbovat kontaminanty).
Zadržení vody přispívá ke zvýšení retenční schopnosti krajiny a jako ochrana před vznikem lokálních povodní. Voda, která se odpařuje z dešťových zahrad ochlazuje vzduch, a tím zlepšuje mikroklima ve svém okolí.
Vodní hladina se v dešťové zahradě udrží jen několik hodin po dešti, takže neumožňuje např. vývin komárů.

Vyspádování komunikací do zeleně

Voda z komunikací (chodníky, cyklostezky, méně frekventované silnice a parkoviště) se odvádí přímo do zeleně nebo zasakovacích pásů. Při vhodné skladbě podkladu se voda sedimentací předčistí.



Portland - USA



Londýn, UK - infiltrační plochy v úrovni dlažby

PŘÍRODNÍ OPATŘENÍ (S VYUŽITÍM EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB)

ZADRŽOVÁNÍ A ZASAKOVÁNÍ DEŠŤOVÉ VODY

Pokud je možné využít větší plochy, jsou vhodnými protipovodňovými opatřeními suché nebo polosuché poldry. Podél komunikací je vhodné umístit tzv. bioswales, které odvádí a filtrují povrchovou vodu.

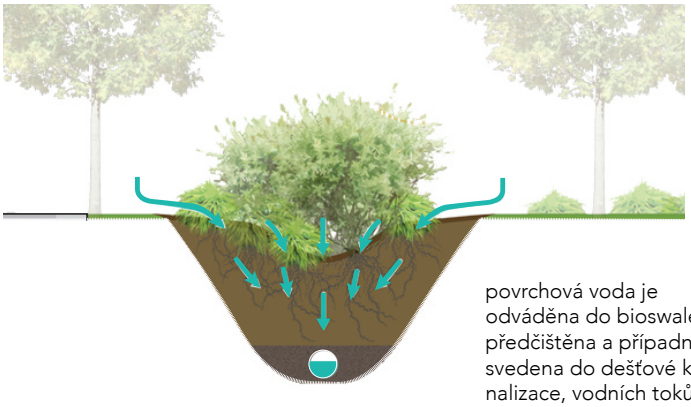
Bioswales

Vyspádované větší plochy osázené zelení, které umožňují odvedení, zasakování a filtraci dešťové vody (často doplněny drenáží). Využívají se u větších ploch - školní hřiště, parkovací plochy nebo velké křižovatky, příp. podél komunikací. Mohou efektivně chránit vodní toky před znečištěnou povrchovou vodou (splach z komunikací)



Portland - USA

princip bioswale:



povrchová voda je odváděna do bioswale, předčištěna a případně svedena do dešťové kanalizace, vodních toků a jiných ploch

Suché (polosuché) poldry

Snížené plochy, které umožňují zasakování vody v případě povodňového rizika. Za běžné situace v nich není voda vůbec (suché) nebo jen částečně (polosuché). Poldry mají většinou ve spodní části odtok, který se dá regulovat. Využití na velkých plochách , na krajích měst nebo v krajině.



revitalizovaný suchý poldr Číhadla, Praha zdroj:www.prahazelena.cz

Poldr Čihadla je největší hydro-ekologický projekt v Praze. Nachází se v přírodním parku Klánovice-Číhadla, blízko revitalizovaného koryta řeky Rokytky. Poldr je součástí protipovodňové ochrany (při povodních se cíleně zatopí). Mimo povodně je součástí turistické oblasti (stezky, inf. tabule, můstky,..)

PŘÍRODNÍ OPATŘENÍ (S VYUŽITÍM EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB)

MĚSTSKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ / KOMUNITNÍ ZAHRADY

Populární trend, který se rozšířil z velkých měst, kde se rozsáhlé střešní plochy začaly měnit v atraktivní zahrady a později některé z nich v drobné zahrádky a políčka. Např. v NY nabízí farmářské produkty ze střech domů místním restauracím sídlícím jen o několik pater níže.

Komunitní zahrady

Komunitní zahrady se postupně rozšiřují i v ČR. Např. v Praze je přes 20 takových projektů (Zahrada Kuchyňka v Troji, Prazelenina v Holešovicích, Na Smetance - Vinohrady, atd.).

Z hlediska adaptací mají zahrady vliv na retenci vody, stínění, ovlivňování lokálního mikroklimatu a zvyšování biodiverzity.
Vedle ekologických aspektů je důležitý také sociální. Zahrady slouží jako místo k setkávání lidí a různým sociálním aktivitám. Vyvažují tak anonymní prostředí některých částí měst.



Komunitní zahrada Kuchyňka - Praha, Troja

Zajímavým projektem je komunitní panelový dům v pražských Hodkovičkách , kde komunitní zahrada navazuje na společné prostory panelového domu (spol. místnost, herna, sauna,..) a vytváří tak kvalitní zázemí pro obyvatele domu.

pozn:

V hustě zastavěných místech je městské zahradničení (např. na střechách domů) spojeno jak s produkcí potravin, tak se zvýšením tepelné pohody budov a jejich okolí.

Strategie pro město Vancouver ukazuje, že pokud by se polovina volných střech ve městě použila pro zemědělství, mohlo by to generovat 4% potravin pro 10 000 obyvatel (pokud by se použil hydroponní systém, výtěžek by byl až 60%)

Městské zemědělství

Koncept městského zemědělství byl využit k transformaci a revitalizaci tzv. vyloučených lokalit v Dánsku v rámci architektonické soutěže Nordic Build Challenge.

Monofunkční plochy mezi panelovými domy (trávník) byly nově navrženy jako částečně společné (parky a jezero) a částečně soukromé (zahrádky jednotlivých bytů).



Nordic Build Challenge - původní stav



Nordic Build Challege - návrh revitalizace - využití městského zemědělství
autoři návrhu: FORA+Beth Hughes,Raul Moura, Tudor Vasiliu

PŘÍRODNÍ OPATŘENÍ (S VYUŽITÍM EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB)

DOČASNÉ KONVERZE ZPEVNĚNÝCH PLOCH (INSTALACE)

Dočasné konverze se využívají zejména v případech, kdy není možné zpevněné plochy zrušit nebo přestavět (historická centra měst, komunikace, velké plochy, atd.). Dočasné instalace mají kromě klimatické funkce také pozitivní vliv na vnímaní obyvatel (rychlá realizace + přímý dopad na uživatele)

Parklet

Jeden z nejlepších příkladů realizace dočasných staveb je tzv. Parklet původem ze San Francisca. V centrum města byl akutní nedostatek veřejných prostor, většina komunikací byla rozdělena na pruhy pro automobily, parkování a chodníky.

Parklet vznikl původně jako občanská iniciativa, kdy obyvatelé města chtěli změnit svoje okolí. Zaplatili tedy parkování a místo auta umístili na parkovací stání mobilní park s lavičkami a zelení.





Parklet - Vancouver

Tato místa byla přístupná veřejnosti a mohli je využít i místní podniky jako předzahrádky.
Iniciativa měla široký dopad a Parklet se v různých formách využívá k dočasným záborům, instalacím a výstavám po celém světě.

Eco Boulevard

Jedná se o sociální a environmentální experiment. Instalace měla aktivovat nefunkční veřejný prostor a zároveň pozitivně ovlivnit okolní mikroklima.

Rostliny použité v projektu jsou schopny evapotranspirací ochladit své okolí až o 10°C (v závislosti na vlhkosti a teplotě vzduchu). Systém se aktivuje při teplotách vyšších než 27°C (nejúčinnější je při vysokých teplotách a nízké vlhkosti vzduchu - typické pro madridské léto).



Eco Boulevard - Madrid, autor: Ecosistema Urbano, E



Eco Boulevard je navržen jako dočasná instalace. Součástí projektu je také výsadba zeleně, která však bude mít zásadní vliv na mikroklima až doroste potřebné velikosti a rozsahu. Po uplynutí této doby budou chladící věže rozmontovány a dají se použít v jiné lokalitě.

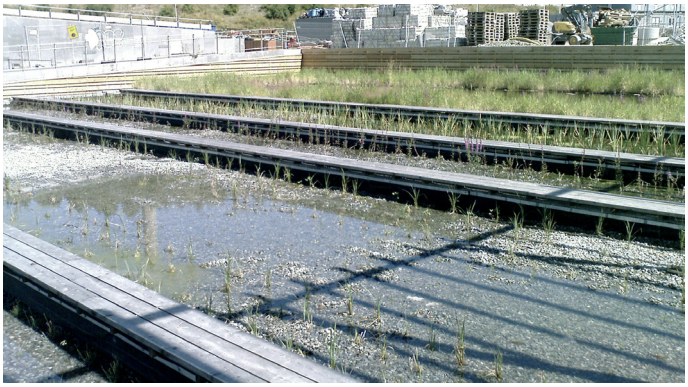
PŘÍRODNÍ OPATŘENÍ (S VYUŽITÍM EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB)

FILTRACE POVRCHOVÉ VODY

Povrchová voda (tající sníh) z komunikací může obsahovat znečištění (např. těžké kovy, oleje, atd.), které mohou při splachu ohrozit vodní toky. Při použití oddělené kanalizace je nutné vodu před zasakováním nebo odvedením do vodních toků pomocí filtrace a sedimentace předčistit.

Filtrační (sedimentační) nádrž

Povrchová voda z frekventovaných komunikací v ekologické čtvrti Hammarby Sjöstad se odvádí do nádrže, kde se voda filtruje pomocí rostlin a obsažené nečistoty sedimentují. Voda projde samospádem přes několik komor a poté se odvádí zpět do přilehlého jezera. Nádrž je situovaná v těsné blízkosti mola a je tak součástí veřejného prostoru.



Filtrační nádrž - Hammarby Sjöstad, Stockholm - Švédsko



Molo - Hammarby Sjöstad, Stockholm - Švédsko

Biofiltr

Bývá součástí zasakovacích pásů nebo dešťových zahrádek. Jedná se o technologii, která čistí vodu pomocí biologických procesů, kdy např. rostliny zachytávají a odbourávají nečistoty obsažené ve vodě.



Biofiltr - součást systému odvodu dešť. vody (zdroj: Tengbom AB)

pozn.

Na principu biologického filtru je také založena konstrukce bioswales. Vodní toky ve městech může kontaminovat povrchová voda z komunikací a tající sníh. Proto je vhodné mezi vodní plochu a komunikaci umístit bioswale, která povrchovou vodu dostatečně předčistí.

PŘÍRODNÍ OPATŘENÍ (S VYUŽITÍM EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB)

MOKŘADY

Za mokřady se označují přírodní biotopy, které ke své funkci potřebují stálou vodní hladinu (příp. vysokou hladinu podzemní vody). Kvůli nízkému hospodářskému užitku se mokřady dříve vysoušely (zavážely) a kultivovaly na zemědělsky produktivní půdu. Mokřady mají vysokou biodiverzitu (vodní i suchozemské organismy) a významně ovlivňují vodní režim v krajině. Mokřady velmi efektivně zadržují vodu a poté ji postupně do svého okolí uvolňují . Z těchto důvodů dochází k jejich postupnému obnovování (podobně i k revitalizaci řek).

Vatnsmýri - obnova mokřadu, Reykjavík, Island

Původně rozsáhlý mokřad, byl na konci 19. stol. z části vysušen pro zemědělské a stavební účely. V 90-tých letech bylo na základě průzkumu zjištěno, že se jedná o významnou zásobárnu vody. Od r. 1995 chráněn a postupně obnovován a částečně otevřen turistům.



Mokřad v Toulcově dvoře, Praha

Toulcův dvůr je centrum ekologické výchovy v pražské Hostivaři. Ke dvoru náleží přírodní areál o rozloze 10ha, jehož součástí je také mokřad, který je nedaleko koryta Botiče.
Mokřad je cenným biotopem a má velkou schopnost retence vody (od r. 2010 se voda drží v mokřadu po celý rok).



Mokřad v Toulcově dvoře (zdroj: www.toulcuvdvur.cz)

pozn.

mokřad o ploše 10 m2 dokáže zachytit až 9000 m3 vody

mokřady jsou chráněny mezinárodní iniciativou -
Ramsarská úmluva o mokřadech

více o mokřadech + online mapa mokřadů v ČR na:
http://mokrady.ochranaprirody.cz/mapa/

PŘÍRODNÍ OPATŘENÍ (S VYUŽITÍM EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB)

REVITALIZACE VODNÍCH TOKŮ

Některé vodní toky byly dříve upravovány nevhodným způsobem (narovnání toků, vybetonování koryt, apod.). Tyto úpravy měly dopad na biologickou rozmanitost a hlavně se negativně projevily při povodních. V současné době se řada těchto toků revitalizuje do původních podob meandrujících řek, které jsou schopny zpomalit, příp. zadržet větší množství vody, zvyšují biodiverzitu a nabízí rekreační potenciál.

Revitalizace Rokytky

V 70-tých letech byla část Rokytky a jejich přítoků napřímena a osazena polovegetačními tvárnicemi. Od r. 2008 dochází k postupné revitalizaci, kdy byla vytvořena nová přírodě blízká koryta spolu se soustavou tůní. Revitalizace probíhá postupně v několika úsecích. Úsek v Hloubětíne nabízí jak prvky zvyšující ekologickou hodnotu, tak rekreační prvky.



úsek Rokytky v Hloubětíně - nárazová stěna umožňuje také hnízdění ledňáčků zdroj: http://strednicechy.ochranaprirody.cz/



zdroj: http://strednicechy.ochranaprirody.cz/

Společně s Rokytkou byl revitalizován také přilehlý Svépravický potok. Dno potoka bylo navýšeno až o 1,5 m a bylo vymodelováno nové klikatící se koryto.

Revitalizace řeky Isar (Mnichov, Německo)

Původní podoba řeky byla značně narušena výstavbou umělých protipovodňových prkvů, kanalizováním a odvodem vody do hydroelektráren. V důsledku těchto zásahů byla až do 90.let část řeky po většinu roku bez vody. Revitalizace se soustředila na uvedení Isaru do původní podoby alpské řeky.



řeka Isar *zdroj: arnika.org*

V roce 2005 revitalizovaný tok ochránil Mnichov před následky povodně (hladina zvýšena až o 5m). Součástí úprav bylo zploštění břehů a rozšíření místy až na dvojnásobek (ze 45m na 90m).

PŘÍRODNÍ OPATŘENÍ (S VYUŽITÍM EKOSYSTÉMOVÝCH SLUŽEB)

VÝSADBA ZELENĚ

Výsadba zeleně (zejména stromů) ve městech se často dostává do konfliktu s rozvojem další infrastruktury a sítí. Dostatečné množství zeleně je zásadní pro správné mikroklima ve městě. Stromy stíní své okolí a jsou schopny zadržovat (a poté do okolí uvolňovat) vodu. Vzrostlý strom dokáže odpařit 100 - 400l za den a tím ochladit své okolí výkonem 20-30kW. Funguje tedy jako přírodní klimatizace. Stromy dále filtrují vzduch, zachycují polétavý prach a přízemní ozon a vytváří kyslík. Ve městech také plní protihlukovou funkci a jsou důležitým biotopem.

Pro správný rozvoj kořenů je nutné zajistit dostatečný prostor a také kvalitní zeminu, která obsahuje potřebné množství vzduchu, vody a živin. Ve městech se půda většinou hutní jako podklad pro stavbu infrastruktury.
Kořeny stromů jsou často nuceny hledat alternativní cesty ke svému růstu a mohou tak narušit konstrukce okolní infrastruktury.

Při výsadbě stromů je vhodné použít např. strukturální substráty nebo různé modulární systémy, které zajistí potřebný růst kořenového systému

Skelettjord

je technologie výsadby využívaná např. ve Švédsku. Zajišťuje potřebnou pevnost zeminy pro výstavbu infrastruktury a zároveň umožňuje rozvoj kořenového systému stromů. Základem je hutněný makadam větší frakce (100-150mm) do kterého je tlakem aplikována zemina v několika vrstvách (v poměru cca 1m3 makadamu = 0,25m3 zeminy).



skelettjord - vyztužená zemina *zdroj: klimatanpassning.se*

Modulární systémy

Systém vyrobený z recyklovaných polymerů. Stejně jako skelettjord zajišťuje potřebnou pevnost pro infrastrukturu a také prostor pro rozvoj kořenů. Výhodou je rychlá výstavba a poměrně nízké náklady.



systém StrataCell *zdroj: greenblue.com*

- až 90% objemu je možno vyplnit zeminou
- systém umožňuje dostatečně velké průchody pro instalace
- moduly se vyrábí v různých únosnostech
- vyrobeno z recyklovaného polypropylenu
- není potřeba spojovací materiál ani další výztuž

Seznam zdrojů a použité literatury

EU: EEA Report:
Urban adaptation to climate change in Europe 2016, Transforming cities in a changing climate
Urban adaptation to climate change in Europe, Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies

ŠVÉDSKO:
Växtbäddar - handbok för stadsträd i Stockholm / SWECO, Grontmij, 2007
Stockholm action plan for climate nad energy
C/O city - Indikatörer för ekosystemtjänster
klimatanpassning.se
stockholmstad.se
Ekostaden Augustenborg - on the way towards a sustainable neighbourhood

ČR: klimatickazmena.cz
urbanadapt.cz
Urbánní adaptace a ekosystémově založené přístupy - popis hlavních opatření a příklady úspěšných adaptací
Blanka Loučková, Eliška Krkoška Lorencová, 2015
Od Zranitelnosti k resilienci - Adaptace venkovských sídel na změnu klimatu
http://www.zelenestrechy.info
www.mzp.cz (http://www.mzp.cz/cz/ramsarska_umluva_o_mokradech)
Agentura ochrany přírody ČR
www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/horke-vlny-zdravi-14.8.2015/

DÁNSKO:
Copenhagen Climate Adaptation Plan
The City of Copenhagen Cloudburst Management Plan

USA: http://pavementtoparks.org

ŠPANĚLSKO:
http://ecosistemaurbano.com/portfolio/eco-boulevard/

OSTATNÍ:
Ruaf foundation: POLICY BRIEF - Urban agriculture as a climate change strategy
Urban Green Spaces: A Brief for Action - WHO