

**Interreg
Danube Region**



Co-funded by
the European Union



Be Ready

Posouzení zranitelnosti a rizik městských tepelných ostrovů

Metodika s průvodcem pro aplikaci a nástroji

červen 2024

**Interreg
Danube Region**



Co-funded by
the European Union


Be Ready

Tato Metodika hodnocení zranitelnosti a městských tepelných ostrovů byla podpořena jako součást strategie *UrBan hEat islands REsilience, prepAreDness and mitigation (BeReady)*, projektu programu Interreg Danube Region spolufinancovaného Evropskou unií.

Hlavní autorský

tým Barbara Mušič

Bernhard Pucher

Eva Pauditšová

Maroš Finka

Milan Krstev

Přispívající autoři

Boštjan Cotič

Günter Langergraber

Marie Weilová

Matej Nikšič

Milan Randjelović

Marko Ljubenovič

Martin Šalkovič

Redakce recenzí

Sevdalina Voynova,

SDA Snezhina Gabova,

BISI

Technická podpora

Stela Nedjalková, SDA

Seznam zkratek

AC	Adaptivní kapacita
ADB	Dávky pro dospělé osoby se zdravotním postižením
AI	Umělá inteligence
BCR	Poměr krytí budov
BTUs	Britské tepelné jednotky
CCM	Řízení změny klimatu
CLC	Copernicus Land Cover
CORINE	Koordinace informací o životním prostředí
EEA	Evropská agentura pro životní prostředí
EER	Poměr energetické účinnosti
ESA	Evropská kosmická agentura
ESMERALDA	Zlepšení mapování ekosystémových služeb pro tvorbu politik a rozhodování
EU	Evropská unie
FAR	Poměr podlahové plochy
FSI	Index podlahové plochy
FSR	Poměr podlahové plochy
FUA	Funkční městské oblasti
GDPR	Obecné nařízení o ochraně osobních údajů
GIS	Geografický informační systém
IPCC	Mezivládní panel pro změnu klimatu
LIFE ASTI	Přizpůsobení života změně klimatu v městských oblastech
MODIS	Zobrazovací spektrometr se středním rozlišením
NASA	Národní úřad pro letectví a vesmír
NDVI	Normalizovaný rozdílový vegetační index
Nevládní organizace	Nevládní organizace
NSO	Národní prostorový řád Slovinska
SPN	Slovinská vyhláška o územním plánování
SRI	Index odrazivosti slunečního záření
UHI	Městský tepelný ostrov
UHIVRA	Posouzení zranitelnosti a rizik městských tepelných ostrovů
VI	Index zranitelnosti
WCRP	Světový program výzkumu klimatu

Seznam tabulek

Tabulka 1: Ukazatele pro hodnocení vlivu na materiály a UHI Tabulka 2: Popis typu povrchového materiálu
Tabulka 3: Popis stavu různých materiálů Tabulka 4: Kategorizace koeficientu albedo povrchů Tabulka 5: Tepelné vlastnosti materiálů
Tabulka 6: Povrchové teploty
Tabulka 7: Ukazatele pro hodnocení vybavení
Tabulka 8: Typ vybavení
Tabulka 9: Popis provozních hodin zařízení Tabulka 10: Výstup tepla - zařízení
Tabulka 11: Popis hustoty umístění
Tabulka 12: Určení blízkosti zařízení k citlivým oblastem Tabulka 13: Metody sběru údajů týkajících se materiálů a zařízení Tabulka 14: Ukazatele pro hodnocení indexu zranitelnosti
Tabulka 15: Vzorové otázky pro příběhovou mapu
Tabulka 16: Kategorizace důsledků
Tabulka 17: Hodnocení pravděpodobnosti výskytu hrozby

Seznam obrázků

Obrázek 1: Vliv charakteristik města na UHI
Obrázek 2: Popis kritérií pro identifikaci oblastí UHI Obrázek 3: Vzájemný vztah kritérií UHI pro města
Obrázek 4: Poměr zastoupení budov Obrázek 5: Poměr podlahové plochy
Obrázek 6: Vztah mezi FAR a BCR
Obrázek 7: Příklad mapování průměrného poměru pokrytí budov
Obrázek 8: Příklad mapování poměru podlahové plochy (FAR)
Obrázek 9: Rozdíly ve vzorcích proudění větru v městských kaňonech Obrázek 10: Mapování poměru stran na úrovni města
Obrázek 11: Poměr stran mapování Obrázek 12: Hustota stromového porostu
Obrázek 13: Mapa s různými poměry pokryvnosti stromového patra na úrovni vybraného území Obrázek 14: Vztah propustných a nepropustných povrchů
Obrázek 15: Hustota obyvatelstva v různých měřítkách
Obrázek 16: Hustota obyvatelstva (obyvatelé na kilometr čtvereční)
Obrázek 17: Mapa využití půdy
Obrázek 18: Využití půdy
Obrázek 19: Příklad vrstev hustoty zástavby, lidských aktivit, propustnosti, zelených ploch a vegetace a velikosti uličních kaňonů pro hodnocení oblastí ovlivněných UHI
Obrázek 20: Metodický rámec pro hodnocení indexu zranitelnosti Obrázek 21: Vztah adaptační kapacity k Rámci adaptační politiky (APF) Obrázek 22: Schéma rámce

hodnocení klimatických rizik (v rámci UHI)

Obsah

Úvod	7
OBEČNÉ SOUVISLOSTI	7
METODIKA HODNOCENÍ UHI V KONTEXTU PROJEKTU BE READY	7
POPIS METODIKY HODNOCENÍ RIZIK UHI	8
Metodika a nástroje	10
<i>Obecné údaje pro hodnocení UHI</i>	10
Městské klima	10
NÁSTROJ 1 - POSOUZENÍ EXPOZICE BUDOV A OKOLÍ	12
Cíl hodnotícího nástroje	12
<i>Kritéria a ukazatele pro identifikaci oblastí UHI</i>	13
Morfologie města/městská forma	14
Zelené městské oblasti a vodní plochy	14
Propustnost povrchů	15
Lidské činnosti	16
<i>Pokyny pro sběr dat pro nástroj 1</i>	16
Poměr pokrytí budov (BCR) a poměr podlahové plochy (FAR)	16
Poměr stran kaňonu na ulici	20
Pokrytí korunami stromů	22
Poměr pokrytí vodou	21
Poměr nepropustných povrchů	21
Hustota obyvatelstva	22
Využití půdy	24
Spotřeba energie v budovách	25
Spotřeba energie v dopravě	25
<i>Průvodce použitím nástrojů</i>	26
Pokyny pro mapování potenciálních oblastí UHI	26
NÁSTROJ 2 - CITLIVOST ZAŘÍZENÍ A MATERIÁLŮ	28
Cíl hodnotícího nástroje	28
<i>Kritéria a ukazatele pro identifikaci zařízení a materiálů, které mohou přispívat k UHI</i>	29
<i>Kritéria pro povrchové materiály</i>	29
<i>Kritéria a ukazatele pro zařízení vyzařující teplo</i>	32
<i>Sběr dat pro identifikaci materiálů a zařízení, které přispívají k UHI</i>	35
<i>Informace o poloze</i>	36
<i>Povrchové materiály</i>	36
<i>Zařízení vyzařující teplo</i>	36
<i>Průvodce použitím nástrojů</i>	38
NÁSTROJ 3 - ZRANITELNÉ SKUPINY	42
Cíl hodnotícího nástroje	42

Kritéria a ukazatele pro zranitelné skupiny	43
Index zranitelnosti	46
Stanovení indexových vah	47
Sběr dat	47
Nedostatky v údajích a zapojení komunity	48
Základní údaje	48
Další údaje	49
Mapování příběhu	49
<i>Průvodce použitím nástrojů</i>	49
Průvodce krok za krokem pro posouzení zranitelnosti	49
Mapa příběhu	52
NÁSTROJ 4 - PŘIPRAVENOST A ADAPTAČNÍ KAPACITA MĚST A OBCÍ	53
Cíl hodnotícího nástroje	53
Jak posoudit připravenost a adaptační kapacitu	54
Určení adaptivní kapacity	56
Kritéria a ukazatele pro hodnocení připravenosti a adaptační kapacity na místní a regionální úrovni. úroveň	56
Sběr dat a zdroje dat pro posouzení adaptační kapacity	58
Příklady metod sběru dat	58
<i>Průvodce použitím nástrojů</i>	59
Odkazy	63
<i>Příloha 1</i>	67
GLOSÁŘ K HODNOCENÍ RIZIK UHI	67

Úvod

OBECNÉ SOUVISLOSTI

Efekt městského tepelného ostrova (UHI) představuje rostoucí hrozbu pro obyvatelnost městského prostředí. S prohlubující se klimatickou krizí se problém UHI stále více dotýká nejen center měst, ale i celé řady zastavěných oblastí za jejich hranicemi. Patří mezi ně průmyslové zóny, příměstské nákupní komplexy a vesnice, což poukazuje na rozsáhlý dopad tohoto jevu. Řešení problému UHI efektu má zásadní význam pro zajištění udržitelnosti a pohodlí všech obydlených oblastí v souvislosti s probíhající změnou klimatu. Když se tedy v tomto dokumentu hovoří o UHI, bere se v úvahu celý rozsah zastavěných oblastí, které jsou vznikem UHI ovlivněny.

K UHI dochází, když městské prostředí zachycuje a zadržuje více tepla než okolní příměstské nebo přírodní oblasti. Hustá koncentrace budov, silnic a dalších staveb pohlcuje a opětovně vyzařuje sluneční a tepelnou energii účinněji než přírodní krajina, což vede k vyšším teplotám v městských oblastech ve srovnání s jejich okolím. Tyto lokální ohniska horka se nejvíce vyskytují v částech měst s vysokou hustotou zástavby a nedostatkem modré nebo zelené infrastruktury, zejména v létě a při vlnách veder. Ke vzniku UHI přispívá několik faktorů, včetně rozšiřování zastavěných ploch, které nahrazují přírodní povrchy strukturami pohlcujícími teplo, rozdílu v geometrii struktury osídlení, které ovlivňují proudění větru a pohlcování slunečního tepla, vlastností stavebních materiálů a povrchů (barva, albedo atd.) ovlivňujících zadržování tepla a geografických vlastností okolní krajiny ovlivňujících místní průběh počasí, zejména ve městech nacházejících se v pánevních oblastech, kde je omezeno proudění vzduchu (Zhao et al., 2014; Nuruzzaman 2015).

Klíčovými přístupy se staly hodnocení rizik a zranitelnosti, které se týkají procesu hodnocení potenciálních dopadů a zranitelnosti městských oblastí. Hodnocení rizik UHI zahrnuje identifikaci a studium různých faktorů, které způsobují, že se městské oblasti stávají teplejšími než jejich okolí. Zabývá se také tím, jak teplo ovlivňuje zdraví lidí, infrastrukturu, jako jsou budovy a silnice, přírodní ekosystémy a celkové městské prostředí. Posouzení zranitelnosti určuje ohrožené skupiny obyvatel (např. starší osoby, děti, domácnosti s nízkými příjmy), zranitelnost infrastruktury vůči tepelnému stresu a extrémním teplotám a také adaptační kapacitu komunit a institucí přizpůsobit se UHI a vyrovnat se s ní (Sidiqui et al., 2022; Cheng et al., 2021).

METODIKA HODNOCENÍ UHI V KONTEXTU PROJEKTU BE READY

Tento dokument představuje dokument D1.1.1, Metodika hodnocení zranitelnosti a rizik městských tepelných ostrovů. Tento výstup poskytuje celkový rámec pro hodnocení rizik UHI na úrovni měst; je prvním krokem v řadě činností plánovaných v rámci projektu s cílem připravit partnerská města na provádění jejich místních pilotních projektů a testování vybraného zeleného akupunkturního opatření ke zmírnění účinků UHI.

Metodika hodnocení UHI připravuje půdu pro místní semináře se zúčastněnými stranami a odborníky na UHI v každém partnerském městě, které usnadní sdílení poznatků o příčinách a účincích UHI, vytváření prediktivních scénářů a simulací pro řešení UHI. Každé partnerské město provede posouzení rizik UHI, přičemž otestuje společnou metodiku a nástroje vyvinuté pro 4 prvky zranitelnosti: expozici, citlivost, připravenost a adaptační kapacitu a skupiny rizik. Metodika a vlastní hodnocení UHI na úrovni měst povede k jednomu z klíčových výstupů projektu BeReady, a to k online souboru nástrojů pro hodnocení zranitelnosti UHI pro města, což je nástroj s otevřeným přístupem, který umožní dalším městům provádět řízené hodnocení rizik UHI a také požádat partnery projektu o metodickou pomoc a mentoring. Základní prvky metodiky budou začleněny do virtuálního školicího programu BeReady, jehož cílem je poskytnout znalosti a dovednosti odborníkům na úrovni měst v oblasti UHI.

Metodika a nástroje poslouží také jako základ pro vývoj a přijetí společného strategického rámce pro zvýšení odolnosti měst v Podunají vůči vlivům UHI. Společný rámec bude mít složky zaměřené na hodnocení rizik, prevenci, adaptační mechanismy (včetně navrhovaných akupunktorních strategií) a snižování škod (což přispívá k záchraně životů a snižování škod na životním prostředí, hospodářství a vybudované infrastruktuře). Tento rámec bude sloužit partnerským městům jako plán pro vypracování jejich akčních plánů na zmírnění dopadů změny klimatu na úrovni.

POPIS METODIKY HODNOCENÍ RIZIK UHI

Cílem výstupu je řešit nedostatek standardizovaného sběru dat, dostupnosti dat a metodik pro hodnocení a mapování rizik UHI. Tím se odstraní nedostatky, včetně nedostatečného povědomí o obsahu a potřebných kapacitách pro hodnocení rizik a zranitelnosti a jeho praktického významu pro opatření ke zmírnění UHI. Efektivní hodnocení a mapování je zásadní pro rozvoj strategií snižování rizik UHI a pro informované rozhodování.

Vzhledem k naléhavosti a novosti této problematiky se projekt BeReady zaměřuje na poskytování praktických řešení pro obce různých velikostí, včetně ucelených informací založených na vědeckých poznatcích a způsobů hodnocení rizik na základě dostupnosti údajů. Města potřebují lépe porozumět faktorům, které jsou příčinou vln horka a účinků UHI, a také rozsahu svého vystavení riziku, včetně zranitelných skupin obyvatelstva a kritické infrastruktury.

Práce vychází z nejnovější literatury (např. Leconte et al., [2015](#); Cheng et al., 2021; [Ellena et al., 2023](#); Lauwaet et al., [2024](#)) a zahrnuje poznatky z dokončených nebo běžících projektů s cennými poznatky o hodnocení rizik a zranitelnosti UHI. V dokumentu "[Městské tepelné ostrovy - strategický plán pro Vídeň](#)" byla identifikována účinná urbanistická opatření ke snížení účinků UHI prostřednictvím integrace městské ekologie. Projekt "[CLIMABOROUGH](#)" poskytl informace pro klimatickou neutralitu a zahrnující zmírnění UHI. Iniciativa Světové banky "[Program odolnosti měst](#)" podpořila plánování odolnosti a strategie UHI. [Projekt "LIFE ASTI"](#) vyvinul městskou adaptační strategii a systém předpovědí pro účinky UHI. [Projekt "Cool Towns"](#) upozornil na dopady tepelného stresu a vyvinul lokální řešení pro zmírnění UHI. [Projekt CCM Climactions](#) zlepšil znalostní základnu pro provádění hodnocení rizik UHI v mikroměřítku tím, že se zabýval vazbou mezi teplem a zdravím ve městech. V rámci projektu [ESMERALDA](#) byla vyvinuta metodika založená na GIS, která představuje výpočet mapy s velmi vysokým rozlišením (10 m) pro

průměrnou situaci městského tepelného ostrova ve velkých regionech, přičemž zohledňuje chladičí účinek zelené/modré infrastruktury.

Interreg
Danube Region



Co-funded by
the European Union


Be Ready

Před vypracováním dokumentu byla provedena analýza potřeb partnerských měst prostřednictvím online dotazníku. Z výsledků vyplynulo, že strategické plánování řešení problematiky UHI je obecně nedostatečné (například pouze 38 % měst má v současné době plány přímo zaměřené na tuto problematiku). Města také odpověděla, že neshromažďují relevantní údaje nebo k nim nemají přístup; že nemají vyčleněné rozpočty na řešení dopadů souvisejících s UHI atd. Pokud jde o motivaci k posílení kapacit měst pro řešení UHI, téměř 70 % uvádí potřebu přizpůsobení se klimatu a jeho zmírnění, obavy o veřejné zdraví, připravenost na katastrofy a úspory energie. Města také uvádějí, že by potřebovala odbornou pomoc při shromažďování, analýze a využívání údajů pro formulaci politik. Podklady od partnerů z měst sloužily jako východisko pro vědecké a metodické partnery při vývoji metodiky a nástrojů sebehodnocení.

Tento dokument poskytuje přehled společných metodik a nástrojů pro hodnocení zranitelnosti a mapování městských zón s nejvyšší intenzitou efektu městského tepelného ostrova. Tento přehled nemá ambice být příručkou pro provádění hodnocení rizik a zranitelnosti, protože složitost problému a specifika v jednotlivých městech/obcích/regionech neumožňují jednoduchou implementaci celkové metodiky. Vyžadují odborné kapacity mezioborových týmů, které metodiku přizpůsobí, zvolí vhodnou kombinaci přístupů a nástrojů odrážejících specifika místa, dostupnost dat, cenovou dostupnost prostředků a čas na posouzení jako pevný a účinný základ pro důkazy a místně orientované strategie při řešení UHI v každé lokalitě.

Dodávka D1.1.1 obsahuje čtyři nástroje k provedení posouzení zranitelnosti UHI pro obec nebo město. Tyto nástroje zahrnují:

- **Expozice budov a okolí**
- **Citlivost zařízení a materiálu**
- **Rizikové skupiny mezi obyvateli města**
- **Připravenost a adaptační kapacita měst/obcí**

Každý nástroj je popsán jako součást metodického rámce pro hodnocení, které má být provedeno v partnerských městech, a poskytuje postupný návod pro jeho použití. Důraz je tak kladen na praktickou použitelnost pro obce různých velikostí. Každý jednotlivý nástroj lze použít i samostatně. Součástí je průvodce krok za krokem, který poskytuje návod k postupu hodnocení jednotlivých nástrojů.

Metodika a nástroje

Obecné údaje pro hodnocení UHI

Následující čtyři metodiky a nástroje poskytují konkrétní informace o hodnocení (i) expozice budov a okolí, (ii) citlivosti zařízení a materiálu, (iii) podílu rizikových skupin mezi obyvateli a (iv) připravenosti a adaptační schopnosti měst/obcí. Důležité je, že obecné údaje o městském klimatu jsou potřebné pro více než jedno hodnocení a jsou uvedeny níže.

Městské klima

Městské klima se týká klimatických podmínek v urbanizovaných oblastech. Klimatické podmínky ve městech ovlivňují různé lidské činnosti, nepropustné povrchy a zeměpisná poloha s přírodním prostředím.

Poloha a geografie okolní přírodní krajiny města výrazně ovlivňují povětrnostní podmínky ve městech. Hory brání větru v přístupu k městům a ovlivňují klimatické podmínky ve městech, zejména v údolích nebo kotlinách, zatímco vítr může snadno dosáhnout měst nacházejících se v rovinatých oblastech, což snižuje teplo ve městech a zabraňuje efektu UHI. Slunečné, teplé a bezvětrné povětrnostní podmínky zvyšují městskou teplotu zastavěných oblastí ve městech a minimalizují snižování nadměrného tepla ve vnitřních městech, zatímco na druhé straně větrné a oblačné počasí potlačuje účinky UHI.

Metody hodnocení rizik a zranitelnosti, které poskytují čtyři nástroje v následujících kapitolách, poskytují podrobné informace o konkrétních ukazatelích a potřebných souborech dat. K popisu a hodnocení oblastí s výskytem UHI je zapotřebí obecný soubor dat a monitorování. Každý z nich hraje zásadní roli při vzniku, intenzitě a zmírňování UHI. Tento soubor dat musí zahrnovat následující parametry: (1) teplota vzduchu, (2) teplota povrchu, (3) sluneční záření, (4) vlhkost, (5) rychlost a směr větru, (6) srážky.

Hlavními zdroji dat pro měření teploty v různých částech města jsou místní klimatická data z meteorologických stanic a dálkových senzorů (např. data Landsat, Copernicus Climate Change Service, EOS-Aqua-MODIS V5). K určení nejteplejších míst ve městech lze stejně jako ostatní zdroje dat využít také občanskou vědu. Úplný příklad pro identifikaci UHI lze nalézt v práci Peng et al. (2011).

(1) Teplota vzduchu

Teplota vzduchu je klíčovým parametrem pro efekt UHI. Ve městech může být teplota vzduchu mnohem vyšší kvůli koncentraci budov, silnic a dalších struktur, které zadržují teplo. Porovnání údajů o teplotě vzduchu z městských a venkovských oblastí pomáhá určit rozdíl teplot a posoudit efekt UHI.

Údaje o teplotě vzduchu se obvykle měří pomocí meteorologických stanic v různých částech města, pomocí mobilních teplotních čidel, která měří na konkrétních místech, aby se zaplnily mezery v údajích, nebo provádějí měření v určitou dobu a mohou být zjišťovány pomocí občanské vědy včetně osobních souborů dat od obyvatel. Na základě definice UHI je klíčové stanovit soubor dat také ve venkovských oblastech v okolí města a ve více částech města. Vzhledem k tomu, že negativní účinky na člověka přicházejí i v nočních hodinách, je nejen důležité, ale i naléhavé mít k dispozici nejen denní, ale i noční údaje, což podtrhuje kritickou povahu našeho výzkumu.

(2) Povrchová teplota

Povrchová teplota nám pomáhá zjistit, kolik tepla absorbují různé materiály. Měření infračervenou kamerou lze provádět pomocí satelitů, dronů a ručních zařízení. Městské povrchy, jako je asfalt a beton, mají tendenci absorbovat více tepla přes den a pomalu ho uvolňovat v noci. Tato data pomáhají identifikovat horká místa ve městě a vyhodnotit řešení, jako jsou zelené střechy a reflexní dlažba.

(3) Sluneční záření

Sluneční záření je hlavním zdrojem tepla v městských oblastech. Měří se pomocí pyranometrů, které udávají množství sluneční energie dopadající na povrch. Městské materiály toto záření pohlcují a odrážejí, což ovlivňuje teplotu povrchu a vzduchu. Pochopení vzorců slunečního záření pomáhá identifikovat oblasti s vysokou akumulací tepla a vyvinout strategie zastínění pro snížení absorpce tepla.

(4) Vlhkost

Vlhkost vzduchu vyjadřuje množství vodní páry přítomné ve vzduchu. Ovlivňuje tepelnou pohodu a celkovou tepelnou bilanci prostředí. Vysoká vlhkost vzduchu způsobuje pocit vyšší teploty a zvyšuje vnímanou teplotu. Vlhkost se obvykle měří pomocí vlhkoměru, který může být součástí meteorologické stanice nebo samostatného přenosného zařízení. Vlhkoměry měří relativní vlhkost vzduchu, která udává procento vlhkosti ve vzduchu vzhledem k maximálnímu množství, které je schopen pojmout při dané teplotě.

(5) Rychlost a směr větru

Rychlost a směr větru jsou klíčovými parametry pro přenos tepla a znečišťujících látek. Rychlost větru udává, jak rychle se vzduch pohybuje, zatímco směr větru udává vektor větru. Společně ovlivňují chladič účinek a větrání oblasti. Tyto parametry se obvykle měří pomocí anemometrů, které jsou často součástí meteorologických stanic.

(6) Srážky

Srážky ovlivňují ochlazování povrchů a celkovou tepelnou bilanci. Déšť může dočasně ochladit povrchy i vzduch, a zmírnit tak efekt UHI. Údaje o intenzitě, trvání a četnosti srážek se shromažďují pomocí srážkoměrů a meteorologických radarů. Znalosti o minulých srážkových událostech podporují plánování sběru dešťové vody a jejího opětovného využití pro zavlažování zelené infrastruktury za účelem zmírnění UHI.

V následujících kapitolách je podrobněji popsán každý ze čtyř nástrojů navržených pro usnadnění hodnocení zranitelnosti a rizik UHI ve městě. Každý oddíl obsahuje obecný úvod k příslušnému nástroji, související soubory dat potřebné pro posouzení rizik a také vzorové kontrolní seznamy, které mají urbanistům a odborníkům pomoci při provádění posouzení.

NÁSTROJ 1 - POSOUZENÍ EXPOZICE BUDOV A OKOLÍ

Cíl hodnotícího nástroje

Rozšiřování zastavěných oblastí a urbanizační procesy mají velký vliv na negativní účinky UHI ve městech, obcích a dokonce i v regionech (zejména v metropolitních oblastech). UHI je mikroklimatický jev, při kterém zastavěné území (městské oblasti: města) zadržuje více tepla ve srovnání s jeho přirozeným okolím (venkovské oblasti). K UHI dochází, když jsou v zastavěných městských oblastech vyšší teploty než v jejich přirozeném okolí. To znamená, že města s největší koncentrací zastavěných ploch jsou v důsledku kombinace fyzikálních a funkčních faktorů nejvíce vystavena účinkům UHI (obr. 1).



Obrázek 23: Vliv charakteristik města na UHI

Fyzický aspekt souvisí s urbanistickou formou a tvarem města, designem a organizací stavebních struktur, vztahem mezi zastavěnými plochami a volnými prostranstvími ve městech, hustotou a výškou budov, úrovní vegetace, zatímco funkční aspekt souvisí s organizací lidských aktivit ve městech.

Každé město je jedinečné. Neexistuje jednotné řešení, které by řešilo problém UHI ve všech městech. Města se liší geografickými charakteristikami, topografií, klimatickými podmínkami, urbanizačními procesy, formou a hustotou zástavby, organizací činností atd., což způsobuje různé podmínky pro účinky UHI. Vzhledem k tomu, že urbanizační procesy a rozšiřování měst mění povrch půdy na městské prostředí, zvyšují úroveň nebo hustotu zástavby, nepropustné povrchy atd. je třeba identifikovat nejkritičtější faktory městských oblastí vystavených negativním účinkům UHI.

Pro zmírnění negativních účinků UHI musí města nejprve určit oblasti, které jsou negativním účinkům UHI nejvíce vystaveny. Mapování zón pomůže městům zaměřit jejich činnost, vypracovat řešení, strategie a opatření přizpůsobená fyzickým a funkčním specifikům dané lokality, aby mohla úspěšně řešit problémy spojené s UHI.

Hlavním cílem nástroje je provést posouzení zranitelnosti a zmapování kritických zón jako "horkých míst" s nejvyšší intenzitou UHI na úrovni celého města. Budovy s okolím jsou hlavními prvky expozičního aspektu zranitelnými vůči negativním účinkům UHI. Kromě posouzení fyzických charakteristik měst s budovami a dalšími zastavěnými plochami je důležité identifikovat také funkční charakteristiky měst. Vedlejším účinkem lidské činnosti je teplo jako další zdroj přispívající k účinkům UHI, které může být zachyceno mezi budovami a zvyšovat teplotu městských povrchů a městského klimatu uvnitř měst zejména v letním období.

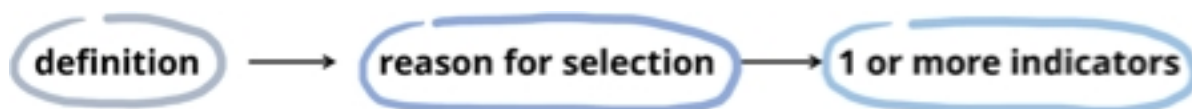
Kritéria a ukazatele pro identifikaci oblastí UHI

Hodnocení městského prostředí bude vycházet z následujících hlavních urbanistických kritérií:



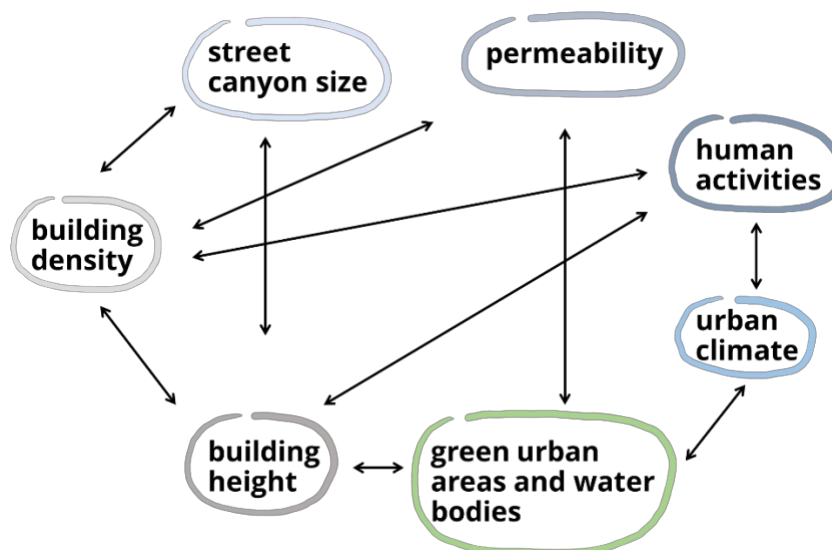
**morfologie/forma města, zelené
městské plochy a vodní plochy,
propustnost povrchů,
lidské činnosti,
městské klima.**

Každé kritérium je důkladně popsáno níže s ohledem na jeho potenciální dopad na UHI. Je uvedeno zdůvodnění výběru kritéria a definované ukazatele hodnocení. Každý ukazatel je popsán a pro měření těchto ukazatelů jsou navrženy pokyny pro sběr dat, včetně zdrojů dat (obr. 2).



Obrázek 24: Popis kritérií pro určení oblastí UHI

Při posuzování různých kritérií je důležité si uvědomit, že všechna kritéria jsou vzájemně propojena a mají na sebe různé dopady, což následně ovlivňuje efekt UHI (obrázek 25). Například vyšší hustota zástavby zmenšuje plochy zeleně a zároveň snižuje dostupnost propustných povrchů nebo zahušťování stavebních struktur ve městech zvyšuje lidské aktivity, což způsobuje vedlejší účinky související s teplem a v konečném důsledku přispívá ke zvýšení teplot v městském klimatu, což způsobuje efekt UHI.



Obrázek 25: Vzájemný vztah městských kritérií UHI

Morfologie města/městská forma

Morfologie a forma města se vztahují k prostorovým vzorcům městské krajiny tvořené různými městskými prvky. Forma zástavby, uspořádání budov a jejich vzájemné vztahy, vzory ulic a parcel jsou hlavními prvky městské morfologie a formy, které určují fyzické charakteristiky města.

Různé morfologické struktury s různými tvary a velikostmi zastavěných ploch mají velký vliv na účinky UHI z několika hledisek. Zastavěné struktury (budovy, silnice, náměstí a další) pohlcují a zpětně vyzařují sluneční a jiné teplo více než přírodní krajina. Různé geometrické uspořádání ulic a budov ovlivňuje větrnou ventilaci a úroveň radiace, což může mít velký vliv na teplo zachycené v kaňonu ulice.

Rozšiřování měst a jejich zahušťování vede k nahrazování přírodních povrchů (půda, vegetace) budovami, silnicemi, náměstími, parkovišti a dalšími tvrdými umělými povrchy, které pohlcují teplo a v létě přispívají k vyšším teplotám ve městech.

Hustota zástavby silně ovlivňuje intenzitu UHI. Ve městech, kde je hustota zástavby velmi vysoká a úroveň přirozené krajiny a zeleně (lesy, vodní plochy, zelené plochy, vegetace atd.) je velmi nízká, je teplota vyšší než v jejich okolí. Zástavba s vysokou hustotou omezuje proudění vzduchu a větrání, zadržuje teplo, zejména během dne, a zvyšuje efekt tepelného ostrova.

Různé rozměry a vzdálenosti ulic (kaňon ulice) ovlivňují schopnost stavebních materiálů absorbovat a uvolňovat sluneční teplo atd. Uliční kaňony mají vliv na pohyb, směr a rychlost větru, který ovlivňuje kvalitu vzduchu a okolní teplotu, jež se může v závislosti na geometrii ulice zvýšit o 2-4 stupně (<https://www.worldatlas.com/articles/what-is-a-street-canyon.html>). Rychlost větru ovlivňuje také orientace ulice. Severojižní orientace může akumulovat až 30 % energie poledního záření, která se uvolňuje v noci, kdy se teplota ochladí.

Změnou urbanistické podoby zastavěných struktur mohou města vytvořit chladnější a příjemnější městské prostory, zejména ve vnitřních částech měst. Vhodné urbanistické plánování, které zohledňuje rozestupy, orientaci a seskupení budov, může zlepšit cirkulaci vzduchu a snížit negativní účinky UHI.

Ukazatele týkající se urbanistické formy



[Poměr pokrytí budovy \(BCR\)](#)
[Poměr podlahové plochy \(FAR\)](#)
[Poměr stran kaňonu na ulici](#)

Zelené městské oblasti a vodní plochy

Městská zeleň jsou volné plochy ve městech a obcích vymezené určitým stupněm vegetace a dalšími přírodními prvky bez ohledu na vlastnictví, funkci a polohu v prostoru (Vyhláška o územním plánování Slovinska, 2004, Národní územní řád Slovinska, 2023). Zelené městské plochy jsou ekosystémy a zásadními prvky zvyšujícími kvalitu života v městském prostředí a poskytujícími ekosystémové služby, jako je regulace klimatu (Vargas-Hernandez, 2020).

Mají různé velikosti a tvary a různé funkce, jako jsou parky, náměstí a plácky se zelení, soukromé/polosoukromé zahrady, včetně společných (komunitních) prostor kolem bytových domů, dvorky, balkony, střešní zahrady a komunitní (produkční) zahrady, zelené střechy a stěny, včetně střešních zahrad a živých stěn, břehy řek, obytné a jiné ulice, zahrnující uliční okraje a související volné plochy, sportovní a rekreační zařízení, včetně drah, golfových hřišť, školních a jiných institucionálních hřišť a dalších významných parků.

Vodní plochy v městských oblastech, jako jsou řeky, jezera, kanály, rybníky atd., hrají zásadní roli při zmírňování účinků UHI, protože poskytují přirozený chladicí účinek, a tím snižují teplotu, zejména v oblastech s vysokou hustotou obyvatelstva.

Města mají obvykle omezené plochy zeleně, zejména centra měst s vysokou hustotou zástavby a vysokou koncentrací aktivit. Zelené plochy spolu s vegetací a vodními plochami ochlazují městské klima tím, že poskytují stín a odpařují vzdušnou vlhkost ve srovnání se zastavěnými stavbami a plochami. Stromy ve městech poskytují stín, odpařují vlhkost ze vzduchu ve srovnání se zastavěnými strukturami, ochlazují a regulují teploty městského klimatu. Nedostatečný počet stromů způsobuje, že se města stávají "ostrovy" vyšších teplot ve srovnání s okolními venkovskými oblastmi.

Vegetace se týká všech druhů rostlin ve městě.

V rámci projektu BeReady se hodnocení zaměří na pokrytí travnatými plochami nebo jinou nízkou vegetací a pokrytí stromovým patrem na úrovni města.

Ukazatele týkající se zelených městských ploch



Poměr pokrytí zelení
Pokrytí korunami
stromů Poměr pokrytí
vodou

Propustnost povrchů

Propustnost povrchů označuje schopnost městských povrchů propouštět vodu do půdy. Hlavními propustnými povrchy ve městech jsou zelené plochy. Mohou být také částečně propustné v závislosti na úrovni půdy použité na nepropustných plochách. Zelené střechy a zelené stěny lze ve městech zařadit do kategorie polopropustných povrchů. Zpevněné nepropustné povrchy jsou většinou silnice, chodníky, parkoviště a další zpevněné plochy se schopností přeměrovat odtok vody do systémů dešťové kanalizace, místo aby ji nechaly vsáknout rostlinami nebo vodními plochami. Pohlcují také sluneční záření a teplo, zejména ve dne, a v noci je vyzařují.

Zelené plochy jsou přírodní plochy s půdou a vegetací, které mají funkci absorpce vody a snižují teplotu ve vnitřních městech. Přirozené procesy, jako je evapotranspirace a odpařování, pomáhají ochlazovat městské oblasti; naopak nepropustné povrchy tento ochlazující účinek brzdí.

Ukazatele týkající se propustnosti povrchů



Podíl propustných povrchů vůči nepropustným povrchům

Lidské činnosti

Lidé využívají různé způsoby uspokojování svých individuálních a veřejných potřeb a vykonávají činnosti, jako je doprava, průmysl, klimatizace, budovy, odpadní teplo atd. Lidské činnosti mají vliv na využívání půdy, ovlivňují ekosystémy, kvalitu vody a mikroklima. Souvisejí s využíváním půdy pro různé hospodářské, kulturní a jiné účely. Ve městech jsou lidské činnosti spojeny s dopravou, průmyslovými procesy a spotřebou energie.

Lidská činnost uvolňuje antropogenní teplo, které přispívá k celkovému oteplení měst a následně k efektu UHI. Organizace činností a dopravní systémy jsou důležité, protože ovlivňují úroveň ohřevu v různých částech města.

Ukazatele související s lidskou činností



Hustota obyvatelstva
Využití půdy
Spotřeba energie v budovách
Spotřeba energie v dopravě

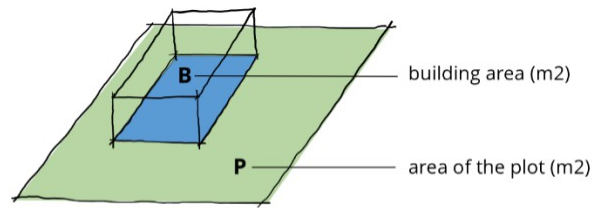
Pokyny pro sběr dat pro nástroj 1

Pro vyhodnocení fyzických a funkčních charakteristik zastavěného prostředí vystaveného negativním účinkům UHI je zapotřebí kombinovat sběr dat z různých zdrojů pro vyhodnocení ukazatelů. Pro hodnocení ukazatelů je v této metodice navrženo několik nástrojů a pomůcek.

Poměr zastavěnosti (BCR) a poměr podlahové plochy (FAR).

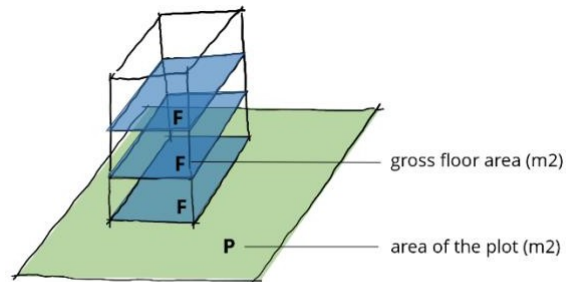
Koeficient zastavěnosti (BCR) (obr. 26) vyjadřuje vztah mezi poměrem plochy pozemku zabrané budovou a plochy pozemku (pozemku/parcely nebo větší plochy).

Poměr podlahové plochy (Floor Area Ratio, FAR) (také floor space ratio (FSR), floor space index (FSI), site ratio nebo plot ratio) (obrázek 27) je měřítko popisující, jak velkou plochu zabírá budova. Jedná se o poměr mezi celkovou podlahovou plochou pozemku pokrytou budovami a celou plochou, na které budova stojí. Vyšší FAR umožňuje intenzivnější zástavbu (obrázek 7 a obrázek 8).



$$\text{Building Coverage Ratio (BCR)} = \frac{\text{building area (B)}}{\text{area of the plot (P)}}$$

Obrázek 26: Poměr zastavěnosti (zdroj: Slovinský urbanistický institut)



$$\text{Floor Area Ratio (FAR)} = \frac{\text{gross floor area (sum of all F)}}{\text{area of the plot (P)}}$$

Obrázek 27: Poměr podlahové plochy (zdroj: Slovinský institut pro urbanismus)

FAR \ FSI \ BCR	0.25 25%	0.5 50%	1 100%	1.5 150%	2 200%
25%					
50%	not possible				
100%	not possible	not possible			

Obrázek 28: Vztah mezi FAR a BCR (zdroj: Wikipedia (2024, 29. dubna https://en.wikipedia.org/wiki/Floor_area_ratio)

Zdroje sběru dat

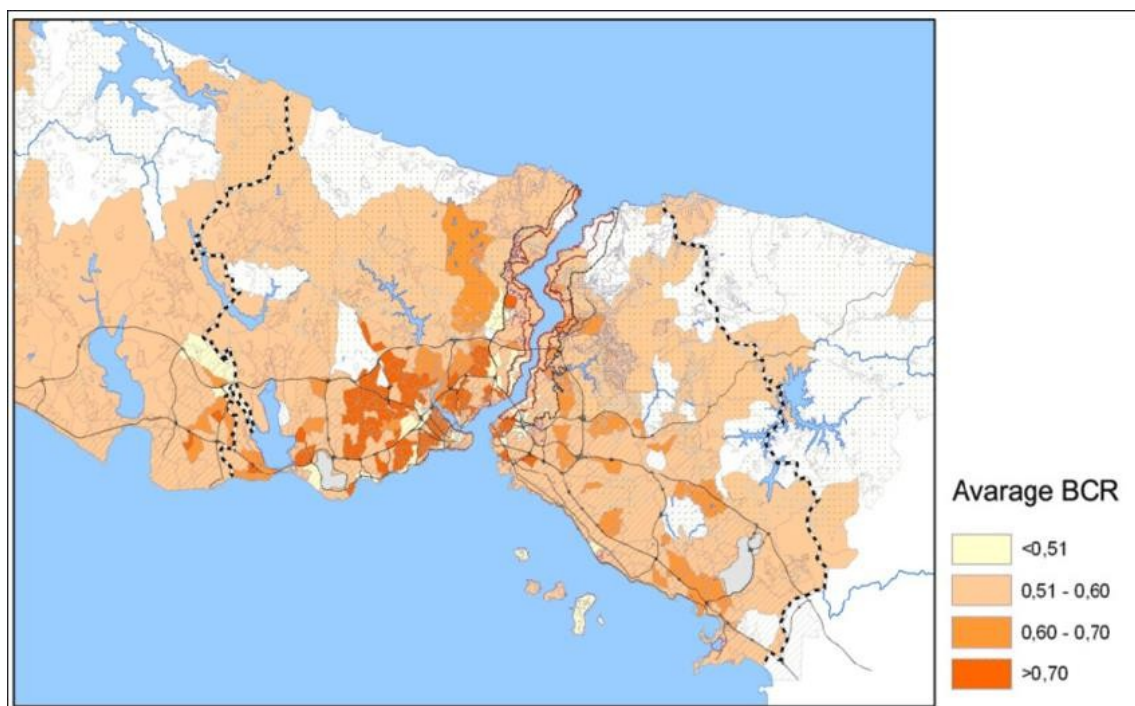
BCR a FAR (obrázek 28) jsou urbanistické kódy, které jsou obvykle definovány v prováděcí části územního plánu města/obce. Důležitým zdrojem dat pro měření hustoty zástavby může být také katastr budov.

Pokyny pro měření a výsledky

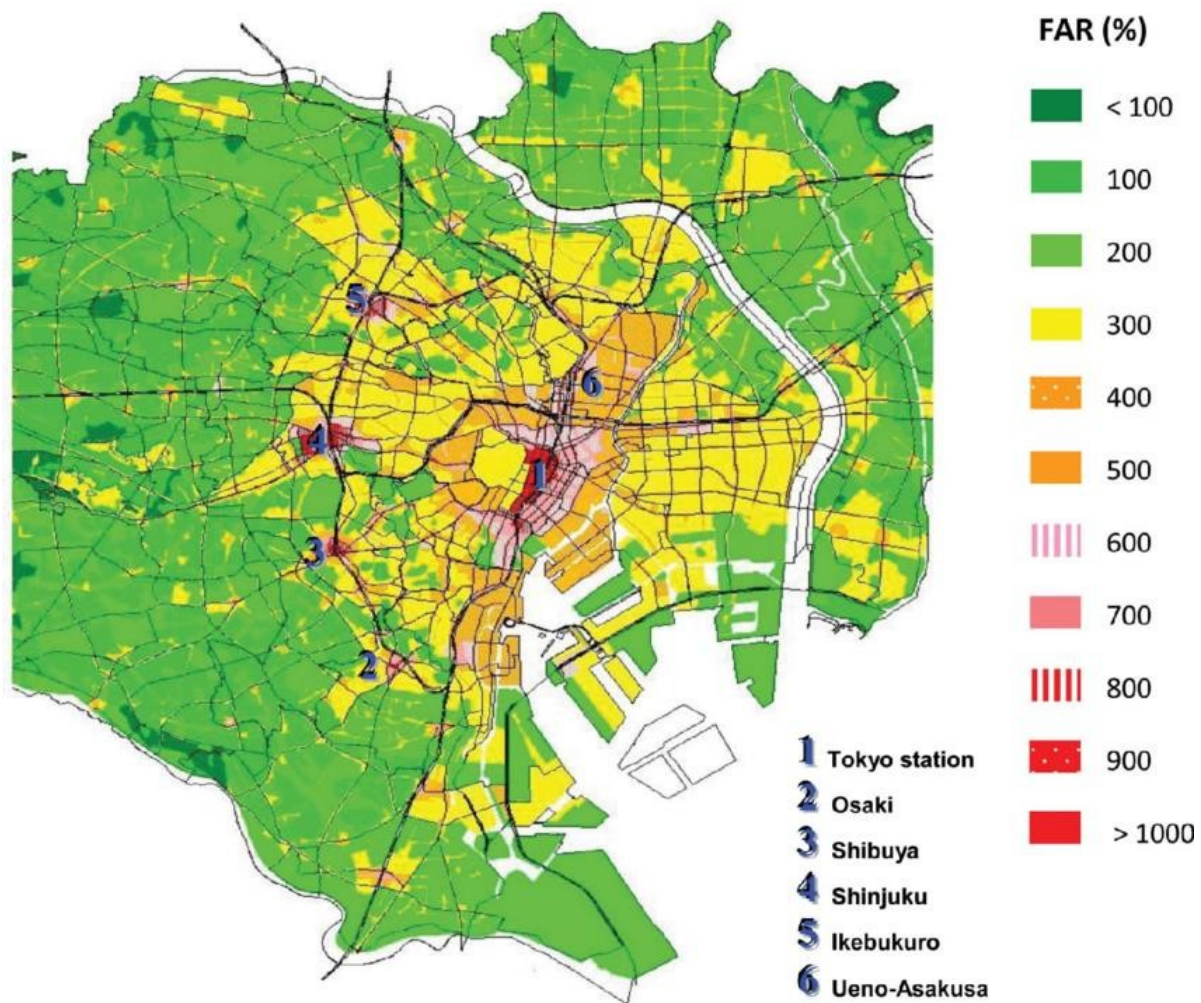
Posouzení různých kombinací BCR a FAR může podpořit identifikaci nejhustěji zastavěných oblastí a jejich rozmístění v různých částech města.

Pro hodnocení oblastí UHI mohou města navrhnout vlastní klasifikační stupnici. Navrhuje se, aby města vytvořila pětibodovou klasifikační stupnici zvlášť pro BCR a FAR v závislosti na svých hodnotách BCR a FAR. Vyšší hodnoty lze znázornit tmavší barvou a nižší hodnoty světlejší barvou. Každé město bude také prezentovat rozložení různých hodnot BCR a FAR na úrovni města pro každou územně plánovací jednotku nebo v buňkách sítě přizpůsobené velikosti města. Hustotu zástavby lze prezentovat jako součet výsledků pro BCR a FAR. Výsledky lze prezentovat na mapě s alespoň pětibodovou hodnotící stupnicí.

Alternativně k ukazateli FAR lze jako ukazatel pro hodnocení použít také výšku budov nebo výšku budov.



Obrázek 29: Příklad mapování průměrného poměru pokrytí budov (zdroj: Bölen et al., 2007)

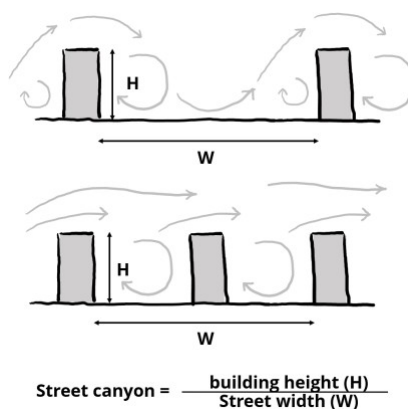


Obrázek 30: Příklad mapování poměru podlahové plochy (FAR) (centrální Tokio, Chorus a kol., 2014)

Překrytí vrstvy s hodnotami BCR a FAR nebo průměrnou výškou budov jednotky územního plánování / buňky nebo průměrnou výškou budov jednotky územního plánování / buňky ukáže nejzranitelnější oblasti ve městech z hlediska hustoty zástavby.

Poměr stran kaňonu na ulici

Uliční kaňon je úzká ulice s vysokými budovami podél ulice po obou jejích stranách. Lze ji měřit jako poměr průměrné výšky budov podél ulice a šířky ulice.



Obrázek 31: Rozdíly v proudění větru v městských kaňonech

Ukazatel lze měřit jako poměr průměrné výšky zástavby ulice a šířky ulice nebo jako podíl průměrné výšky zástavby a nejčastější šířky uličních kaňonů v buňce sítě o rozměrech např. 250 m x 250 m (Schoetter, 2013).

Velikost buněk sítě je třeba přizpůsobit velikosti území města.

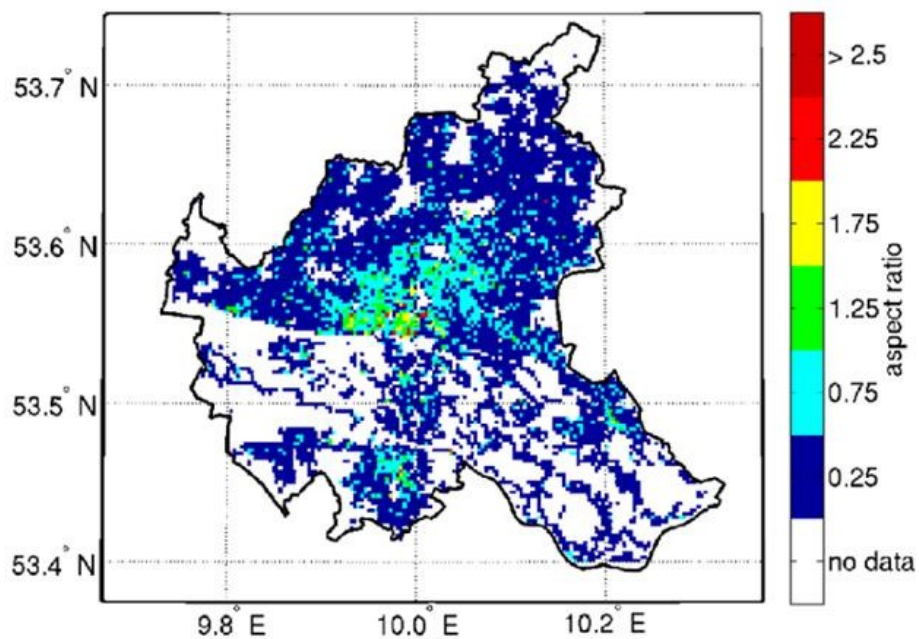
Zdroj sběru dat

Šířka ulice a výška budovy jsou hlavními údaji potřebnými pro měření kaňonu ulice. Prováděcí plán územního rozvoje obce, katastr budov, 3D model města, open-source platformy jako OpenStreetMap (www.openstreetmap.org) nebo Google Maps (www.google.com/maps) mohou podpořit měření různých typů uličních kaňonů.

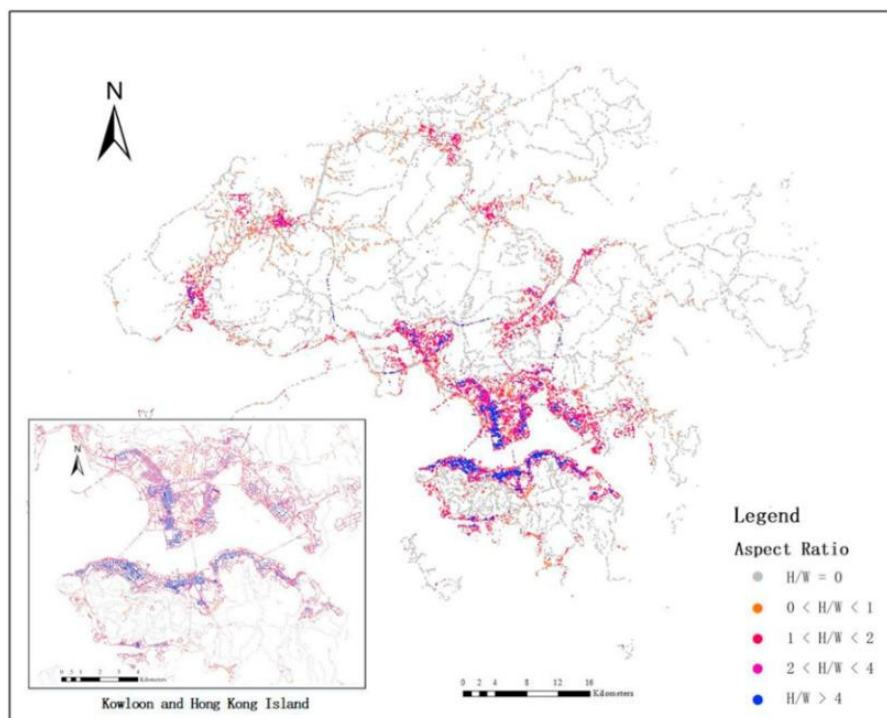
Pokyny pro měření a výsledky

Vyšší poměr stran (vyšší budovy v porovnání s šířkou ulice) zesiluje efekt UHI tím, že zadržuje teplo a omezuje větrání. Oblasti s vyšším poměrem stran jsou nejvíce vystaveny efektu UHI.

Posouzení různých poměrů na úrovni města je třeba graficky znázornit na mapě. Různé hodnoty poměru stran je třeba klasifikovat na základě alespoň pětibodové hodnotící stupnice, kde vyšší hodnoty lze znázornit tmavší barvou a nižší světlejší barvou. Velikost buněk sítě je třeba přizpůsobit velikosti města (obrázek 33 a obrázek 11).



Obrázek 33: Mapování poměru stran na úrovni města (zdroj: Schoetter, 2013)



Obrázek 32: Mapování poměru stran (zdroj: Hu et al., 2019)

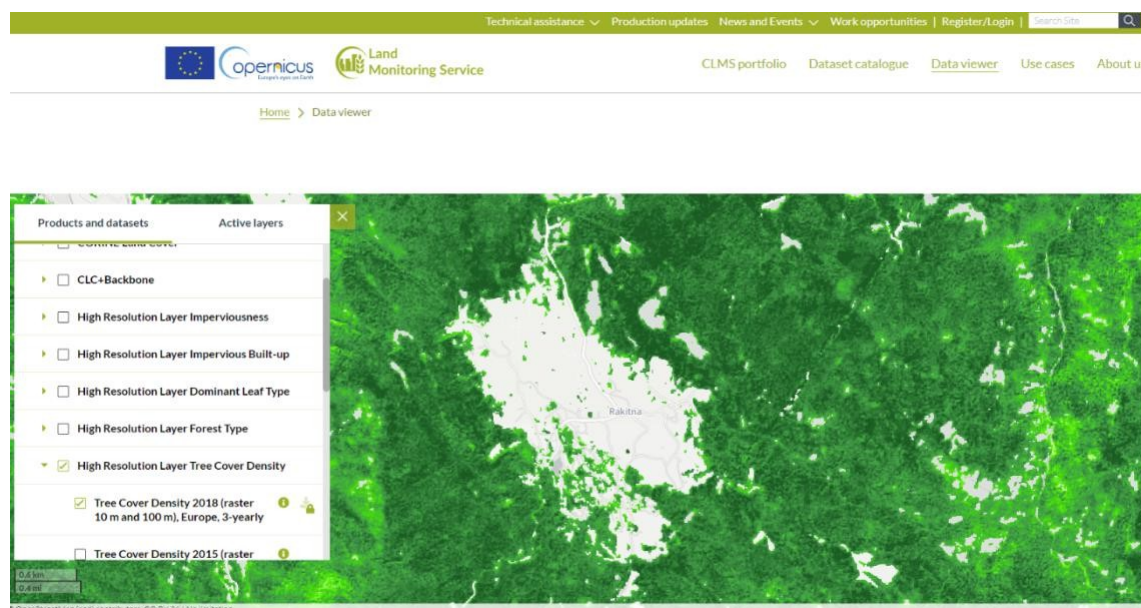
Pokrytí korunami stromů

Pokrytí stromovým patrem je poměr pokrytí stromovým patrem na úrovni města v porovnání s městskou jednotkou (čtvrť, obvod, město).

Zdroj sběru dat

Satelitní snímky jsou hlavním zdrojem dat pro měření pokrytí korunami stromů Obrázek 12. Pokrytí korunami stromů lze měřit pomocí softwarových programů GIS nebo online portálů, jako je OpenStreetMap (www.openstreetmap.org), Google Maps (www.google.com/maps).

Na úrovni EU jsou k dispozici údaje o pokrytí stromovým patrem pomocí systému Copernicus (<https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover/clc2018>), který může pomoci při mapování ploch pokrytých stromovým patrem ve městech.



Obrázek 34: Hustota stromového porostu (zdroj: Prohlížeč dat - Copernicus Land Monitoring Service)

Pokyny pro měření a výsledky

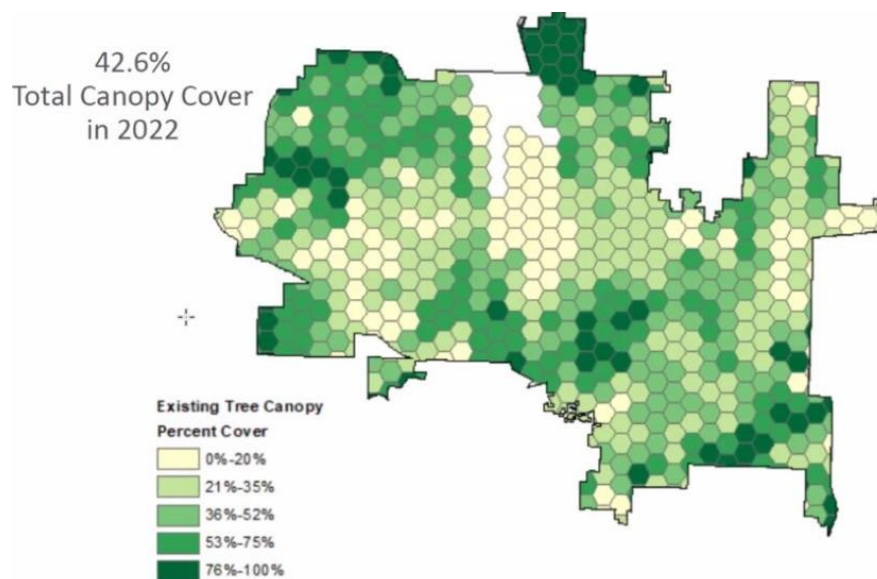
Posouzení různých poměrů na úrovni města je třeba graficky znázornit na mapě. Různé hodnoty hustoty stromového porostu je třeba klasifikovat na základě alespoň pětibodové hodnotící stupnice, kde vyšší hodnoty lze znázornit světlejšími barvami a nižší hodnoty tmavší barvou. Lze je demonstrovat na územně plánovací jednotky nebo na buňky sítě. Velikost buněk sítě je třeba přizpůsobit velikosti území města (obrázek 13).

Navrhovaná klasifikační stupnice:

- 0 % - 20%
- 21 % - 35 %
- 36 % - 52 %

- **53 % - 75 %**
- **76 % - 100 %**





Obrázek 35: Mapa s různými poměry pokryvnosti stromového patra na úrovni vybraného území (zdroj: <https://www.thejoltnews.com/stories/tree-canopy-assessment-olympia-has-426-coverage-with-less-than-3-loss-over-the-past-decade,13080>)

Poměr pokrytí vodou

Poměr pokrytí vodou je vztah mezi velikostí města a vodními plochami ve městě.

Zdroj sběru dat

Hlavním zdrojem dat pro měření poměru vodních ploch jsou územní plány obcí, zejména jejich prováděcí část, a skutečné využití území.

Pokyny pro měření a výsledky

Výsledky hodnocení lze prezentovat v tabulkách, grafech, koláčích apod.

Poměr nepropustných povrchů

Poměr nepropustných ploch je poměr mezi propustnými a nepropustnými plochami.

Jsou definovány tři kategorie propustnosti:



- propustné povrchy (zelené plochy)
- polopropustné povrchy (zelené střechy a zelené stěny).
- nepropustné povrchy (např. silnice, chodníky, parkovací místa; pokryté tvrdými stavebními materiály, jako je asfalt).

Zdroj sběru dat

Hlavními zdroji dat pro hodnocení úrovně propustnosti městských povrchů jsou vrstva aktuálního využití území, katastr budov, katastr komunikací a dalších zpevněných ploch, [CORINE Land Cover 2018](#) a další portály.

Pokyny pro měření a výsledky

Vztah propustných a nepropustných povrchů lze vyhodnotit v různých částech města a zobrazit na mapě na úrovni města. Každé město vyhodnotí poměr mezi propustnými a nepropustnými povrchy jako součet všech propustných a nepropustných povrchů (např. silnic, zpevněných parkovacích ploch, náměstí atd.) a rozložení prezentuje na mapě města, jak je uvedeno níže.

Vztah propustných a nepropustných povrchů je základem pro měření podílu obou typů povrchů (Yang et al., 2021). Příklad mapování různých typů povrchů je uveden na obrázku 14.



Obrázek 36: Vztah propustných a nepropustných povrchů (zdroj: <https://www.ecopiatech.com/resources/blog/impervious-surface-mapping>)

Hustota obyvatelstva

Hustota zalidnění udává počet obyvatel na určitém území (počet obyvatel na hektar nebo počet obyvatel na m²).

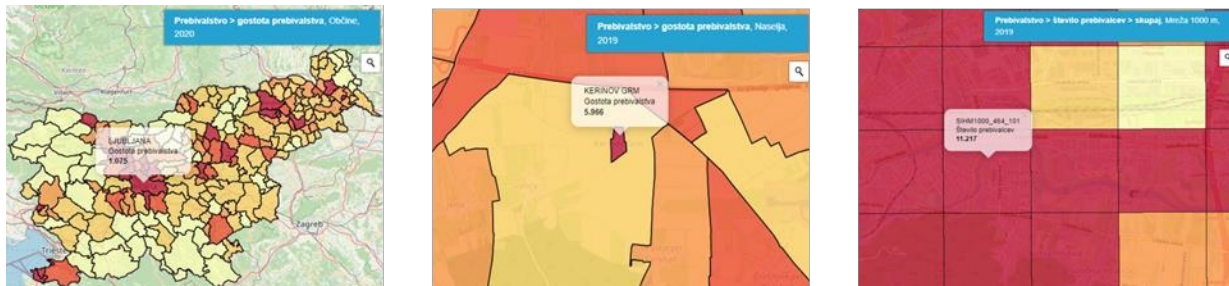
Zdroj sběru dat

Sběr statistických údajů na národní a místní úrovni je hlavním zdrojem informací pro

měření hustoty obyvatelstva ve městech. Dalšími zdroji pro hodnocení hustoty zalidnění mohou být

také registr pro volby, podniky veřejných služeb (soutěž uživatelů), poskytovatele signalizačních služeb a další zdroje.

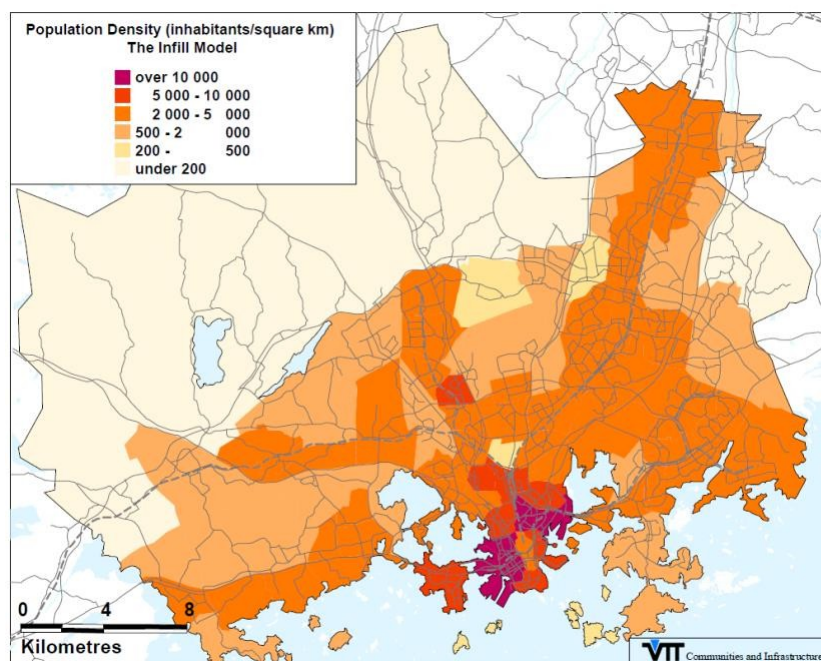
Hustotu zalidnění lze měřit na úrovni města nebo jeho částí. Některé země vypracovaly údaje o hustotě zalidnění v různých měřítkách s různou přesností. Například ve Slovinsku se údaje připravují na úrovni města/obce, sídla nebo na síti s přesností 1 000 m x 1 000 m (obrázek 15).



Obrázek 37: Hustota zalidnění v různých měřítkách (město/obec, osada, síť; zdroj: <https://www.stat.si/statweb/Field/Index/17>)

Pokyny pro měření a výsledky

Rozdělení oblastí s různou hustotou na základě klasifikační stupnice na úrovni města je důležitou informací pro řešení UHI. Různé hustoty osídlení je třeba klasifikovat na základě alespoň pětibodové klasifikační stupnice, kde tmavší barvy označují vyšší hodnoty světlejší barvy označují nižší hodnoty. Lze je demonstrovat na jednotku územního plánování nebo na buňky sítě. Velikost buněk sítě je třeba přizpůsobit velikosti území města (obrázek 16).



Obrázek 38: Hustota obyvatelstva (obyvatelé na kilometr čtvereční) v Helsinské metropolitní oblasti v roce 2020 v modelu Infill (zdroj: Perrels, 2000).

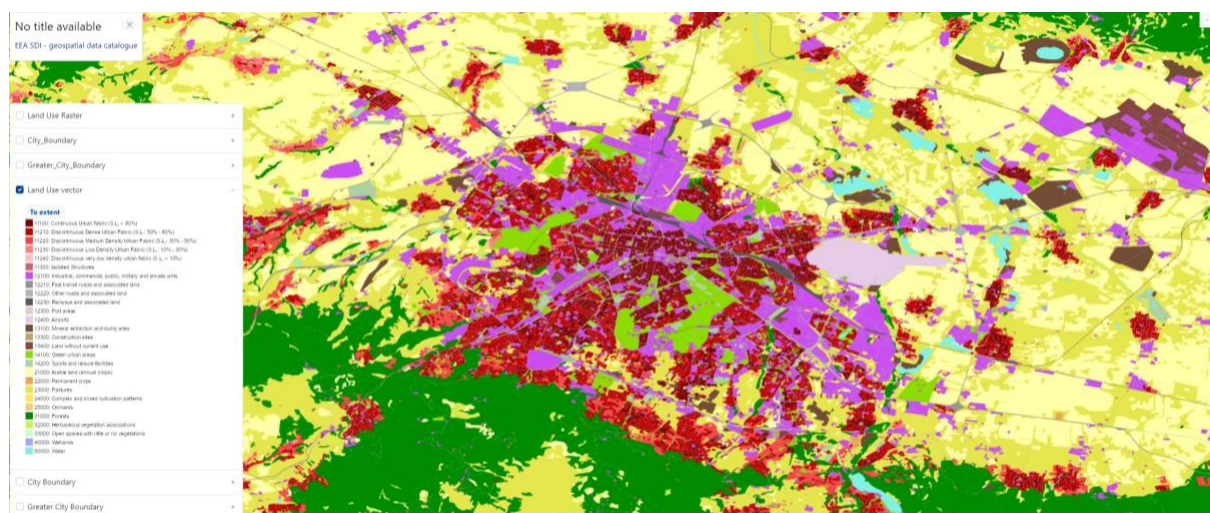
Využití půdy

Využití půdy souvisí s využitím půdy pro potřeby lidských činností, jako je zemědělství, bydlení, průmysl, smíšené využití, rekreace a další.

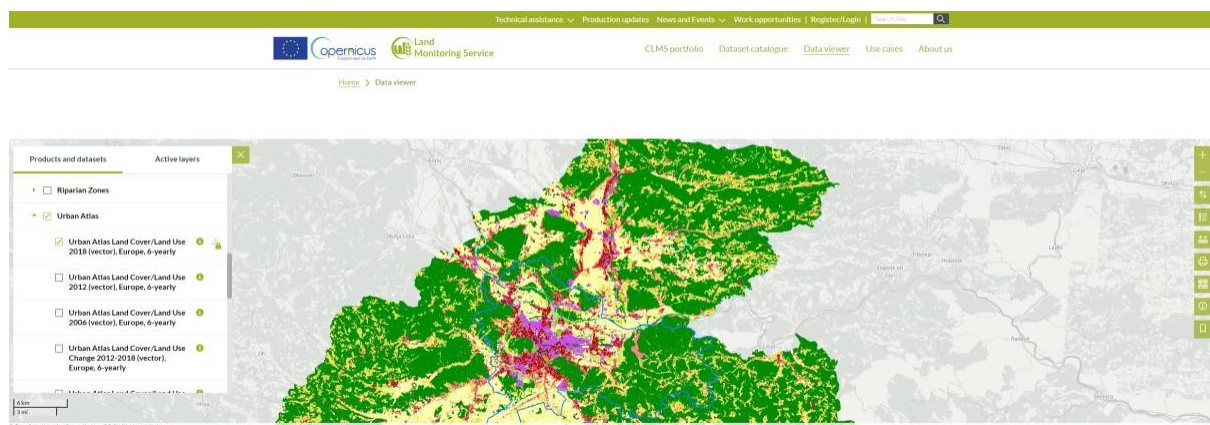
Zdroj sběru dat

Hlavním zdrojem údajů o různých typech využití území jsou plány územního rozvoje obcí, zejména jejich prováděcí část, a skutečné využití území. Údaje o využití území mohou být k dispozici na celostátních nebo místních portálech nebo v jiné digitální verzi územního plánu města.

Některé údaje o využití půdy jsou k dispozici také na portálech s otevřeným zdrojovým kódem, jako je <https://data.europa.eu/en> (Obrázek 39 a Obrázek 40).



Obrázek 39: Mapa využití půdy (zdroj: Oficiální portál evropských dat | [data.europa.eu](https://data.europa.eu/en)).



Obrázek 40: (zdroj: Prohlížeč dat - Copernicus Land Monitoring Service).

Pokyny pro měření a výsledky

Rozložení různých činností ve městě ovlivňuje spotřebu energie. Různé činnosti spotřebovávají různé množství energie. V případě, že chybí údaje o spotřebě energie v budovách, mohou údaje o rozmístění činností podpořit identifikaci hlavních oblastí zranitelných vůči UHI. V obytných oblastech lze kombinovat s hustotou zástavby a hustotou obyvatelstva. Například: průmyslové oblasti jsou energeticky nejnáročnějšími oblastmi ve městě, následují oblasti se smíšeným využitím, oblasti s vysokou obytnou zástavbou atd.

Spotřeba energie v budovách

Spotřeba energie v budovách je množství energie spotřebované v budovách pro obytné, obchodní, průmyslové a jiné účely.

Zdroj sběru dat

Existují různé zdroje údajů o spotřebě energie v budovách. Hlavním zdrojem údajů jsou energetické průkazy budov (energetické agentury). Dalšími zdroji mohou být také dodavatelé energie, kteří jsou odpovědní za dodávky energie, energetičtí manažeři, místní energetické agentury, výzkumné ústavy, univerzity atd., které mohou podpořit identifikaci energeticky náročných spotřebitelů na úrovni města.

Pokyny pro měření a výsledky

Pro zmapování oblastí ohrožených UHI je zapotřebí rozdělení hlavních spotřebitelů energie ve městech. Výsledkem hodnocení městských oblastí budou textové a grafické prezentace na mapě. Pokud to bude možné, budou města definovat klasifikační stupnici pro různé úrovně spotřeby energie.

Spotřeba energie v dopravě

Spotřeba energie v dopravě je množství energie spotřebované dopravními prostředky.

Zdroj sběru dat

Hlavním zdrojem dat pro vymezení hlavních dopravních koridorů s nejvyšším dopravním zatížením je územní plán obce, mapy Google a Open Streetview. Kromě toho mohou být důležitým zdrojem dat také odborníci z oblasti dopravy.

Pokyny pro měření a výsledky

Každé partnerské město určí na úrovni města oblasti s nejvyšší mírou dopravního zatížení a uvede je na mapě hodnocení UHI města.

Průvodce použitím nástrojů

Plány územního rozvoje obcí, zejména jejich prováděcí část, budou hlavním politickým dokumentem pro mapování zranitelných oblastí UHI. Hodnocení městského prostředí může být podpořeno i dalšími dokumenty, jako jsou podrobné plány územního rozvoje zpracované pro části města, studie a další dokumenty týkající se UHI.

- ➔ Software GIS, jako je QGIS, ESRI Arc Map atd., umožňuje na základě navržených dat vyhodnotit různé ukazatele různých oblastí ve městech.
- ➔ OpenStreetMap a Google Street view jsou dalšími alternativami pro posuzování a hodnocení městských oblastí na základě pokynů pro měření různých ukazatelů.

Pokyny pro mapování potenciálních oblastí UHI

Každé město zapojené do projektu Be Ready vyhodnotí své městské prostředí a určí nejcitlivější oblasti ve městě (související se složkou Expozice budov a okolí zranitelné vůči negativním účinkům UHI). Výsledky hodnocení budou prezentovány v textové a grafické verzi po dokončení hodnocení podle jednotlivých rizikových oblastí/zranitelných oblastí. Výsledky hodnocení jednotlivých ukazatelů budou popsány a graficky znázorněny pomocí grafů a map města.

Výsledky hodnocení každého ukazatele budou prezentovány pomocí nejméně pětistupňové škály, kde nejtmaší barva označuje oblasti s nejkritičtějšími faktory a nejvyšším dopadem na negativní účinky UHI, zatímco světlejší barva označuje nižší rizikový faktor UHI.

Hodnocení jednotlivých ukazatelů bude probíhat v následujících krocích:

Krok 1: Určete, který zdroj údajů pro měření ukazatele bude pro proces hodnocení rizik nejužitečnější.

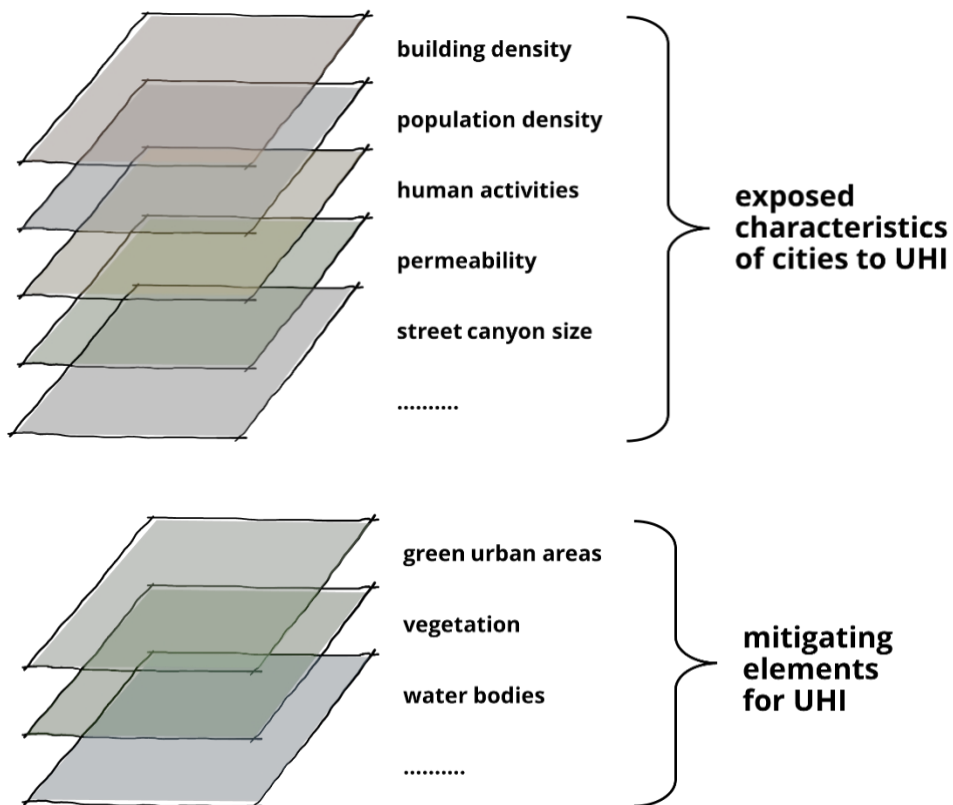
Krok 2: Určení údajů pro měření ukazatele.

Krok 3: Každý ukazatel je třeba měřit v souladu s navrženými pokyny pro měření.

Krok 4: Vypracujte pětistupňovou barevnou klasifikační stupnici, kde nejvyšší dopad na UHI je znázorněn tmavší barvou a nižší světlejší barvou. Obvykle vyšší hodnoty znamenají větší vliv na UHI než nižší hodnoty, s výjimkou zelených oblastí.

Krok 5: Prezentujte klasifikaci různých oblastí na mapě celého území města.

Na základě výsledků procesu hodnocení všech vybraných ukazatelů (obrázek 19) bude určena oblast města, která je nejvíce ohrožena účinky UHI. Identifikovaná oblast bude řešena v rámci následujících aktivit projektu BeReady.



Obrázek 41: Příklad vrstev hustoty zástavby, lidských aktivit, propustnosti, zelených ploch a vegetace a velikosti uličních kaňonů pro hodnocení oblastí ovlivněných UHI.

NÁSTROJ 2 - CITLIVOST ZAŘÍZENÍ A MATERIÁLŮ

Cíl hodnotícího nástroje

Pochopení vlastností a podmínek povrchových materiálů je nezbytné pro posouzení jejich vlivu na místní tepelnou dynamiku. Různé materiály mají různou úroveň absorpce a odrazivosti tepla, což ovlivňuje celkovou teplotu a komfort v městských oblastech. Tyto údaje pomáhají identifikovat materiály, které zhoršují nebo zmírňují efekt UHI. Rovněž jsou tyto informace důležité pro dokumentaci typů střešních materiálů používaných v budovách, jejich stavu, odrazivosti a povrchových teplot. Je to velmi důležité pro pochopení toho, jak různé střešní materiály ovlivňují tepelnou dynamiku městských oblastí. Pokud jde o zařízení vyzařující teplo, jde o to katalogizovat typy přítomných zařízení vyzařujících teplo, jejich hustotu, typickou provozní dobu a to, zda jsou zavedena nějaká opatření ke zmírnění tepla.

Cílem této části je kvantifikovat podíl zařízení, jako jsou klimatizační jednotky, průmyslové stroje a vozidla, na místním tepelném zatížení. Pro zaznamenání aktuálních teplotních údajů zahrnuje posouzení shrnutí historických teplotních trendů, pokud jsou k dispozici, a zaznamenání přítomnosti reflexních povrchů. Kvantifikace příspěvku zařízení vyzařujících teplo k místní tepelné zátěži pomáhá identifikovat významné zdroje antropogenního tepla. Tyto informace mohou být vodítkem pro úsilí o řízení a omezení těchto zdrojů tepla, a tím zmírnění efektu UHI. To pomáhá pochopit tepelné prostředí a účinnost reflexních materiálů při snižování absorpce tepla.

Pokud jde o zpětnou vazbu od komunity, cílem je zaznamenat aktuální naměřené teploty, shrnout historické teplotní trendy, pokud jsou k dispozici, a zaznamenat přítomnost reflexních povrchů. To pomáhá pochopit tepelné prostředí a účinnost reflexních materiálů při snižování absorpce tepla. Celkovým účelem je poskytnout strukturovaný rámec pro sběr podrobných a relevantních údajů o povrchových materiálech, zařízeních vyzařujících teplo, teplotních podmínkách a vnímání komunity.

Tyto údaje lze využít k: identifikaci hlavních příčin vlivu UHI v konkrétních oblastech, analýze účinnosti různých materiálů a technologií při zmírňování vlivu UHI, vývoji cílených strategií a politik ke snížení vlivu UHI, zapojení komunity do procesu identifikace problémů a řešení a podpoře urbanistů a tvůrců politik empirickými údaji pro informované rozhodování. Realizace tohoto slouží jako komplexní přístup k systematickému shromažďování a analýze terénních dat týkajících se efektu městského tepelného ostrova (UHI) v městských oblastech. Standardizací procesu sběru dat zajišťuje, že shromážděné informace jsou konzistentní, přesné a důkladné, což usnadňuje spolehlivější analýzu faktorů přispívajících ke zvyšování místní teploty. Podrobné údaje získané prostřednictvím kontrolních seznamů mohou významně zlepšit naše chápání efektu UHI a podpořit vývoj účinných strategií zmírňování a informovaných rozhodnutí v oblasti městského plánování.

Hlavní přispěvatelé k UHI, pokud jde o vybavení a materiály, jsou uvedeni níže.

Povrchové materiály - asfalt a beton

Tyto materiály, které se běžně používají na silnice, chodníky a budovy, mají nízké albedo (odrazivost) a vysokou tepelnou hmotnost. Přes den absorbují a zadržují teplo, v noci ho pomalu uvolňují, což přispívá k vyšším teplotám okolí.

Střešní krytiny: Tradiční střešní krytiny, jako jsou asfaltové šindele a plechy, mohou výrazně absorbovat teplo. Světlé nebo reflexní materiály, jako jsou chladné střechy, mají vyšší albedo a mohou tyto účinky částečně zmírnit.

Chodníky: Materiály jako běžný beton a asfalt přispívají k efektu UHI, zatímco propustné nebo reflexní dlažby ho mohou pomoci snížit.

Zařízení vyzařující teplo - klimatizační jednotky

Tyto jednotky, které se hojně používají k chlazení vnitřních prostor, vypouštějí horký vzduch do okolí a zvyšují tak venkovní teplotu.

Průmyslové stroje: Továrny a průmyslové závody často používají stroje, které generují velké množství tepla a přispívají k místnímu zvýšení teploty.

Vozidla

Vysoká hustota dopravy má za následek značné emise tepla z motorů a výfukových systémů, zejména v přetížených městských oblastech.

Efekt UHI zvyšuje potřebu energie na chlazení, zvyšuje úroveň znečištění ovzduší a zhoršuje zdravotní problémy související s horkem. Pochopení konkrétních příčin v městském prostředí je zásadní pro vypracování účinných strategií zmírnění dopadů.

Kritéria a ukazatele pro identifikaci zařízení a materiálů, které mohou přispívat k UHI

Aby bylo možné účinně identifikovat a posoudit dopad materiálů a zařízení, které přispívají k účinku UHI, je třeba stanovit konkrétní kritéria a ukazatele. Tato kritéria pomohou systematicky vyhodnocovat potenciální příspěvek různých prvků k efektu UHI.

Kritéria pro povrchové materiály

Pro určení vlivu různých zařízení a materiálů na efekt UHI je důležité pochopit několik klíčových ukazatelů. Tyto metriky poskytují přehled o tom, jak různé povrchy a předměty pohlcují, zadržují a vyzařují teplo. Níže je uvedeno vysvětlení každé metriky a její význam pro hodnocení UHI (shrnutí je uvedeno v části

Tabulka 18).



Koeficient albedo (odrazivosti)

Albedo je měřítkem toho, kolik slunečního světla povrch odráží. Vyjadřuje se na stupnici od 0 do 1, kde 0 znamená nulovou odrazivost (veškeré světlo je pohlceno) a 1 znamená úplnou odrazivost (žádné světlo není pohlceno). Povrchy s vysokým albedem, jako jsou bílé střechy nebo reflexní nátěry, odrážejí více slunečního světla, a proto zůstávají chladnější. Naopak povrchy s nízkým albedem, jako je asfalt, pohlcují více tepla, což přispívá k vyšším povrchovým teplotám a efektu UHI.



Tepelná vodivost

Tepelná vodivost je rychlost, s jakou materiál vede teplo. Měří se ve wattech na metr na kelvin (W/m-K). Materiály s vysokou tepelnou vodivostí rychle přenášejí teplo a mohou přispívat k rychlým změnám teploty v městském prostředí. Znalost tepelné vodivosti pomáhá při výběru materiálů, které minimalizují zadržování a přenos tepla.



Tepelná kapacita

Tepelná kapacita je množství tepla potřebné ke zvýšení teploty materiálu o jeden stupeň Celsia (nebo Kelvina). Měří se v joulech na kilogram na kelvin (J/kg-K). Materiály s vysokou tepelnou kapacitou mohou akumulovat velké množství tepla, což přispívá k dlouhodobě zvýšeným teplotám v městských oblastech. Hodnocení tepelné kapacity je důležité pro pochopení toho, jak různé materiály ovlivňují celkové zadržování tepla.



Povrchová teplota

Povrchová teplota je teplota povrchu materiálu, obvykle měřená ve stupních Celsia (°C) nebo Fahrenheita (°F). Vysoká povrchová teplota je přímým ukazatelem vlastností materiálů, které zadržují teplo a vyzařují ho. Sledování povrchových teplot pomáhá identifikovat horká místa a oblasti, které významně přispívají k efektu UHI.



Emisivita

Emisivita je měřítkem schopnosti materiálu vyzařovat infračervené záření. Vyjadřuje se na stupnici od 0 do 1, kde 0 znamená žádné vyzařování a 1 znamená dokonalé vyzařování. Materiály s vysokou emisivitou účinně uvolňují absorbované teplo, zatímco materiály s nízkou emisivitou ho zadržují. Porozumění emisivitě pomáhá při výběru materiálů, které mohou účinně odvádět teplo.



Stav materiálu

Stav materiálu je kvalitativní hodnocení stavu materiálu, který se obvykle klasifikuje jako dobrý, dobrý nebo špatný. Stav materiálů ovlivňuje jejich tepelné vlastnosti. Zhoršené povrchy mohou například pohlcovat více tepla a mít sníženou odrazivost. Posouzení stavu materiálů je nezbytné pro přesné vyhodnocení jejich vlivu na UHI.



Oblast pokrytí

Plocha pokrytí označuje rozsah povrchu nebo materiálu měřený v metrech čtverečních (m²). Čím

větší je plocha pokrytí materiálem přispívajícím k teplu, tím větší je jeho vliv na efekt UHI.
Kvantifikace plochy pokrytí pomáhá pochopit prostorové rozložení zdrojů tepla.





Vegetační kryt

Vegetační povrch je procento plochy pokryté vegetací. Vegetace hraje zásadní roli při ochlazování městského prostředí prostřednictvím stínění a evapotranspirace. Vyšší procento vegetačního povrchu může zmírnit efekt UHI. Hodnocení vegetačního povrchu je zásadní pro určení oblastí, kde by zvýšení zeleně mohlo snížit teplotu ve městech.

V následujících tabulkách jsou uvedeny informace o kritériích pro hodnocení povrchových materiálů pro posouzení jejich vlivu na vznik UHI.

Tabulka 19 rozděluje povrchové materiály podle jejich vlivu na vývoj UHI. Asfalt má vysokou absorpci tepla a nízkou odrazivost, což významně přispívá k UHI. Beton má střední absorpci a odrazivost. Absorpce dlažebních kostek se liší podle typu materiálu. Zelené střechy a propustné dlažby mají nízkou absorpci a vysokou odrazivost, což z nich činí účinné implementace pro zmírnění UHI n.

Tabulka 18: Ukazatele pro hodnocení vlivu na materiály a UHI

Ukazatele - materiály	Měřicí jednotka
Koeficient albedo (odrazivosti)	Stupnice od 0 do 1
Tepelná vodivost	Watty na kelvin
Tepelná kapacita	Jouly na KG Kelvina
Povrchová teplota	Stupně Celsia (Fahrenheita)
Emisivita	Stupnice 0 až 1
Stav materiálu	Kvalitativní hodnocení (dobré, dobré, špatné)
Oblast pokrytí	Čtvereční metry
Vegetační kryt	% plochy pokryté vegetací

Tabulka 19: Popis typu povrchového materiálu

Typ materiálu	Poznámky
Asfalt	Vysoká absorpce tepla a nízká odrazivost.
Beton	Mírná absorpce tepla a mírná odrazivost.
Cobblestone	Proměnlivá absorpce tepla v závislosti na typu materiálu.
Zelené střechy/perverzní dlažba	Nízká absorpce tepla, vysoká odrazivost.

V tabulce 20 je uveden stav povrchových materiálů, který ovlivňuje jejich tepelně absorpční vlastnosti. Materiály v dobrém stavu jsou nové nebo dobře udržované a obvykle mají lepší vlastnosti z hlediska odrazu tepla. Materiály v dobrém stavu jsou mírně opotřebované, zatímco materiály ve špatném stavu jsou znehodnocené a mohou zvyšovat absorpci tepla v důsledku svého zhoršeného stavu.

Tabulka 20: Popis stavu různých materiálů

Stav materiálu	Poznámky
Dobrý	Nové nebo dobře udržované povrchy
Spravedlivé	Mírně opotřebované povrchy
Špatný	Zhoršené povrchy, které mohou zvyšovat absorpci tepla.

Tabulka 21 vysvětluje koeficient albedo, který měří odrazivost povrchových materiálů. Materiály s vysokým albedem, jako je například světlý beton, odrážejí velkou část slunečního světla, čímž snižují absorpci tepla. Naopak materiály s nízkým albedem, jako je tmavý asfalt, pohlcují většinu slunečního záření, což přispívá k vyšším povrchovým teplotám a vlivu UHI.

Tabulka 21: Kategorizace koeficientu albedo povrchů

Koeficient albeda	Poznámky
Vysoké albedo	odráží velkou část slunečního světla (např. světlé barvy). beton)
Nízké albedo	pohlcuje většinu slunečního světla (např. tmavý asfalt).

Tabulka 22 popisuje tepelné vlastnosti povrchových materiálů se zaměřením na tepelnou vodivost a tepelnou kapacitu. Tepelná vodivost udává, jak rychle materiál absorbuje a přenáší teplo. Tepelná kapacita měří množství tepla, které materiál dokáže uchovat. Obě vlastnosti jsou klíčové pro pochopení toho, jak různé materiály přispívají k UHI tím, že zadržují a přenášejí teplo.

Tabulka 22: Tepelné vlastnosti materiálů

Tepelné vlastnosti	Poznámky
Tepelná vodivost	Jak rychle materiál absorbuje a přenáší teplo
Tepelná kapacita	Množství tepla, které materiál dokáže uchovat

V tabulce 25 jsou uvedeny informace o povrchových teplotách naměřených v různých denních dobách. Denní teplota se měří pomocí termokamery v době největšího slunečního svitu, aby bylo možné posoudit absorpci tepla materiálem. Měření noční teploty pomáhá určit, jak dobře materiál zadržuje teplo, což je důležité pro hodnocení jeho vlivu na noční ochlazování a celkový vliv UHI.

Tabulka 23: Povrchové teploty

Povrchová teplota	Poznámky
Denní teplota	Měřeno termovizí během špičky hodiny slunečního svitu



Kritéria a ukazatele pro zařízení vyzařující teplo

Zařízení vyzařující teplo mohou mít vliv na zesílení negativního vlivu UHI. Posouzením typu zařízení, provozní doby, tepelného výkonu, hustoty umístění a blízkosti citlivých oblastí můžeme vyvinout strategie pro účinné řízení a snížení emisí tepla.

Pro účinné posouzení vlivu různých zařízení na efekt městského tepelného ostrova je zásadní pochopit několik klíčových ukazatelů. Tyto ukazatele poskytují přehled o tom, jak různé typy zařízení přispívají k tvorbě a zadržování tepla v městských oblastech. Níže je uvedeno vysvětlení jednotlivých ukazatelů a jejich význam pro hodnocení UHI (shrnuje se v tabulce 24).



Provozní hodiny - průměrný počet hodin za den

Tento ukazatel měří průměrnou dobu, po kterou je zařízení denně v provozu. Zařízení, která jsou v provozu delší dobu, mají tendenci produkovat více tepla, což přispívá k efektu UHI. Pochopení provozní doby pomáhá určit, která zařízení mají největší vliv na teplotu ve městech.



Tepelný výkon - britské tepelné jednotky (BTU) nebo kilowatty (kW)

Tepelný výkon je množství tepelné energie vyzařované zařízením, které se měří v BTU nebo kilowattech. Vysoký tepelný výkon zařízení, jako jsou klimatizační jednotky nebo průmyslové stroje, může výrazně zvýšit místní teplotu. Kvantifikace tepelného výkonu pomáhá posoudit podíl různých zařízení na efektu UHI.



Hustota vybavení - počet jednotek na metr čtvereční (m²).

Hustota vybavení se vztahuje k počtu jednotek přítomných v každé oblasti. Vysoká hustota zařízení vyzařujících teplo v určité oblasti může vést ke vzniku lokálních horkých míst. Měření hustoty zařízení pomáhá pochopit koncentraci zdrojů tepla a jejich potenciální vliv na teplotu ve městech.



Blízkost citlivých oblastí - vzdálenost v metrech

Vzdálenost v metrech. Tento ukazatel měří vzdálenost zařízení vyzařujících teplo od citlivých oblastí, jako jsou školy, nemocnice a obytné zóny. Zařízení umístěná v blízkosti citlivých oblastí mohou představovat vyšší riziko pro zranitelné skupiny obyvatel. Posuzování blízkosti pomáhá při identifikaci a zmírňování potenciálních zdravotních rizik spojených s efektem UHI.



Chladicí zátěž a účinnost - poměr energetické účinnosti (EER)

Poměr energetické účinnosti (EER). Chladicí zátěž je množství chladu potřebné k udržení požadované teploty, zatímco poměr energetické účinnosti (EER) měří účinnost chladicího zařízení. Účinné chladicí systémy s vysokými hodnotami EER produkují méně odpadního tepla, což snižuje jejich příspěvek k efektu UHI. Hodnocení chladicího zatížení a účinnosti pomáhá podporovat používání energeticky účinných zařízení.



Stav údržby

Záznamy o údržbě, vizuální kontroly. Stav údržby označuje stav a údržbu zařízení, který se posuzuje na základě záznamů o údržbě a vizuálních kontrol. Dobře udržované zařízení pracuje efektivněji a vyzařuje méně tepla ve srovnání se špatně udržovanými jednotkami. Posuzování stavu údržby pomáhá zajistit optimální výkon a minimalizovat emise tepla.

Plocha zařízení - metry čtvereční (m²) nebo metry krychlové (m³)

Plocha se vztahuje k fyzickým rozměrům zařízení, které se měří v metrech čtverečních pro plochu a v metrech krychlových pro objem. Větší zařízení má obvykle větší plochu pro výměnu tepla, což může zvýšit emise tepla. Měření plochy povrchu pomáhá pochopit rozsah tepelných příspěvků různých typů zařízení.

Tabulka 24: Ukazatele pro hodnocení vybavení

Ukazatele - vybavení	Měřicí jednotka
Provozní doba	Průměrný počet hodin za den
Tepelný výkon	Britské tepelné jednotky kilowatty
Hustota vybavení	Počet jednotek na m ²
Blížkost citlivých oblastí	Vzdálenost v metrech
Chladicí zátěž a účinnost	Poměr energetické účinnosti
Stav údržby	Záznamy o údržbě, vizuální kontroly
Plocha zařízení	Metry čtvereční, metry krychlové

V tabulce 25 jsou zařízení rozdělena do kategorií na základě jejich charakteristik tepelných emisí. Klimatizační jednotky mají vysoký provozní tepelný výkon, průmyslové stroje vyzařují konstantní a vysokou úroveň tepla a vozidla slouží jako mobilní zdroje s proměnlivým výkonem.

Tabulka 25: Typ zařízení

Typ zařízení	Poznámky
Klimatizační jednotky	Vysoký provozní tepelný výkon
Průmyslové stroje	Stálá a vysoká úroveň tepelných emisí
Vozidla	Mobilní zdroje tepla s proměnlivým výkonem

Tabulka 26 Tato tabulka popisuje zařízení na základě jejich provozních hodin. Rozlišuje mezi zařízeními, která jsou v provozu během teplotních špiček (denní provoz), a stroji, které jsou v provozu nepřetržitě, 24 hodin denně, 7 dní v týdnu.

Tabulka 26: Popis provozních hodin zařízení

Provozní hodiny	Poznámky
Denní provoz	Zařízení běžící během teplotní špičky hodin
Nepřetržitý provoz	Stroje, které jsou v provozu 24 hodin denně, 7 dní v týdnu versus přerušované

Tabulka 27 klasifikuje zařízení podle úrovně emisí tepla. Nízký výkon zahrnuje malé bytové klimatizační jednotky, střední výkon zahrnuje komerční klimatizační jednotky a vysoký výkon se týká průmyslových strojů.

Tabulka 27: Výstup tepla - zařízení

Tepelný výkon	Poznámky
Nízká	Minimální emise tepla (např. malé obytné domy). klimatizační jednotky)
Střední	Mírné emise tepla (např. komerční klimatizace) jednotky)
Vysoká	Významné tepelné emise (např. průmyslové strojní zařízení)

Tabulka 28 zkoumá hustotu zařízení vyzařujících teplo v oblasti. Nízká hustota má méně než 1 zařízení na 100 m², střední hustota má 1-10 zařízení a vysoká hustota zahrnuje více než 100 zařízení na 100 m².

Tabulka 28: Popis hustoty umístění

Hustota umístění	Poznámky
Nízká hustota	Méně než 1 jednotka na 100 m ²
Střední hustota	1-10 jednotek Střední počet jednotek
Vysoká hustota	Více než 100 jednotek na 100 m ² v určité oblasti

Tabulka 29 hodnotí blízkost zařízení k citlivým oblastem. Zařízení v blízkosti obytných zón má vyšší dopad na lidský komfort, zatímco blízkost zelených ploch, kategorizovaná jako blízká (1-50 m), středně blízká (50-200 m) a vzdálená (více než 200 m), může kompenzovat tepelné účinky.

Tabulka 29: Určení blízkosti zařízení k citlivým oblastem

Blízkost citlivých oblastí	Poznámky
V blízkosti obytných zón	Vyšší dopad na pohodlí lidí
V blízkosti zelených ploch	Potenciál kompenzovat tepelné účinky (Blízko 1-50 m, mírně blízko 50-200 m, Daleko nad 200 m)

Sběr dat pro identifikaci materiálů a zařízení, které přispívají k UHI

Pro efektivní identifikaci a zmapování údajů o materiálech a zařízeních, které přispívají k efektu UHI v místních obcích, je nezbytný strukturovaný přístup ke sběru dat. Ačkoli jsou všechny metody stejně důležité pro získání relevantních údajů, doporučuje se používat dálkový průzkum a termovizi, protože poskytují komplexní pokrytí, přesné měření teploty a podrobnou analýzu. V tabulce 13 jsou uvedeny podrobné kroky a metody sběru relevantních údajů.

Tato metodika navrhuje pokyny pro sběr dat v terénu o faktorech, které přispívají k efektu městského tepelného ostrova. Zajišťují komplexní a konzistentní dokumentaci povrchových materiálů a zařízení vyzařujících teplo v městských oblastech.

Informace o poloze

Tato část obsahuje základní údaje o místě a osobě, která hodnocení provádí. Tyto informace jsou nezbytné pro validaci údajů, replikaci a kontextovou analýzu.

- **Okres/čtvrť:** Pomáhá identifikovat a kategorizovat různé městské zóny.
- **Souřadnice:** Souřadnice: Poskytují přesnou zeměpisnou polohu pomocí zeměpisné šířky a délky a zajišťují přesné mapování a analýzu.
- **Datum:** Uvádí datum sběru dat, které je důležité pro sledování časového průběhu změny a sezónní výkyvy.
- **Název posuzovatele:** To pomáhá při sledování zdrojů dat a odpovědnosti.

Povrchové materiály

Tato část se zaměřuje na dokumentaci typů povrchových materiálů v oblasti, jejich stavu a tepelných vlastností. Tyto informace jsou klíčové pro pochopení toho, jak různé materiály přispívají k efektu UHI.

- **Typ materiálu:** Asfalt, beton, dlažba, zelená střecha), který ovlivňuje absorpci a zadržování tepla.
- **Stav:** Hodnotí aktuální stav materiálu (dobrý, dobrý, špatný), který může ovlivnit jeho tepelné vlastnosti a životnost.
- **Koeficient albeda:** Vyšší albedo znamená větší odrazivost a menší absorpci tepla.
- **Povrchová teplota:** °C, což poskytuje přímé údaje o zadržování tepla různými materiály.
- **Oblast pokrytí:** Měří plochu pokrytou materiálem na povrchu v metrech čtverečních (m²), což pomáhá kvantifikovat jeho rozsah a dopad.

Zařízení vyzařující teplo

V této části jsou uvedeny různé typy zařízení, která vyzařují teplo, jejich provozní vlastnosti a vliv na okolní prostředí.

- **Typ zařízení:** Klimatizační jednotky, průmyslové stroje, vozidla), z nichž každé má jiný profil tepelných emisí.
- **Hustota:** Hodnotí koncentraci zařízení v oblasti (nízká, střední, vysoká), což naznačuje potenciální intenzitu tepelných emisí.
- **Provozní doba:** Měří průměrný počet hodin denně, kdy je zařízení v provozu, což ovlivňuje celkový tepelný výkon.
- **Tepelný výkon:** Kvantifikuje množství tepla vyzařovaného zařízením, měřené v jednotkách britských tepelných jednotek (BTU) nebo ekvivalentních jednotek, což poskytuje přímou míru jeho příspěvku k efektu UHI.
- **Blízkost citlivých oblastí:** Měří vzdálenost zařízení od citlivých oblastí. oblastí, jako jsou školy, nemocnice a obytné zóny v metrech. To pomáhá posoudit potenciální dopady na zdravé zranitelných skupin obyvatelstva.

Shromážděné údaje lze analyzovat s cílem identifikovat klíčové faktory, které přispívají k efektu UHI, informovat o strategiích zmírňování a podpořit úsilí o plánování měst s cílem vytvořit udržitelnější a pohodlnější prostředí. Zajištěním konzistence a komplexnosti údajů v procesu hodnocení mohou městské orgány přijímat informovaná rozhodnutí s cílem snížit efekt UHI a chránit zranitelné obyvatelstvo před riziky spojenými s teplem.

Tabulka 30 Metody sběru dat týkajících se materiálů a vybavení

	Údaje, které je třeba shromáždit	Metody
Povrchové materiály		
Silnice a chodníky	<p>Typ materiálu (asfalt, beton, dlažba, propustný povrch). <u>dlažební kostky</u></p> <p>Stav povrchu (dobrý, <u>slušný, špatný</u>)</p> <p>Koeficient albedo</p> <p>Povrchová teplota</p>	<p>Dálkový průzkum Země: Pomocí satelitních snímků (např. Google Earth, Sentinel-2) identifikujte typy a stav materiálu.</p> <p>Průzkumy na místě: Fyzicky zkontrolujte a zdokumentujte typy a podmínky materiálu.</p> <p>Obecní záznamy: Přístup ke stavebním záznamům a povolení pro podrobné informace o materiálu</p> <p>Termovizní snímání: Nasazení termokamery nebo infračervené teploměry pro měření teploty na povrchu země.</p>
Střechy	<p>Typy střešních krytin (asfaltové šindele, plechové krytiny, keramické tašky, zelené střešní krytiny) <u>střechy</u></p> <p>Stav povrchu (dobrý, <u>slušný, špatný</u>)</p> <p>Koeficient albedo</p>	<p>Letecké snímky: Použijte letecké snímky nebo snímky z dronu k identifikaci a dokumentaci střešních krytin.</p> <p>Stavební povolení: Přehled historických údajů o střešních krytinách ze stavebních povolení</p> <p>Kontroly na místě: Provádění fyzických kontrol k ověření údajů na dálku.</p>

Povrchová teplota	Termovizní snímání: Měření povrchových teplot pomocí termokamer nebo infračervených teploměrů.
-------------------	--

Zařízení vyzařující teplo

Klimatizační jednotky	Umístění a hustota jednotky na budovu	Průzkumy v terénu: Proveďte fyzické sčítání a dokumentace klimatizačních jednotek
	Průměrný provozní hodin	Údaje o užitečnosti: Analýza záznamů o spotřebě energie k odhadu provozních hodin
	Tepelný výkon	Údaje o užitečnosti: Analýza záznamů o spotřebě energie pro odhad tepelného výkonu Termovizní snímání: Pomocí termokamer měřit emise tepla z jednotek
Průmyslové stroje	<u>Typ strojního zařízení</u>	Průmyslové rekordy: Získejte informace o typech strojů a provozních rádech od místních průmyslových podniků.
	Průměrný počet provozních hodin	Průzkumy: Provést rozhovory se zástupci odvětví za účelem shromáždění podrobných údajů. Údaje o užitečnosti: Analýza záznamů o spotřebě energie k odhadu provozních hodin
	Tepelný výkon	Kontroly v terénu: Dokumentace a měření tepelných emisí pomocí termokamer Údaje o užitečnosti: Analýza záznamů o spotřebě energie k odhadu tepelného výkonu
Vozidla	<u>Hustota provozu</u>	Dopravní kamery: Využití stávajících dopravních kamer ke sledování a zaznamenávání hustoty a typů vozidel
	Typy vozidel (automobily, nákladní automobily, autobusy)	Termovizní snímání: Měření tepelných emisí z vozidel během dopravní špičky
	Průměrná doba volnoběhu	Průzkumy: Shromažďování údajů od orgánů pro řízení dopravy a provádění průzkumů u silnic.

Zapojení Společenství

Občanská věda	<u>Vnímaná úroveň tepla</u>	Mobilní aplikace: Využijte aplikace jako Survey123 pro sběr dat řízený komunitou.
	Přítomnost a typ zařízení a materiály	Workshopy a fokusní skupiny: Provádějte sezení shromažďovat kvalitativní údaje a ověřovat zjištění
	Návrhy na zmírnění dopadů	

Dálkový průzkum Země a mapování GIS

Povrch země teplota	-Satelitní snímky: Použijte Landsat a Sentinel-2 pro
---------------------	--

Vegetační kryt (NDVI)

údaje o teplotě a vegetaci.

-Software GIS: Používejte nástroje GIS (např. ArcGIS, QGIS) k integraci a analýze prostorových dat.

Průvodce použitím nástrojů

Interreg
Danube Region



Co-funded by
the European Union


Be Ready

K účinnému vyhodnocení a zmapování zařízení a materiálů, které přispívají k efektu UHI, lze použít kombinaci technologií dálkového průzkumu, nástrojů terénního průzkumu, softwaru pro analýzu dat a metod zapojení komunity. Níže je uveden seznam nástrojů potřebných pro toto hodnocení.

Krok 1: Plánování a příprava

- Definice cílů a rozsahu

Určení konkrétních cílů (např. určení horkých míst, posouzení materiálních dopadů, vyhodnocení strategií zmírnění).

Vymezení zeměpisné oblasti zájmu (např. konkrétní čtvrti, obvody nebo města).

- Sestavení týmu

Zapojte odborníky na dálkový průzkum Země, GIS, městské plánování, analýzu dat a zapojení komunity.

- Shromáždění potřebných nástrojů a zdrojů

Zajistěte dostupnost nástrojů dálkového průzkumu, termovizních nástrojů, nástrojů pro terénní průzkum, softwaru pro analýzu dat a nástrojů pro zapojení komunity, jak je uvedeno v kontrolním seznamu.

Při posuzování emisí tepla z budov vám pomohou tyto normy a referenční materiály:

- Stavební normy ISO 13790: pro energetickou náročnost budov
- Normy ASTM: Pro měření albedo a tepelných vlastností materiálů.
- Stavební předpisy: Místní stavební předpisy, které poskytují informace o běžně používaných stavebních materiálech.

Krok 2: Dálkový průzkum a předběžná analýza

- Sběr satelitních a leteckých snímků
 - Získání termálních infračervených dat z družice Landsat 8 pro mapování teploty zemského povrchu.
 - Využití dalšího satelitu (Sentinel-2) pro snímky s vysokým rozlišením k určení typů materiálu a vegetačního krytu.
 - Využití satelitního senzoru (MODIS) pro mapování teploty povrchu v širším měřítku.
 - Použijte aplikaci Google Earth Pro a drony vybavené termokamerami pro lokální teplotní údaje s vysokým rozlišením a identifikaci materiálu.
 - Analýza snímků pro získání prvotních poznatků
 - Pomocí softwaru QGIS překryjte satelitní a letecké snímky se stávajícími mapami.
 - Identifikujte oblasti s vysokými povrchovými teplotami a zařízení, která mohou vyzařovat teplo. To lze doplnit pomocí dokumentů územního plánování, jako je například Plán územního rozvoje, který poskytuje informace o využití pozemků a územním plánování, což pomáhá při identifikaci oblastí s různými typy materiálů a zařízení.

Krok 3: Terénní průzkumy a sběr dat

Interreg
Danube Region



Co-funded by
the European Union


Be Ready

- Příprava na terénní průzkumy
 - Vybavte terénní týmy zařízeními GPS pro přesné sledování polohy během terénního průzkumu (např. řada GPSMAP), termokamerami (např. FLIR Systems, Seek Thermal (které jsou cenově dostupnější) a infračervenými teploměry (např. infračervené teploměry Fluke (pro rychlá a bodová měření).
 - Instalace a konfigurace aplikací pro sběr dat:
 - Epicollect5: Mobilní aplikace pro systematický sběr dat v terénu
 - Survey123 pro ArcGIS: pro vytváření a distribuci průzkumů a sběr prostorových dat.

- Provádění terénních průzkumů
 - navštívit identifikovaná horká místa a zájmové oblasti a shromáždit podrobné údaje o povrchových materiálech a zařízeních vyzařujících teplo.
 - Pro přesné sledování polohy použijte zařízení GPS.
 - Opatření povrch teploty pomocí termální kamery a infračervených teploměrů.
 - Zaznamenejte typy materiálů, podmínky a oblasti pokrytí pomocí kontrolního seznamu.
 - Pro měření vzdáleností na zemi používejte měřicí kolečka nebo měřicí pásky pro přesné měření.

- Shromažďování zpětné vazby komunity
 - Rozesílání průzkumů prostřednictvím formulářů Google nebo Microsoft Forms s cílem zjistit, jak komunita vnímá úroveň tepla, a návrhy na zmírnění dopadů.
 - Podporovat účast komunity pomocí mobilních aplikací, jako jsou:
 - Survey123 pro ArcGIS: Umožňuje členům komunity nahlásit pozorování a podílet se na sběru dat.
 - Next-door: aplikace pro vytváření komunitních sítí, kterou lze využít k zapojení obyvatel a shromažďování místních údajů.

Krok 4: Integrace a analýza dat

- Integrace shromážděných údajů
 - Importujte data z terénního průzkumu, data dálkového průzkumu Země a zpětnou vazbu od komunity například do QGIS, což je open-source software GIS pro mapování a prostorovou analýzu.
 - Zajistěte, aby všechna data byla georeferencována a správně zarovnána pro prostorovou analýzu.

- Provádění prostorové a statistické analýzy
 - Použijte nástroje GIS k mapování rozložení tepla a jeho korelaci s typy materiálů a hustotou zařízení vyzařujících teplo.
 - Proveďte statistickou analýzu pomocí R nebo Pythonu (s knihovnami jako GeoPandas a Matplotlib) a identifikujte významné přispěvatele k efektu UHI.

Krok 5: Reportování a vizualizace

- Generování map a sestav
 - Vytváření podrobných map zobrazujících teplotní změny, rozložení materiálu a

umístění zařízení pomocí softwaru GIS.



- Vypracování komplexní zprávy shrnující zjištění, včetně statistické analýzy a zpětné vazby od komunity.
- Vypracování doporučení
 - Na základě analýzy vypracujte cílené strategie pro zmírnění UHI, jako je zvýšení počtu zelených střech, zlepšení reflexních materiálů nebo zlepšení kontroly tepelných emisí.
- Sdílení výsledků se zúčastněnými stranami
 - Prezentovat zjištění urbanistům, tvůrcům politik a komunitě prostřednictvím setkání, workshopů a digitálních platforem.
 - Používejte vizualizace a mapy k jasnému sdělení klíčových poznatků a doporučení.

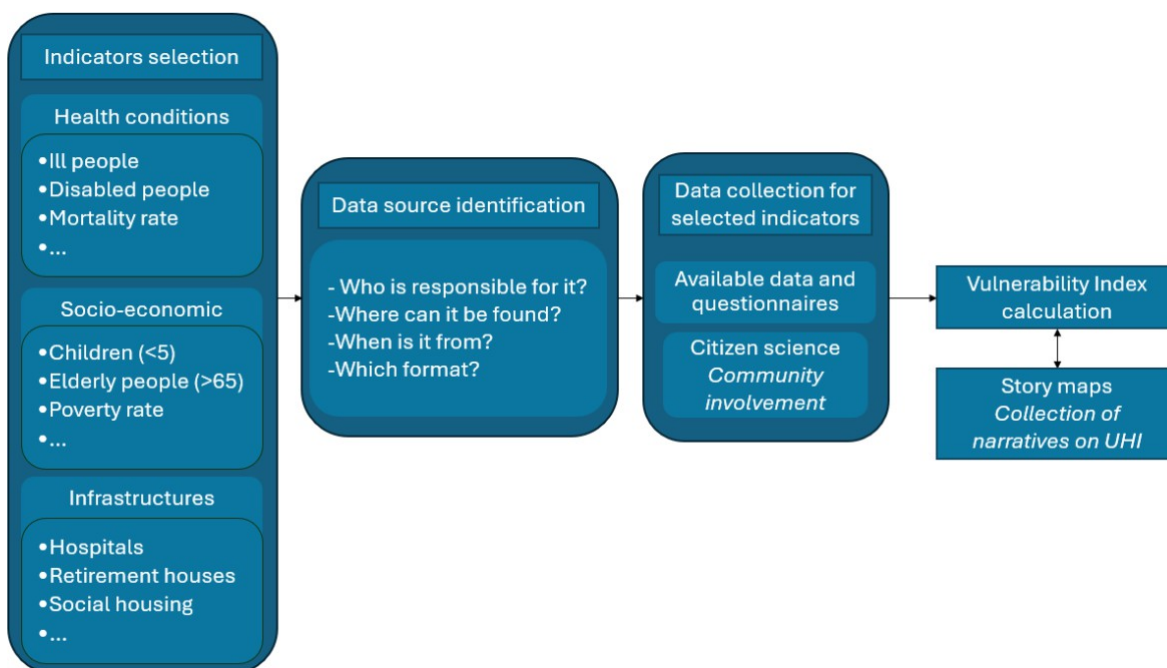
NÁSTROJ 3 - ZRANITELNÉ SKUPINY

Cíl hodnotícího nástroje

Vlny veder v kombinaci s UHI představují vážné zdravotní riziko pro zranitelné skupiny obyvatel, včetně dětí, starších osob, osob s již existujícími zdravotními potížemi a obyvatel socioekonomicky znevýhodněných oblastí. Starší populace je obzvláště náchylná vzhledem k jejich snížené schopnosti regulovat tělesnou teplotu a přítomnosti chronických zdravotních problémů. Děti, jejichž tělo se vyvíjí a mají vyšší poměr povrchu k hmotnosti, jsou rovněž více ohroženy nemocemi z horka. U osob s kardiovaskulárními, respiračními a dalšími chronickými onemocněními se mohou během vln horka zhoršit příznaky, což vede ke zvýšené nemocnosti a úmrtnosti. Riziko úmrtí se zvyšuje o 1 až 3 % při každém zvýšení teploty o 1 °C (Alonso a Renard, 2020). Zranitelné skupiny obyvatel žijící v městských oblastech čelí ještě většímu riziku v důsledku efektu UHI, který může vést k vyššímu výskytu úpalu, dehydratace a dalších onemocnění souvisejících s horkem. Kromě toho socioekonomické faktory často omezují přístup ke zdrojům chlazení, jako je klimatizace, což dále zvyšuje zranitelnost těchto skupin během extrémních veder.

Pro řešení tohoto specifického problému poskytuje tento nástroj městům/obcím návod, jak zjistit potřebné údaje pro zmapování zranitelných skupin, lépe pochopit dynamiku rizik spojených s teplem a určit prioritní oblasti pro intervenci. Tyto informace umožňují cíleně zavádět opatření, jako je zvyšování počtu zelených ploch, zlepšování městského designu pro zlepšení proudění vzduchu a poskytování zdrojů, jako jsou chladicí centra v nejméně postižených oblastech. Efektivní mapování a analýza pomáhají stanovit priority, čímž se zajistí, že zdroje budou přidělovány efektivně a že nejzranitelnějším skupinám obyvatel se dostane potřebné ochrany během vln veder.

Pro kvantitativní hodnocení tento nástroj poskytne index zranitelnosti (VI), který měří celkovou zranitelnost s ohledem na rizikové skupiny. VI se vypočítá pomocí několika ukazatelů na základě počtu obyvatel vymezené oblasti. Metodický rámec pro hodnocení je uveden na obrázku 42. Poskytnutá metoda zahrnuje určení potřebných zdrojů dat, výběr ukazatelů, sběr dat a výpočet VI. Kromě toho aplikace příběhových map dále podpoří znalosti pomocí metody narativního sběru obyvatel.



Obrázek 42: Metodický rámec pro hodnocení indexu zranitelnosti (zdroj: BOKU)

Kritéria a ukazatele pro zranitelné skupiny

Zranitelná skupina je definována jako populace, u které je větší pravděpodobnost, že bude vystavena škodám způsobeným účinky UHI (Kuran et al., 2020). Tyto skupiny jsou buď méně odolné vůči teplu, nebo jsou mu více vystaveny. Lidské tělo musí celoročně udržovat teplotu kolem 37 °C, přičemž využívá různé termoregulační mechanismy, jako je produkce potu, zvýšený srdeční výdej a přesměrování krevního toku do kůže, zejména při vysokých teplotách (Hajat et al., 2010). V úvahu je třeba vzít více zranitelných skupin, z nichž každá má jedinečnou náchylnost k nepříznivým účinkům tepla. Úplný seznam ukazatelů je uveden v tabulce 31. Ukazatele jsou rozděleny do tří kategorií: *socioekonomické*, které obsahují informace o věku obyvatel a jejich sociální a finanční situaci; *zdravotní podmínky*, které poskytují informace o zdravotním stavu obyvatelstva, a *infrastruktura*, která informuje o počtu infrastruktur obsahujících zranitelné osoby.

Starší populace, definovaná jako osoby starší 65 let, čelí v obdobích vysokých teplot specifickým problémům. Starší lidé mají často sníženou schopnost vnímat teplo a nemusí cítit potřebu pít dostatečné množství tekutin, což je činí náchylnějšími k dehydrataci a nemocem z horka. Fyziologické změny spojené se stárnutím, jako je snížená funkce potních žláz a nižší kardiovaskulární výkonnost, dále zvyšují jejich zranitelnost vůči extrémnímu horku. Starší osoby navíc častěji žijí osaměle nebo v sociální izolaci, což rizika spojená s vysokými teplotami ještě zvyšuje. Bez pravidelných sociálních kontaktů nebo podpůrné sítě se jim nemusí dostat včasné pomoci nebo připomenutí, aby zůstali hydratovaní a chladní. Tato izolace také znamená, že je méně pravděpodobné, že budou mít přístup ke klimatizovanému prostředí, což dále zvyšuje jejich riziko během vln veder (Hajat et al., 2010).

Děti do pěti let a kojenci mají stejně jako starší lidé potíže s regulací tělesné teploty. Jejich nedostatečně vyvinutý metabolický systém jim ztěžuje odvádění tělesného tepla, což je činí náchylnějšími k přehřátí. Díky této snížené schopnosti termoregulace jsou méně odolní vůči vysokým teplotám a jsou více ohroženi nemocemi z horka.

Lidé s chronickými onemocněními, jako jsou respirační a kardiovaskulární choroby, jsou vystaveni vyššímu riziku úmrtí v důsledku horka než zdraví jedinci. Léky na astma, srdeční choroby a cukrovku mohou zhoršovat termoregulaci tím, že snižují schopnost potit se, a tím zvyšují jejich zranitelnost vůči vysokým teplotám. Kromě toho jsou zdravotně postižení jedinci, včetně osob se sníženou pohyblivostí, často odkázáni na pomoc pečovatелů, což omezuje jejich schopnost samostatně vyhledávat chladicí opatření a činí je náchylnějšími ke zdravotním problémům souvisejícím s teplem.

UHI se dotýká i bezdomovců, kteří často zůstávají v těchto oblastech s omezeným přístupem k vodě. Toto vystavení se ještě zhoršuje nedostatkem přístupu ke zdravotní péči a sociálním službám, které by mohly poskytnout podporu během vln veder. Obavy vzbuzují také osoby s nízkými příjmy, protože je u nich větší pravděpodobnost, že budou žít ve špatně izolovaných budovách, budou čelit nedostupným výdajům za nemocnici a budou mít horší přístup k informačním zdrojům, což dále zvyšuje jejich zranitelnost vůči extrémním podmínkám horka.

Vzhledem k tomu, že většina stavebních prací ve městech probíhá v létě, jsou venkovní pracovníci po delší dobu přímo vystaveni vysokým teplotám, což je činí obzvláště zranitelnými vůči negativním účinkům UHI. Dlouhodobé vystavení vysokým teplotám může vést k onemocněním z horka, jako je vyčerpání z horka, úpal a dehydratace, což významně ovlivňuje jejich zdraví a produktivitu. Fyzická povaha jejich práce navíc zvyšuje jejich vnitřní tělesnou teplotu, což zvyšuje rizika spojená s extrémním horkem.

Obyvatelé hustě osídlených městských oblastí jsou na UHI obzvláště citliví. Výška a hustota budov v těchto oblastech může bránit proudění větru, omezovat přirozené větrání a zadržovat teplo. Tento jev zvyšuje okolní teplotu, takže v těchto čtvrtích je výrazně tepleji než na venkově. Nedostatek zeleně a vysoká koncentrace povrchů pohlcujících teplo, jako je beton a asfalt, dále zhoršují efekt UHI. V důsledku toho čelí obyvatelé těchto oblastí zvýšenému riziku zdravotních problémů souvisejících s horkem, zhoršené kvalitě ovzduší a zvýšené spotřebě energie na chlazení. Iniciativy v oblasti městského plánování, které zahrnují více zelených ploch, reflexních materiálů a lepší konstrukce budov, jsou pro zmírnění těchto účinků zásadní.

Určité etnické a rasové skupiny často bydlí ve špatně izolovaných budovách, což je činí zranitelnějšími vůči extrémním teplotám, které zhoršuje efekt UHI. Jazykové bariéry mohou ztěžovat přístup k důležitým informacím o varování před vedrem a dostupných zdrojích, což dále zvyšuje jejich ohrožení. Tyto skupiny jsou navíc často sociálně, ekonomicky a politicky marginalizovány, což omezuje jejich přístup ke zdravotní péči, finanční podpoře a politické obhajobě. Tato marginalizace může vést k horším zdravotním výsledkům a snížené odolnosti vůči environmentálním stresorům. Řešení těchto rozdílů vyžaduje cílené intervence, včetně programů pro práci s komunitou, překladatelských služeb pro informace o veřejném zdraví a politik zaměřených na zlepšení kvality a dostupnosti bydlení pro marginalizované komunity. Zajištění rovného přístupu ke zdrojům a podpoře je zásadní pro zvýšení odolnosti těchto zranitelných skupin obyvatelstva.

Tabulka 31 : Ukazatele pro hodnocení indexu zranitelnosti. Všechny ukazatele, s výjimkou kapacity nemocnic* a zdravotnických středisek*, zvyšují hodnotu indexu zranitelnosti, když se zvyšují samy o sobě. Šedě zvýrazněné ukazatele jsou zásadní.

Indikátor	Definice	Vztah k UHI
Sociálně-ekonomické		
Mladí lidé (%)	Podíl dětí mladších 5 let na celkovém počtu dětí ve věku do 5 let je vyšší než celkový počet obyvatel	Děti do 5 let jsou rychleji dehydratovány, protože mají potíže s dehydratací. při regulaci jejich metabolismu
Starší lidé (%)	Podíl osob starších ve věku 65 let v porovnání s celkovým počtem obyvatel.	Stejně jako u dětí, i u starších lidí dochází k rychlejšímu dehydratované, protože mají potíže s regulací metabolismu.
Míra chudoby (%)	Podíl osob žijících pod hranicí rizika chudoby na celkovém počtu osob žijících pod hranicí rizika chudoby populace	Lidé žijící pod hranicí rizika chudoby nemají finanční prostředky na to, aby se vypořádali s přehřátím.
Míra nezaměstnanosti (%)	Podíl nezaměstnaných osob na celkovém počtu obyvatel.	Lidé s nízkým příjmem nemají finanční prostředky na řešení přehřátí.
Pohlaví (%)	Podíl žen na celkové populaci	Ženy jsou ve srovnání s muži znevýhodněny v situacích tepelného stresu kvůli fyziologickým rozdílům, a to ještě více u těhotných žen.
Přistěhovalci (%)	Podíl přistěhovalých osob na celkovém počtu populace	Přistěhovalci mohou být jazykově izolovaní a žít ve špatně izolovaných budovách.
Nízkokvalifikaná pracovní místa (%)	Podíl osob s nízkou kvalifikací v průběhu zaměstnané obyvatelstvo	Nízkokvalifikovaná zaměstnání nabízejí méně finančních možností, jak čelit vlnám veder, a často jsou v extrémních podmínkách, jako např. při venkovní pracovníci
Sociální bydlení (%)	Podíl osob žijících v sociálních bytech na celkový počet obyvatel	Sociální bydlení vypovídá více o míře chudoby a podílu nízkopříjmových skupin obyvatelstva.
Hustota zalidnění	Počet obyvatel na km ²	Lidé žijící v místech s vysokou hustotou zalidnění jsou zranitelnější, protože mají obecně nižší hustotu zalidnění. příjem a žádná klimatizace
Důchodci (%)	Podíl důchodců lidí nad celkovým počtem obyvatel	Počet důchodců vypovídá spíše o počtu starších lidí.
Zdravotní stav		

Nemocní lidé (%)	Podíl osob s nemocemi, jako je cukrovka, astma, hypertenze, obezita, na celkovém počtu obyvatel v roce	Lidé s chronickými onemocněními užívají léky, které mohou ovlivnit termoregulaci tím, že snižují jejich schopnost potit se.
Osoby se zdravotním postižením (%)	Podíl osob pobírajících dávky pro dospělé se zdravotním postižením (ADB) na celkovém počtu osob pobírajících dávky pro dospělé se zdravotním postižením (ADB) populace	Lidé, kteří dostávají ADB, jsou závislí na jiných lidech a službách.
Duševně nemocní lidé (%)	Podíl osob, které využívají služby v oblasti duševního zdraví, na celkovém počtu osob populace	Lidé s duševním onemocněním mohou být náchylní k poruchám kognitivních funkcí a vedlejším účinkům léků, které mohou narušit, resp. povědomí a termoregulace
Úmrtnost (%)	Podíl zemřelých v daném roce na celkovém počtu obyvatel.	Míra úmrtnosti může ukazovat na zhoršení zdraví, a tím i zranitelnost vůči vysokým teplotám.

Infrastruktura

Kapacita nemocnic *	Počet lůžek v nemocnicích na 1000 obyvatel	Kapacita nemocnice ukazuje zejména na připravenost města zvládnout tepelnou zátěž. související nemoci
Zdravotní střediska*	Počet zdravotnických zařízení všech typů (soukromých i veřejných) na 1000 obyvatel	Počet zdravotnických zařízení ukazuje, jakou mají občané podporu a péči v případě onemocnění z tepla.
Domovy důchodců	Počet domovů důchodců	Počet domovů důchodců v oblasti svědčí o přítomnosti starších lidí.
Sociální bydlení	Počet sociálních bytů	Počet sociálních bytů ukazuje na přítomnost finančně znevýhodněných osob.

Index zranitelnosti

Pro hodnocení zranitelnosti v různých oblastech obce. Index zranitelnosti se vypočítá váženým součtem všech ukazatelů: je to součet součinů normalizované hodnoty každého ukazatele s jejich příslušnou váhou (rovnice (1)). Stupnice VI je od 0 do 1.

$$VI_0 = \sum_i w_i * nv_i \quad (1)$$

Při indexu zranitelnosti na stupnici od 0 do 1 je w_i váhou ukazatele i a nv_i normalizovaná hodnota ukazatele i .

Normalizace hodnot slouží k lepšímu porovnání a k zajištění konečného měřítka VI. Hodnoty se normalizují tak, že se od hodnoty konkrétního ukazatele odečte minimální hodnota a poté se vydělí rozdílem mezi maximem a minimem (rovnice (2)).

$$nv_i = \frac{(v_i - v_{min})}{(v_{max} - v_{min})} \quad (2)$$

Příčemž v_i je hodnota ukazatele I, v_{min} je minimální hodnota tohoto ukazatele a v_{max} je maximální hodnota tohoto ukazatele.

Vyšší hodnota tohoto indexu znamená, že zkoumaná oblast je z hlediska rizikových skupin více ohrožena UHI. To může znamenat, že během vln veder bude potenciálně mnoho lidí trpět nemocemi souvisejícími s teplem. Aby se stupnice pohybovala od 1 do 5, přičemž 5 je nejvyšší hodnota, je třeba změnit stupnici indexu (rovnice (3)).

$$VI_1 = 1 + 4 * VI_0 \quad (3)$$

Pokud je například vypočtená hodnota VI 0,5 z 1, její hodnota na stupnici od 1 do 5 bude 3 (rovnice (4)).

$$VI_2 = 1 + 4 * 0,5 = 3 \quad (4)$$

Příčemž VI_2 je hodnota indexu zranitelnosti příkladu na stupnici od 1 do 5.

Stanovení indexových vah

Každému ukazateli je třeba přiřadit váhu (hodnoty mezi 0 a 1). Tato váha vyjadřuje důležitost ukazatele, a tedy jeho podíl na indexu zranitelnosti. Například podíl starších osob může být pro posouzení zranitelnosti oblasti z hlediska rizikových skupin důležitější než hustota obyvatelstva.

Pro stanovení vah, tedy pro určení důležitosti konkrétních ukazatelů oproti ostatním, je třeba v průběhu procesu hodnocení UHI města uspořádat pracovní seminář, do kterého budou zapojeny zúčastněné osoby z obce. Nejprve je třeba určit zapojené osoby, zúčastněné strany a odborníky, které je třeba do workshopu zahrnout. Během workshopu představte ukazatele, které budou použity v indexu zranitelnosti, a zprostředkujte diskusi s cílem shromáždit názory na jejich relativní důležitost a systematicky přiřadit váhy jednotlivým ukazatelům. Zajistěte strukturovaný proces sběru a analýzy dat a poskytněte příležitost pro zpětnou vazbu a revize. Nakonec zdokumentujte zjištění a konsensus dosažený během semináře a sdělte výsledky všem zúčastněným stranám, čímž zajistíte transparentnost indexu zranitelnosti.

Tato metoda má svá omezení, zejména z důvodu vážení ukazatelů a výběru ukazatelů. Proto je důležité kombinovat tento výsledek s podněty občanů. Města mohou například uspořádat setkání s některými určenými občany, aby získala zpětnou vazbu. Místní orgány mohou využít sociální média, aby ještě více zapojily komunitu a informovaly ji o výsledcích. Prostřednictvím těchto médií mohou také zvyšovat povědomí před vlnami veder a během nich a informovat o vhodném chování.

Sběr dat

Pro výpočet indexu zranitelnosti zranitelných skupin je nejdůležitější dostupnost údajů pro ukazatele uvedené v části **Chyba! Reference source not found.**4. Obec musí určit odbory nebo organizační jednotky pro jednotlivé ukazatele a určit údaje

dostupnost. Údaje, rozdělené do sekcí socioekonomických a zdravotních podmínek a infrastruktury, lze získat z různých míst, včetně existujících datových souborů a platform s otevřeným zdrojovým kódem (např. datový portál Evropské unie <http://data.europa.eu/euodp> nebo vládní databáze). Údaje týkající se socioekonomického statusu lze obvykle nalézt v národních statistikách sčítání lidu nebo v oficiálních průzkumech domácností. Pokud jde o statistiky týkající se zdraví, je možné je získat prostřednictvím ministerstev a odborů zdravotnictví, otevřených dat z národních úřadů pro kontrolu nemocí nebo systémů zdravotního dohledu. Informace o kapacitě nemocnic lze obvykle zjistit prostřednictvím místních zdravotnických úřadů a sítí nemocnic.

Data mohou být k dispozici v různých formátech, například v tabulkách, mapách kompatibilních s GIS (geografickým informačním systémem) nebo v textových dokumentech. Pro spolehlivost indexu zranitelnosti je zásadní zajistit, aby data byla přesná a aktuální. Kromě toho může být zapotřebí předběžné zpracování dat. Využití nástrojů, jako je software pro validaci a čištění dat, může pomoci udržet kvalitu a konzistenci dat, což v konečném důsledku vede k přesnějším a komplexnějším hodnocením zranitelnosti.

Nedostatky v údajích a zapojení komunity

Kromě průzkumů nebo šetření, jejichž cílem je doplnit chybějící údaje, lze občanskou vědu použít také k doplnění hodnocení zranitelnosti sociálních skupin. Jedná se o užitečný přístup nejen k získání konkrétních údajů, ale také k zapojení komunit. Existují následující nástroje:



Mobilní aplikace: Mobilní aplikace se snadno používají k odesílání údajů, jako jsou například pozorování tepla od obyvatel. Aby se každý cítil svobodně, je tento nástroj anonymní.

Příklad: SpeakUp, [vaše priority](#)



Průzkumy Společenství: Průzkumy v komunitách shromažďují kvantitativní i kvalitativní údaje o ukazatelích zranitelnosti, ale také o vnímání rizik, chování lidí během vln horka a jejich potřebách. Můžete také provést sčítání lidu. Respondenti musí uvést svůj socioekonomický status, své případné zdravotní problémy, obytnou oblast, ve které žijí, a zda trpí účinky UHI.

Příklady (všechny zdarma): Příklady: Google forms, SurveyMonkey, LimeSurvey.



Platformy pro společnou analýzu dat: Po shromáždění dat mohou být občané zapojeni do jejich analýzy, aby se ještě více zapojila komunita. To by bylo přínosem, protože interpretace těchto výsledků by se prováděla kolektivně, a tak i s většinou základních otázek.

Příklady: Datawrapper (bezplatná verze), GitHub, Jupyter Notebook.

Základní údaje

Základní údaje pro hodnocení indexu zranitelnosti se skládají ze základních ukazatelů pro kategorie uvedené v **Chyba! Reference source not found.**4. Pro každou vymezenou oblast je třeba stanovit nebo shromáždit jednu hodnotu pro každý základní ukazatel. Metody odstraňování

nedostatků v údajích o zranitelnosti naleznete na konci této kapitoly.



Další údaje

Dodatečné údaje jak pro socioekonomické kategorie, tak pro kategorie zdravotního stavu pomáhají doplnit ty základní, protože jsou přesnější a správnější. Dodatečné ukazatele v **Chyba! Reference source not found.**4 jsou seřazeny podle důležitosti a není nutné mít je všechny.

Mapování příběhu

Kromě výpočtu indexu zranitelnosti může mapování příběhů poskytnout cenné kvalitativní informace o tom, jak obyvatelé vnímají účinky UHI v obytných oblastech a na různé sociální skupiny. Příběhová mapa obsahuje několik mediálních nástrojů pro ilustraci příběhu založeného na mapě, s narativní strukturou a možností interaktivity a sdílení s ostatními. Zástupci města mohou také přímo oslovit občany, zejména starší lidi, kteří nemají nutně přístup k počítači, a zeptat se jich na jejich příběh a zkušenosti s UHI. Je to skvělý způsob, jak posílit komunikaci a zapojení komunity do problému UHI. Díky lokalizaci příběhů také poskytuje přesnější a komplexnější představu o rizikových skupinách.

Průvodce použitím nástrojů

Průvodce krok za krokem pro posouzení zranitelnosti

Krok 1: Soupis dostupných údajů

Města musí porozumět ukazatelům a tomu, co je v sázce při hodnocení UHI. Důležité je také určit osoby nebo oddělení místního úřadu, které budou získávat příslušné informace a diskutovat o ukazatelích. Například města se pravděpodobně budou muset obrátit na odbor zdravotnictví, aby získala údaje týkající se zdraví. Zvažte tyto otázky pro každý ukazatel:

- Víte, o co jde?
→ Například: u nezaměstnaných osob je to počet dospělých obyvatel v dané oblasti, kteří nemají v současné době práci, ale hledají ji nebo nemohou pracovat z důvodu zdravotního postižení nebo nemoci. To znamená, že nemají žádný dostatečný příjem.
- Kdo má data k dispozici / kdo je shromažďuje?
→ Například: u nezaměstnaných je to nejspíše úřad práce. Zjistěte, které místní instituce nebo oddělení jsou za to zodpovědné, a požádejte o informace ty správné osoby.
- Máte již tyto informace?
→ Například: u nezaměstnaných můžete mít k dispozici čísla z předchozích let.
- Pro kterou oblast jsou tyto informace k dispozici?

→ Například: statistické údaje o počtu nebo podílu nezaměstnaných osob mohou být k dispozici za celé město, nikoliv za jednotlivé obytné oblasti. V takovém případě by to nebylo dostačující.

- Jak jsou data prezentována?

→ Existuje mnoho formátů: tabulka (dokument Excel), text (pdf) jako zprávy nebo publikace, geografická data (shapefiles), například pro umístění infrastruktury.

- Od kdy je?

→ Například: údaje o nezaměstnaných v určité oblasti mohou pocházet z minulého století, ale pro účely tohoto hodnocení rizik UHI by byly zastaralé. Místo toho by bylo lepší použít údaje přibližně maximálně 10 let staré, zejména pokud došlo k výrazným změnám v počtu obyvatel města.

Krok 2: Výběr ukazatelů

Ukazatele uvedené v tabulce 14 nejsou všechny vyžadovány pro posouzení UHI. Města si je mohou vybrat podle svého pohledu a znalostí obyvatelstva. Vzhledem k tomu, že jsou pro každou kategorii seřazeny od nejdůležitějších po doplňkové shora dolů, doporučuje se vybrat první z nich v každé části (socioekonomické, zdravotní podmínky, infrastruktura).

Krok 3: Rozdělení města na oblasti

To je zásadní pro rozlišení oblastí s různou zranitelností. Tyto oblasti mohou být již existující (odpovídající okresu nebo sčítacímu obvodu), nebo ne. Jejich velikost nesmí být příliš velká, aby zajistila dostatečnou přesnost analýzy, a nesmí být příliš malá, aby byla zajištěna dostupnost údajů.

Krok 4: Mapa příběhu

Mapu příběhu začněte vytvářet podle níže uvedeného nástroje. Tento úkol lze provést nezávisle na ostatních krocích.

Krok 5: Sběr zbývajících údajů

Pro každou oblast shromážděte zbývající údaje, které nemáte k dispozici o vybraných ukazatelích. Můžete je vložit do excelu nebo jednoduše a přímo do papírové mapy (pokud oblastí není tolik).

- Demografické údaje

- Mladí a starší lidé
- Chudí lidé
- Nezaměstnaní
- Pohlaví
- Přistěhovalci

→ Údaje ze sčítání lidu

→ Pokud není k dispozici: dotazník

- Lidé s nízkou kvalifikací
 - Údaje ze sčítání lidu
 - Pokud není k dispozici: Získejte představu z příběhových map



- Hustota obyvatelstva
 - Údaje ze sčítání lidu
 - Pokud není dostupný přímo: vezměte počet obyvatel oblasti a vydělte ho plochou oblasti (v km²).
- Důchodci
 - Údaje ze sčítání lidu nebo záznamy agentury sociálního zabezpečení
 - Pokud není k dispozici: dotazníky
- Lidé bez maturity
 - Údaje ze sčítání lidu
 - Pokud není k dispozici: nahraďte jej podílem osob bez vysokoškolského vzdělání.
- o Zdravotní údaje
 - Nemocní lidé
 - údaje ze sčítání lidu, údaje ze zdravotnických zařízení nebo Červeného kříže, otevřené údaje z národních úřadů pro kontrolu nemocí.
 - Pokud není k dispozici: udělejte si představu pomocí příběhových map.
 - Osoby se zdravotním postižením
 - Údaje ze zdravotnických zařízení, otevřené údaje z národních úřadů pro kontrolu nemocí nebo záznamy ADB (dávky pro dospělé osoby se zdravotním postižením).
 - Pokud není k dispozici: udělejte si představu pomocí příběhových map.
 - Duševně nemocní lidé
 - Data ze zdravotnických institucí, otevřená data z národních úřadů pro kontrolu nemocí nebo prostřednictvím počtu psychologických ústavů.
 - Pokud není k dispozici: udělejte si představu pomocí příběhových map.
 - Úmrtnost
 - Údaje ze zdravotnických zařízení, městského zdravotního odboru
 - Pokud není k dispozici: můžete pokračovat bez něj
- o Geografické údaje
 - Kapacita nemocnic
 - Údaje od místních zdravotních úřadů, ministerstva zdravotnictví
 - Kde se nacházejí nemocnice, domovy důchodců a sociální byty?
 - Kolik zařízení je ve městě?

Dotazník může být méně účinným způsobem získávání informací a mohl by občany od projektu odradit, protože otázky mohou být vnímány jako dotěrné. Proto by dotazníky měly být až poslední možností. Města by měla upřednostnit inkluzivnější nástroje, jako jsou příběhové mapy a mobilní aplikace.

Krok 6: Ověření údajů

Ověřte údaje, abyste zajistili kvalitu hodnocení.

- o S jinými zdroji, pokud jsou k dispozici
- o s občany prostřednictvím setkání nebo platformy pro společnou analýzu dat.

Krok 7: Výpočet indexu zranitelnosti

Vypočítejte VI pro každou oblast.

- Stejně váhy mezi ukazateli
- Normalizace hodnot
 - Vytvořte vážený součet

Krok 8: Vizualizace

Pomocí QGIS nebo papírové mapy zobrazte různé indexy a zjistěte, které oblasti jsou nejzranitelnější. Podívejte se na příběhovou mapu, abyste získali více informací o tom, co lidé během vln veder zažili a pocítili.

Mapa příběhu

Cílem je mít mapu s příběhem občanů týkajícím se UHI. Mapy s příběhem se obvykle vytvářejí na internetových stránkách, které umožňují spolupráci a sdílení a také integraci fotografií nebo videí. Mezi příklady bezplatného softwaru patří Esri (StoryMaps, bezplatná verze), MapStory (zdarma), StoryMapJS.

1. Sdílejte mapu s občany a požádejte je, aby se podělili o svůj příběh týkající se UHI na správném místě mapy. Na adrese
2. V tabulce 32 je uveden seznam otázek, které jim pomohou.
3. Určete zdravotnická zařízení (nemocnice nebo ordinace lékařů), sociální bydlení a domovy důchodců.
4. Vytvořte nové rozdělení městských oblastí, které přinesly podobné příběhy.

Tabulka 32: Vzorové otázky pro příběhovou mapu

Vzorové otázky

- Ve které oblasti žijete?
- Považujete se za osobu obzvláště citlivou na teplo?
- Znáte pojem UHI?
- Zažili jste někdy jeho účinky?
- Pokud ano, vedlo to k nemocem z horka, jako je vyčerpání z horka nebo křeče z horka?
- Pokud ano, měl/a jste přístup ke zdravotním službám, pokud ano?
- Jak zvládáte tyto vysoké teploty?
- Je váš dům vybaven klimatizací?
- Máte přátele nebo rodinu, na které se můžete v extrémních vedrech spolehnout?
- Jakým největším výzvám čelíte během vln veder?
- Jak ovlivňují vaše životní podmínky (např. typ bydlení, dostupnost klimatizace) vaši schopnost zvládat vlny veder?
- Jak ovlivňuje prostředí ve vašem okolí (např. přítomnost zeleně, stromový porost) vaše zkušenosti s vlnami horka?
- Co byste vzkázali místním vedoucím představitelům nebo tvůrcům politik o dopadech vln veder?



NÁSTROJ 4 - PŘIPRAVENOST A ADAPTAČNÍ KAPACITA MĚST A OBCÍ

Cíl hodnotícího nástroje

Stupňující se dopady změny klimatu na zastavěné městské oblasti včetně zvyšujícího se počtu VJP mají přímou souvislost s adaptační kapacitou daného území. Dopady změny klimatu se projevují jak přímými náklady na lidské životy a blahobyt, ničením majetku a dalšími ekonomickými škodami, tak nepřímo prostřednictvím dopadů na různá odvětví, které mohou vyvolat dopady na ekonomiku, lidské zdraví, vzdělání a mobilitu lidí (IPCC 2022).

Městské a regionální orgány často reagují na katastrofy a málo se věnují snižování nebo řízení rizik komplexním, preventivním způsobem. Územní samosprávy jsou často omezeny nedostatkem aktuálních, komplexních a dostatečně podrobných informací o nebezpečí a expozici v osídlených oblastech. To se týká měst, jejich funkčních oblastí (FUA) i mikroregionů a regionů považovaných za sociální ekosystémy. Navzdory potenciálním dopadům, které mají katastrofy na finanční zdroje místní a regionální samosprávy a funkčnost obcí a regionů, zůstává řízení rizik katastrof ex post, s malou pozorností věnovanou preventivním nebo zmírňujícím opatřením.

Tato metodika hodnocení rizik UHI nabízí možnost rozvíjet odpovídající kompetence pro zvládání výzev spojených se změnou klimatu na místní a regionální úrovni se zaměřením na zastavěné oblasti.

Metodika se zaměřuje na přírodní klimatologická rizika v zastavěných oblastech a jejich FUA. Jak uvádí zpráva Světové banky, "rozdíl mezi přírodními a člověkem způsobenými nebezpečími je často velmi malý. Využití půdy a technologické zásahy v zastavěných oblastech mohou někdy vyvolat přírodní nebezpečí a naopak. Zatímco mnoho nebezpečí je přírodního původu, změny způsobené člověkem mohou zhoršit četnost nebo intenzitu nebezpečí". (Dickson E. et al., 2012). Současná metodika hodnocení zranitelnosti a rizik městských tepelných ostrovů je použitelná v různých typech obydlených zón v městských oblastech.

Metodika hodnocení rizik ve městech vypracovaná Světovou bankou navrhuje, aby se podobná hodnocení zaměřila "na tři pilíře, které společně přispívají k pochopení rizik ve městech, včetně rizika UHI: a) hodnocení dopadu nebezpečí, b) institucionální hodnocení a c) socioekonomické hodnocení" (Dickson E. et al., 2012). Tento přístup "umožňuje flexibilitu při jeho aplikaci v závislosti na dostupných finančních a jiných zdrojích, dostupných údajích týkajících se nebezpečí a obyvatelstva žijícího v posuzované oblasti a institucionální kapacitě daného města".

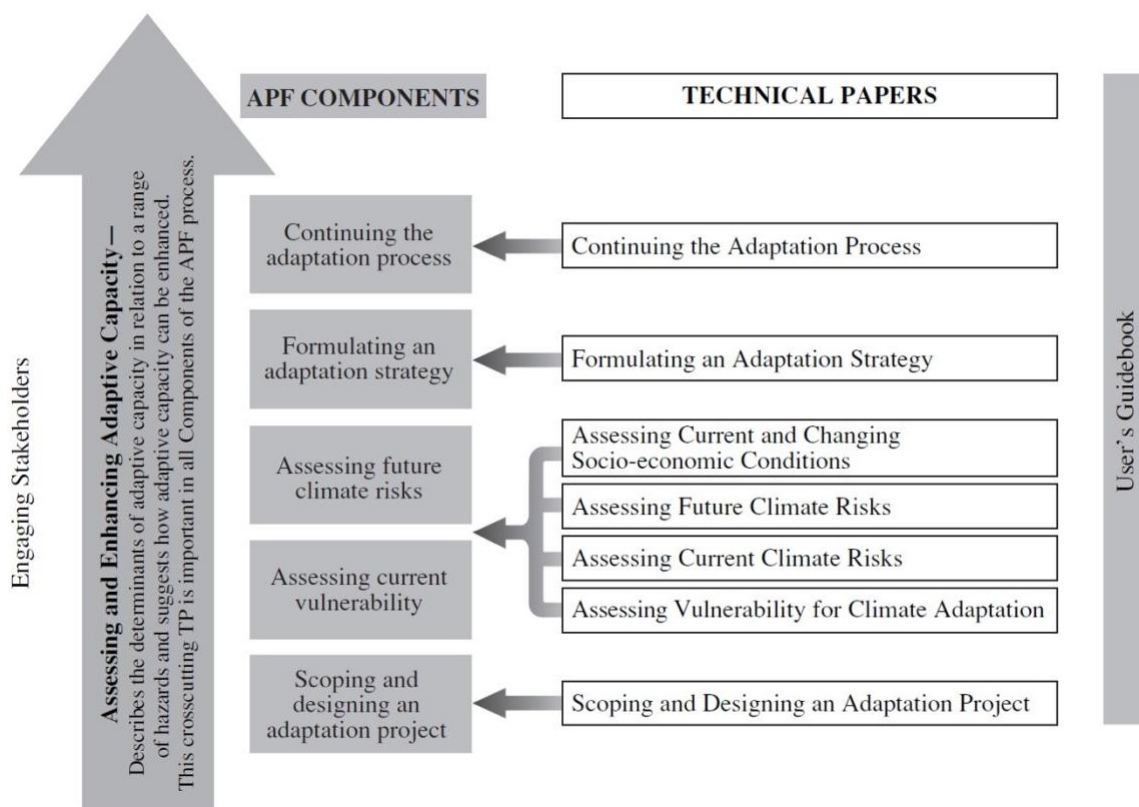
Adaptační kapacita popisuje schopnost uspořádat překonat důsledky a rizika změny, která nastane, a to jak při určování činností, tak při využívání zdrojů a technologií. Pro určení adaptační kapacity oblasti je nutné identifikovat rizika a nebezpečí s ní spojená.

Jak posoudit připravenost a adaptační kapacitu

UHI představuje nepříjemnost a teplo je klasifikováno jako riziko. Extrémní horko nepůsobí na všechny obyvatele v zastavěných oblastech stejně. Zranitelnost je často definována jako kombinace expozice, citlivosti a adaptační kapacity, mnozí vědci však tvrdí, že kvantitativní vyjádření adaptační kapacity je obzvláště obtížné. Adaptační kapacita je v moderních analýzách zranitelnosti urbanizovaných oblastí vůči teplu zastoupena nedostatečně. (Guardaro et al., 2022)

Adaptační kapacita označuje "schopnost" lidského systému (také sídel nebo regionů) přizpůsobit se změně klimatu, zmírnit potenciální škody, využít příležitostí nebo se vyrovnat s jejími důsledky (Agard a Schipper et al., 2014).

Jedna z možných definic adaptační kapacity, jak ji navrhuje současný výzkum, je následující: "Adaptační kapacita je vlastnost systému přizpůsobit své charakteristiky nebo chování tak, aby se rozšířil jeho rozsah zvládání stávající proměnlivosti klimatu nebo budoucích klimatických podmínek. V praxi je adaptační kapacita schopnost navrhovat a realizovat účinné adaptační strategie nebo reagovat na vyvíjející se nebezpečí a stresy s cílem snížit pravděpodobnost výskytu a/nebo rozsah škodlivých následků vyplývajících z nebezpečí souvisejících s klimatem." (Brooks a Adger, 2005). Vzhledem k tomu, že adaptační kapacita představuje rámec adaptační politiky, je pokryta pěti základními složkami (obrázek 21).

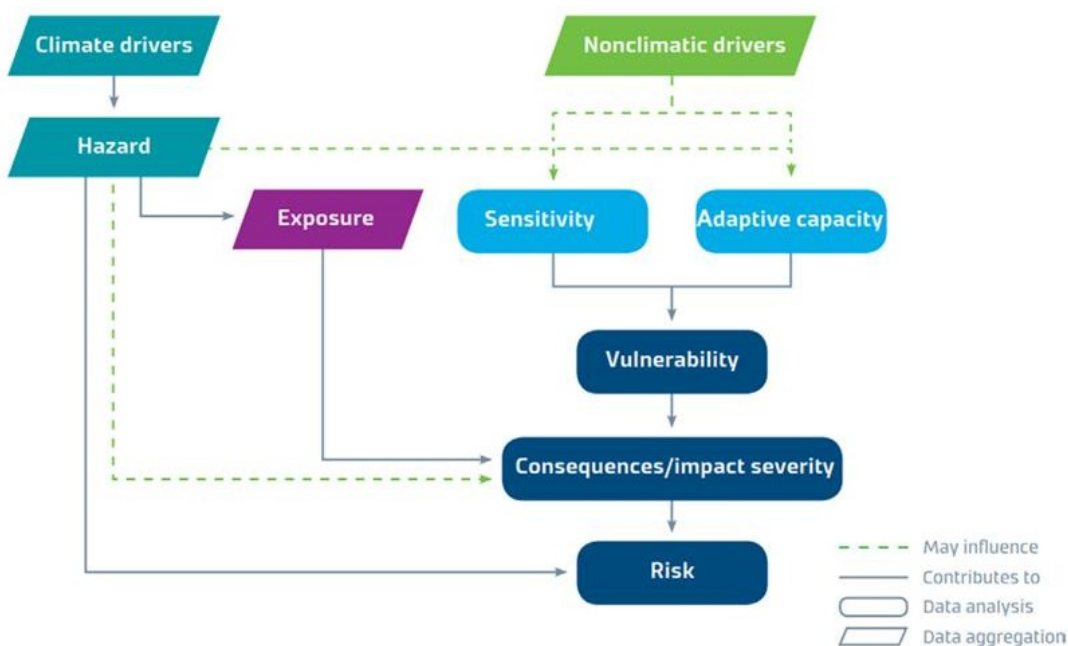


Obrázek 43: Vztah adaptační kapacity k adaptačnímu politickému rámci (APF) (Brooks a Adger, 2005)

Adaptační kapacita se bude lišit v závislosti na územní úrovni; reakce na změnu klimatu na místní nebo regionální (mikroregionální) úrovni se může výrazně lišit od reakce na národní úrovni.

Adaptační kapacita "představuje soubor zdrojů, které jsou k dispozici pro adaptaci, a také schopnost nebo kapacitu daného systému tyto zdroje efektivně využívat při adaptaci. Tyto **zdroje** mohou být **přírodní, finanční, institucionální** nebo **lidské** a mohou zahrnovat přístup k ekosystémům, informacím, odborným znalostem a sociálním sítím" (Brooks a Adger, 2005; zvýraznění doplněno). Jak autoři upřesňují, "realizace této kapacity může být zmařena vnějšími faktory; tyto vnější překážky je proto třeba také řešit. Na místní úrovni mohou tyto překážky

mají podobu vnitrostátních předpisů nebo hospodářských politik, které brání svobodě jednotlivců a komunit jednat nebo znemožňují realizaci některých adaptačních strategií." Adaptační kapacita tedy závisí na schopnosti společnosti jednat kolektivně a řešit konflikty mezi svými členy - což jsou faktory, které jsou silně ovlivněny správou věcí veřejných. Nejběžnějšími ukazateli adaptační kapacity jsou (Eugenio et al., 2016): zkušenosti, znalosti, sociální učení, individuální kompetence, přístup ke zdrojům a adaptační opatření.



Obrázek 44: (Rome et. al, 2019).

Rozvoj adaptační kapacity na různá klimatická nebezpečí je neúčinnější, pokud je zaměřen na systémy (např. na zastavěné oblasti a zejména na UHI) a na obyvatelstvo, které je klimatickými nebezpečími nejvíce ohroženo (starší lidé, děti), přičemž riziko je funkcí zranitelnosti a expozice nebezpečí (**Error! Reference source not found.**) Velmi užitečné jsou procesy určování ohrožení, zranitelnosti a citlivosti, které identifikují zóny (stejně jako UHI), oblasti, regiony a skupiny

s vysokou zraniteľnosť, tj. zvýšenou sociálne podmienenou zraniteľnosť a klimatickým ohrozením).



Zranitelnost vůči změně klimatu je obtížné objektivně změřit. Obvykle se zranitelnost vůči změně klimatu považuje za funkci fyzického dopadu a adaptační (nebo sociální) kapacity, tj. závažnosti změny (která je funkcí expozice a citlivosti) a naší schopnosti a ochoty na tuto změnu reagovat, jak je uvedeno v **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**

Určení adaptivní kapacity

Adaptační kapacita je schopnost navrhovat a provádět účinné adaptační strategie nebo reagovat na vyvíjející se nebezpečí a stresy s cílem snížit pravděpodobnost výskytu a/nebo rozsah škodlivých následků vyplývajících z nebezpečí souvisejících s klimatem. Adaptační proces vyžaduje schopnost poučit se z předchozích zkušeností při zvládnání současného klimatu a použít tyto zkušenosti pro zvládnání budoucího klimatu, včetně neočekávaných událostí. Mezi další faktory patří kvalita institucí a rozhodovacích procesů, dostupnost údajů, zdrojů a technologií a zásoba lidského a sociálního kapitálu (Tol a Yohe, 2007).

Adaptační kapacita je funkcí dostupných finančních a lidských zdrojů a možností adaptace a může se lišit podle rizik a různých odvětví. Hodnocení rizik UHI umožňuje formulovat veřejnou politiku a opatření ke zmírnění dopadů souvisejících s UHI účinným způsobem a zvyšuje adaptační kapacitu na úrovni jednotlivců (Xu et al., 2019; Filho et al., 2018). Podle Mezivládního panelu pro změnu klimatu vyšší adaptační kapacita na UHI vyvolanou změnou klimatu snižuje socioekonomické ztráty a zlepšuje odolnost vůči nadměrným vedrům (IPCC, 2014).

Lze očekávat, že adaptační kapacita bude negativně ovlivněna intenzitou samotné změny klimatu. Různé regiony vykazují různé úrovně dosavadní adaptační kapacity a čelí různým typům adaptačních omezení a limitů. Vzhledem k tomu, že regiony jsou také různě vystaveny klimatickým rizikům (vlny veder, vysoké teploty, sucho, bouře, přívalemé deště, povodně, sesuvy půdy atd.

Kritéria a ukazatele pro hodnocení připravenosti a adaptační kapacity na místní a regionální úrovni

Adaptační kapacita není přímo měřitelná. Ukazatele adaptační kapacity se určují obtížněji než ukazatele rizika. Fyzická rizika spojená s dopady změny klimatu mohou být vyvolána konkrétními událostmi (extrémní povětrnostní jevy, např. vlny veder nebo mrazů, povodně atd.), které jsou vyvolány nebo souvisejí s dlouhodobějšími změnami předurčenými klimatickými zákonitostmi (např. vyšší průměrné teploty vzduchu, změna srážkových poměrů atd.). Riziko se v terminologii IPCC vztahuje pouze na "lidské nebo ekologické systémy". Definice "rizika" souvisejícího s dopady změny klimatu si zachovala pojem "nebezpečí", který popisuje klimatickou příčinu rizika. To je v souladu s definicí pojmu riziko v šesté hodnotící zprávě IPCC (2023). UHI představují rizika způsobená extrémními klimatickými jevy (vlny veder, tropické dny a noci) v zastavěných oblastech.

Ukazatele pro stanovení adaptační kapacity vyplynou z odpovědí na klíčové otázky (níže uvedené otázky jsou převzaty z výše uvedené zprávy Světové banky o hodnocení rizik ve městech):

- Jaká jsou hlavní rizika UHI, kterým čelí příslušný socioekosystém (obec nebo region)?

- Jaké jsou hlavní dopady těchto rizik a které prvky lidského systému jsou nejzranitelnější?
- Proč jsou tyto prvky obzvláště zranitelné?
- Jaká opatření by snížila zranitelnost těchto prvků?
- Jaké faktory rozhodují o tom, zda budou opatření přijata?
- Můžeme tyto faktory posoudit, abychom změřili schopnost obyvatelstva systému tato opatření realizovat?
- Jaké jsou vnější a vnitřní překážky pro provádění těchto opatření?
- Jaké schopnosti sociálního systému jsou k dispozici nyní a jaké budou k dispozici/budou chybět v budoucnu, aby se snížilo příslušné riziko?

Klíčovými faktory určujícími adaptační kapacitu jsou finanční zdroje, institucionální kapacity, lidské a přírodní zdroje a infrastruktura.

Příklady ukazatelů adaptační kapacity:



Institucionální faktory: struktura řízení, legislativní a regulační režimy, politiky, plány, instituce.



Sociální faktory: sociální vazby, soudržnost komunity, schopnost komunit učit se/samostatně se organizovat, dostupné dovednosti a znalosti.



Ekonomické faktory: veřejné finanční zdroje, příjem domácnosti, přístup k finančním zdrojům, plány pojištění.



Technologické faktory a vědecké poznatky: dostupnost technologických, sociálních, institucionálních, environmentálních a dalších inovací; schopnost využívat inovace nebo dostupnost informací o přizpůsobení se změně klimatu.

Při určování ukazatelů připravenosti a adaptační kapacity je důležité vzít v úvahu všechny relevantní aspekty systému (region, obec, zóna, JZÚ, obec atd.). Například při posuzování schopnosti města zvládat povodně je třeba vzít v úvahu faktory, jako jsou stávající plány protipovodňové ochrany a dostupnost finančních zdrojů na investice do protipovodňové ochrany. Při posuzování schopnosti obce předcházet vzniku UHI nebo zmírňovat dopady stávající UHI je třeba vědět, zda existuje strategický dokument (např. akční plán, plán adaptace na změnu klimatu atd.) s návrhy a plány na realizaci opatření ke zmírnění UHI v zastavěném území; zda jsou k dispozici zdroje na realizaci opatření, jaká dokumentace je pro realizaci některých opatření nezbytná atd.

Faktory ukazatelů adaptační kapacity se často vzájemně ovlivňují. Například kvalitní legislativa a politiky mohou zlepšit schopnost společnosti vyrovnat se s nepříznivými důsledky rizik a přizpůsobit se budoucím změnám. Vysoký sociální kapitál může zvýšit schopnost společnosti vyrovnat se s nepříznivými důsledky ohrožení a pomoci jí přizpůsobit se budoucím změnám.

Zvýšením hodnoty ukazatelů adaptační kapacity se snižuje zranitelnost systému vůči hrozbám a zvyšuje se jeho odolnost.

Obecně platí, že vybrané ukazatele by měly být relevantní, dosažitelné a časově omezené:

- Specifičnost/relevance: Ukazatele by měly být relevantní pro posuzované riziko (UHI) a měly by poskytovat informace o dopadu změny klimatu na posuzovaný systém. Ukazatel by měl být dostatečně konkrétní, aby byl srozumitelný a použitelný.
- Měřitelnost: Ukazatele by měly být stanoveny na základě dostupných údajů.
- Časově omezené: Ukazatele by měly být citlivé na změny v čase.
- Dosažitelnost / cenová dostupnost: Sběr a aktualizace údajů o ukazatelích by měly být finančně dostupné. Ukazatel by měl být dosažitelný v rámci stanovených časových a zdrojových omezení.

Sběr dat a zdroje dat pro posouzení adaptační kapacity

Před sběrem dat je vhodné vytvořit seznam předběžných ukazatelů pro každý faktor. Je důležité si uvědomit, že neexistuje žádný univerzální seznam ukazatelů pro hodnocení adaptační kapacity. Výběr ukazatelů závisí na konkrétním socioekosystému (např. město, vesnice) a na dostupných údajích. Příklady postupů, jak vybrat vhodné údaje, lze nalézt na [internetových stránkách SVS](#); relevantní údaje lze vytěžit z více zdrojů, shromáždit nebo odvodit pomocí modelování, simulace atd.

Zdroje dat:

- Informace o UHI od místního/regionálního úřadu/úřadu městské části, odboru územního plánování, odboru politiky životního prostředí, územního plánu, oddělení GIS.
- Dostupné tematické mapy: termální mapy - mapa povrchové teploty, mapa teploty vzduchu /v létě, v zimě atd./; mapa tepelného komfortu atd.
- Volně dostupná relevantní data včetně satelitních snímků, například CORINE, LandCover, Copernicus Land Monitoring Service - Urban Atlas (land.copernicus.eu), Landsat Program (landsat.gsfc.nasa.gov), ESRI basemaps (<https://arcgis.com>), Google maps (maps.google.com), OpenStreetMap
- Klimatologické instituce v zemi: ukazatele klimatického ohrožení (výskyt vln veder, počet tropických dnů/nocí, počet klimatologických výstrah, informace o hydrologickém suchu - nedostatku srážek atd.).
- Statistický úřad: demografické a jiné údaje ze sčítání lidu (pro informace o ohrožených skupinách).
- Informace od orgánů státní správy a podřízených orgánů, např. vodní zdroje, pitné fontány, dostupnost vodovodů, stupeň ochrany území, exteriérové mobilní osvěžovače vzduchu atd.

Příklady metod sběru dat

Odborné posouzení

- Metody: participativní workshopy, rozhovory
- Ukazatele: znalost místních podmínek, soudržnost komunity, sociální vazby atd.
- Výhody: lze použít rychle a levně, může poskytnout jedinečné poznatky.
- Nevýhody: subjektivní, závisí na odborných znalostech jednotlivých respondentů.

Modelování/simulace

- Metody: modely adaptační kapacity založené na datech z termálních a hydrologických modelů, modely podzemních vod; modelování sucha, syntéza dat pomocí umělé inteligence.

- Indikátory: plocha (km² nebo %) ÚSES v zastavěném území, počet ÚSES v obci, plocha území (km² nebo %) v zastavěném území s ochlazovacím účinkem, počet krajinných prvků s ochlazovacím účinkem - počet parků, zelených ploch se stromy, počet vodních prvků v území (vodní toky, vodní plochy, fontány apod.), objem odtoku, systémy proudění podzemních vod.
- Výhody: lze simulovat složité systémy, poskytuje vhled do budoucích scénářů atd.
- Nevýhody: časově náročné, vyžadují odborné znalosti, datově náročné.

Měření a satelitní snímkování

- Metody: analýza satelitních dat, teploměrů, vlhkoměrů a dalších měřicích zařízení (online meteorologické stanice, zařízení pro měření pocitové teploty).
- Ukazatele: povrchová teplota, teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, odtok vody, pokrytí půdy.
- Výhody: vysoce přesné údaje
- Nevýhody: vyžaduje určitou úroveň odborných znalostí a dovedností, případně statistickou analýzu.

Údaje ze sčítání lidu, průzkumy

- Metody: dotazníky, průzkumy
- Ukazatele: věková struktura, vzdělání, stav budov, chlazení v budovách
- Výhody: poskytuje podrobné údaje o socioekonomických faktorech.
- Nevýhody: získávání dat je časově náročné, vyžaduje odborné znalosti, statistickou analýzu ; riziko GDPR.

Průvodce použitím nástrojů

Posouzení adaptační kapacity města vyžaduje podrobné zkoumání různých ovlivňujících faktorů. Následující kontrolní seznam může pomoci vyhodnotit, jak jsou místní a regionální samosprávy připraveny a efektivní při zvládnutí rizika katastrof (UHI) a změny klimatu. Nabízí jednoduchý způsob, jak posoudit jejich připravenost a schopnost reakce.

Kontrolní seznam pro identifikaci faktorů, které ovlivňují připravenost a adaptační kapacitu obce

Hodnotící stupnice

- 1= není nastaveno vůbec, neexistence systému
- 2 = nastavení/vybavení/připravenost na velmi nízké úrovni
- 3 = průměrná úroveň nastavení/vybavení/připravenosti
- 4 = dobrá úroveň nastavení/vybavení/připravenosti
- 5 = vysoká (přesná) úroveň nastavení/vybavení/připravenosti

A. Struktura místních/regionálních úřadů (otázky v oddílech A a B vycházejí ze zprávy Světové banky) (Dicson at al., 2012):

- Na jaké úrovni je oddělení řízení rizik katastrof? (stupnice 1-5)
- Na jaké úrovni je oddělení životního prostředí, udržitelnosti a změny klimatu? (stupnice 1-5)

B. Odpovědnost za řízení rizik katastrof a řízení změny klimatu

- Jsou povinnosti v obci jasně specifikovány? (stupnice 1-5)

- Je stanovena odpovědnost za řízení změny klimatu? (stupnice 1-5)
- Na jaké úrovni je stanovena odpovědnost za řízení rizik katastrof? (stupnice 1-5)
- Na jaké úrovni je existence, kapacita a účinnost městského plánu reakce na mimořádné události a katastrofy? (stupnice 1-5)
- Jak je systém reakce nastaven z hlediska komplexnosti a vybavení pro všechna specifikovaná přírodní nebezpečí? (stupnice 1-5)
- Na jaké úrovni je aktualizace systému reakce na katastrofy v obci? (stupnice 1-5).

Před zahájením hodnocení UHI je nutné zvolit ukazatele pro stanovení připravenosti a adaptační kapacity. Obecná hlediska pro řešení změny klimatu, rizika katastrof a adaptační kapacity v jednotlivých regionech jsou následující:

- Přizpůsobení se změně klimatu by nemělo být považováno za další výzvu ke stávajícím místním politikám a plánovacím postupům, ale za příležitost pro města, jak stanovit příslušné budoucí priority.
- Vzhledem k omezeným zdrojům je třeba se zpočátku zaměřit na řešení stávajících nedostatků v oblasti investic do infrastruktury a základních služeb (např. v oblasti městské zeleně, modré infrastruktury atd.).
- Politiky a investice by měly být založeny na lepších informacích a místních měřeních, včetně kvantitativních údajů a pochopení činností a adaptačních schopností komunity.
- Pro úspěch dlouhodobého plánování je zásadní posílená spolupráce se správami sousedních obcí/regionů a s místními komunitami.
- Důraz by měl být kladen na budování kapacit na všech úrovních. Budování kapacit a akce vedené komunitou musí být rovnoměrné.

Řešení problémů s UHI v zastavěných oblastech a místní připravenost by se měly zaměřit na:

- vzdělávání a zvyšování povědomí obyvatelstva v oblasti UHI, dopadů UHI na zdraví, expozice zejména během vln veder, zdravotního pojištění pro případné zmírnění expozice během vln veder.
- přístup k vhodnému prostředí s lepšími teplotními podmínkami (např. místa s klimatizací, místa s vodou/občerstvením).
- možnost obyvatel opustit horké město, aby si oddechli a zotavili se.
- osvojení si preventivního chování venku (zejména v UHI).
- možnost pro obyvatele snížit vnitřní zdroje tepla v oblasti UHI.

Postup hodnocení připravenosti a adaptační kapacity obcí zahrnuje následující kroky:

- **Vytvoření pracovní skupiny/týmu zúčastněných stran.**

Velmi důležité je stanovení adaptační kapacity oblasti a překonání nerovností v adaptační kapacitě mezi sektory prostřednictvím programů budování kapacit pro zúčastněné strany, odborníky z praxe, obecní/regionální manažery a rozhodovací orgány. Strukturované vzdělávací zdroje a výměna zkušeností s jinými městy mohou zvýšit porozumění souvislostem mezi změnou klimatu a řízením rizik katastrof. Proto je nutné vytvořit průřezovou mezioborovou pracovní skupinu, která bude zahrnovat:

- Výkonní zástupci místní/regionální správy

- Odborníci z dalších institucí a odvětví (životní prostředí, územní plánování, voda, lesy, energetika, bezpečnost, stavebnictví, doprava, zdravotnictví, sociální služby, civilní ochrana, zemědělství, místní hospodářství, cestovní ruch atd.).
- Organizace, např. vodárenské a kanalizační společnosti, správa povodí, úřad veřejného zdraví atd.
- Obchodní zástupci
- Zástupci komunity / občané.

Doporučuje se:

- Spolupracovat s akademickou obcí
- Jmenování koordinátora pracovní skupiny.

Pro menší města/obce:

- Koordinátor povede společná setkání, rozhovory o vnímání problémů a o možných řešeních v jednotlivých oblastech (systémech).
- Měly by se uskutečnit rozhovory a individuální schůzky s klíčovými aktéry, např. se starostou, místostarostou, obecními zastupiteli, průmyslovými odvětvími, občany, neziskovými organizacemi.
- **Zpracujte odpovědi na otázky uvedené v kapitole "Kritéria a ukazatele pro hodnocení připravenosti a adaptační kapacity na místní a regionální úrovni".**
- **Sestavte seznam ukazatelů relevantních pro dané území.**

Seznam ukazatelů by mohl zahrnovat:

- počet osob, které se objeví v oblasti UHI během vln veder.
- procento oblastí UHI s možností (potenciálem) zastínění během vln veder.
- počet chladicích prvků v UHI (mobilní chladiče vody, fontánky, sezónní vegetační struktury s možností zastínění, mobilní stromová vegetace atd.)
- příležitosti pro vytvoření opatření ke snížení efektu UHI (aktivity/projekty místní samosprávy, komunitní nebo nevládní iniciativy atd.).
- finanční zdroje na realizaci opatření ke snížení vlivu UHI (rozpočet obce, externí finanční zdroje).
- možnosti změn/modifikací technické, zelené a modré infrastruktury ve prospěch snížení negativních dopadů UHI (vazba na územní rozvoj a rozvojové plány).
- **Pomocí hodnotící matice ohodnoťte každý ukazatel na základě pětibodové stupnice.**

Pro hodnocení adaptační kapacity lze použít hodnotící matici. Dvě hlediska jsou

- zahrnutých do hodnocení, i) kategorizace důsledků (Tabulka 33) a ii) pravděpodobnost
- hodnocení výskytu ohrožení (tabulka 34.)

Matice hodnocení adaptační kapacity

Assessment matrix for adaptive capacity		Sensitivity value				
		very high	high	average	low	very low
Adaptive capacity value	very high	very high	very high	high	high	average
	high	very high	high	average	average	low
	average	high	average	average	average	low
	low	high	average	average	low	very low
	very low	average	low	low	very low	very low

Tabulka 33: Kategorizace důsledků (zdroj: Třebický, Novák, 2015)

Kategorie	Stupeň	Příklad
velmi vysoká	5	Rozsáhlé poškození životního prostředí
		Vážná zranění, ztráty na životech a majetku
Vysoká	4	Výrazné zhoršení služeb a kvality života
		Mimořádné ztráty na životech a vážná zranění
průměr	3	Poškození životního prostředí, které lze napravit
		Malý počet zranění
nízká	2	Místně významné, ojedinělé případy poškození komunikací, hospodářské škody
		Menší zranění
velmi nízká	1	Ohrožení, ale ne poškození životního prostředí

Tabulka 34: Hodnocení pravděpodobnosti výskytu hrozby

Pravděpodobnost výskyt	Opakovaný důsledek	Jednorázová událost
velmi vysoká	Může se vyskytovat několikrát ročně	Pravděpodobnost více než 50 %
vysoká	Může se vyskytnout přibližně jednou ročně	Pravděpodobnost 50%
průměr	Může se vyskytnout přibližně jednou za 10 let	Pravděpodobnost 50%, stále vysoká nízká
nízká	Může se vyskytnout přibližně jednou za 10 do 25 let	Nepravděpodobné, ale ne nemožné, Pravděpodobnost výrazně vyšší než 0
velmi nízká	V příštích 25 letech je to nepravděpodobné	Pravděpodobnost blíží se 0

- **Výsledky hodnocení sestavte jako součet hodnot každého vybraného ukazatele.**

Lze také použít vážení ukazatelů.

**Interreg
Danube Region**



Co-funded by
the European Union


Be Ready

Odkazy

- Agard, J., Schipper, E., Lisa F. a další (2014) Příloha II - Slovníček pojmů. Změna klimatu 2014 - Souhrnná zpráva, Mezivládní panel pro změnu klimatu. 1757-1776. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIAR5-AnnexII_FINAL.pdf
- Alonso, L. a Renard, F. (2020) Srovnávací studie fyziologické a socioekonomické zranitelnosti obyvatel metropole Lyon (Francie) vůči vlnám veder v kontextu změny klimatu. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 17 (3), 1004. <https://doi.org/10.3390/ijerph17031004>.
- Bölen, F., Türkoğlu, H., Ergun, N., Yirmibesoglu, F., Terzi, F., Kaya, H., Kundak, S. (2007) Quality of Residential Environment in a City Facing Unsustainable Growth Problems: Istanbul. ISBN: 978-975-561-353-6
- Brooks, N., Adger, N. (2005) Assessing and Enhancing Adaptive Capacity. In Lim, Bo; Spanger-Siegfried, Erika; Burton, Ian; Malone, Elizabeth; and Huq, Saleemul (Eds.): *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change. Rozvoj strategií, politik a opatření*. Cambridge: Cambridge University Press. 165-181. <https://www4.unfccc.int/sites/NAPC/Country%20Documents/General/apf%20technical%20paper07.pdf>
- Brooks, Ni., Adger, N., Kelly, M. (2005) The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change*, 15(2): 151–163. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.006>
- Cheng, W., Li, D., Liu, Z., and Brown, R.D. (2021) Approaches for identifying heat-vulnerable populations and locations: Systematický přehled. *Science of The Total Environment*. 799 149417. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149417>
- Chorus, P. a Bertolini, L. (2014) Rozvoj tranzitně orientovaných koridorů: Tokio. *International Journal of Sustainable Transportation*. 10 (2), 86-95. <https://doi.org/10.1080/15568318.2013.855850>
- Cullen, H.M., deMenocal, P.B., Hemming, S., Hemming, G., Brown, F.H., Guilderson, T., Sirocko, F. (2000). Klimatické změny a kolaps akkadské říše: Evidence from the deep-sea, *Geology*, 28(4): 379-382. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(2000\)28](https://doi.org/10.1130/0091-7613(2000)28)
- Dickson, Eric, Judy L. Baker, Daniel Hoornweg, D., Asmita Tiwari. 2012. *Hodnocení rizik ve městech. Understanding Disaster and Climate Risk in Cities [Porozumění rizikům katastrof a klimatu ve městech]*. Urban Development Series (Řada pro rozvoj měst). Washington DC: Světová banka. DOI: 10.1596/978-0-8213-8962-1
- Ellena, M., Melis, G., Zengarini, N., Di Gangi, E., Ricciardi, G., Mercogliano, P., et al. (2023) Micro-scale UHI risk assessment on the heat-health nexus within cities by looking at socio-economic factors and built environment characteristics: Případová studie Turína (Itálie).

- Eugenio, E.A.; Acosta, L.A.; Magcale-Macandog, D.B.; Macandog, P.B.M.; Lin, E.K-H.; Eugenio, J.M.A.; and Manuta, J.B. (2016) Adaptive capacity of Philippine communities vulnerable to flash floods and landslides: assessing loss and damage from tajfun Bopha in Eastern Mindanao. *International Journal of Sustainable Development*, Vol. 19(3): 279–314. <https://doi.org/10.1504/IJSD.2016.078290>
- Filho, W., Icaza, L., Neht, A., Klavins, M., Morgan, E. A. (2018) Coping with the impacts of urban heat islands. Studie založená na literatuře o pochopení zranitelnosti měst vůči horku a potřebě odolnosti měst v kontextu globální změny klimatu. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 171, 1140-1149. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.086>
- Guardaro, M.; Hondula, M.; Ortiz, J.; a Redman, C.L. 2022. Adaptační kapacita na extrémní horko ve městech: The dynamics of differing narratives: The dynamics of differing narratives. *Climate Risk Management*, 35, 100415. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100415>
- Hajat, S., O'Connor, M. a Kosatsky, T. (2010) Zdravotní účinky horkého počasí: od povědomí o rizikových faktorech k účinné ochraně zdraví. *The Lancet*. 375 (9717), 856-863. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61711-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61711-6).
- Hu, C.-B., Zhang, F., Gong, F.-Y., Ratti, C. a Li, X. (2020) Klasifikace a mapování geometrie městských kaňonů pomocí snímků Google Street View a hlubokého víceúlohového učení. *Building and Environment (Budovy a životní prostředí)*. 167 106424. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106424>
- IPCC (2014) Změna klimatu 2014: Souhrnná zpráva. Příspěvek pracovních skupin I, II a III k páté hodnotící zprávě Mezivládního panelu pro změnu klimatu [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ženeva, Švýcarsko, 151 str. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf
- IPCC (2022) Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability - summary for policymakers. Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC). <https://doi.org/10.4324/9781315071961-11>
- IPCC (2023) Climate Change 2023: Souhrnná zpráva. Příspěvek pracovních skupin I, II a III k šesté hodnotící zprávě Mezivládního panelu pro změnu klimatu [Core Writing Team, H. Lee a J. Romero (eds.)]. IPCC, Ženeva, Švýcarsko, 35-115. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.
- Kuran, C.H.A., Morsut, C., Kruke, B.I., Krüger, M., Segnestam, L., Orru, K. a další (2020) Zranitelnost a zranitelné skupiny z pohledu intersekcionality. *International Journal of Disaster Risk Reduction (Mezinárodní časopis pro snižování rizika katastrof)*. 50 101826. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101826>
- Lauwaet, D., De Nijs, T., Liekens, I., Hooyberghs, H., Verachtert, E., Lefebvre, W., et al. (2018) A new method for fine-scale assessments of the average urban Heat island over large areas and the effectiveness of nature-based solutions. *One Ecosystem*. 3. <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e24880>
- Leconte, F., Bouyer, J., Claverie, R. a Pétrissans, M. (2015) Using Local Climate Zone scheme for

UHI assessment: Vyhodnocení metody s využitím mobilních měření. Stavebnictví a životní prostředí. 83 39-49. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.05.005>



- Nuruzzaman, Md. (2015) Urban Heat Island: (Příčiny, účinky a zmírňující opatření). *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*. 3 (2), 67 <https://doi.org/10.11648/j.ijema.20150302.15>
- Pelling, M., Uitto, J. (2001) Small island developing states: natural disaster vulnerability and global change, *Environmental Hazards*. 3(2): 49–62. <https://doi.org/10.3763/ehaz.2001.0306>
- Peng, S., Piao, S., Ciais, P., Friedlingstein, P., Oettle, C., Bréon, F.-M. a další (2011) Surface Urban Heat Island Across 419 Global Big Cities. *Environmental Science & Technology*. 46 (2), 696–703. <https://doi.org/10.1021/es2030438>
- Perrels, A. (2000). Otázky politiky v oblasti skleníkových plynů a důsledky socioekonomického výzkumu pro Finsko v národním a mezinárodním kontextu. Vládní institut pro ekonomický výzkum ve Finsku (VATT), Discussion Papers.
- Rome, E., Ullrich, O., Lücknerath, D., Worst, R., Xie, J. a Bogen, M. (2018) IVAVIA: Impact and Vulnerability Analysis of Vital Infrastructures and Built-Up Areas. *Bezpečnost kritických informačních infrastruktur*. 84–97. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05849-4_7
- Schoetter, R. (2013) Mohou místní adaptační opatření kompenzovat regionální změnu klimatu v metropolitním regionu Hamburk? 10.13140/RG.2.1.3216.8403
- Sidiqui, P., Roös, P.B., Herron, M., Jones, D.S., Duncan, E., Jalali, A., et al. (2022) Urban Heat Island vulnerability mapping using advanced GIS data and tools. *Journal of Earth System Science*. 131 (4). <https://doi.org/10.1007/s12040-022-02005-w>
- Tol, R., Yohe, G. (2007) The weakest link hypothesis for adaptive capacity: an empirical test. *Global Environmental Change*, 17(2):218-227. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.08.001>
- Třebický, V., Novák, J. (2015) Metodika tvorby místní strategie přizpůsobení se změně klimatu, Publ.: CI2, o. p. s., Praha, Česká republika Česká republika, 20p. https://adaptace.ci2.co.cz/sites/default/files/souboryredakce/adaptace_metodika_nahled.pdf Uredb a o prostorskem redu Slovenije. (2004). Uradni list RS, št. 122/04. <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED3526>
- Vargas-Hernández, J.G., Zdunek-Wielgołaska, J.A., and Pallagst, K. (2020) The Role of Urban Green Spaces in the Transformation of Community Ecosystem in Developing Countries. *Rozvoj ekoměst prostřednictvím politiky, plánování a inovací*. 284-311. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-0441-3.ch011>
- Xu, L., Cui, S., Tang, J., Nguyen, M., Liu, J., Zhao, Y. (2019) Assessing the adaptive capacity of urban form to climate stress: A case study on a urban heat island (Případová studie městského tepelného ostrova). *Environmental Research Letters*, 14, 044013. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aafe27>
- Yang, J., Shi, Q., Menenti, M., Wong, M.S., Wu, Z., Zhao, Q. a další (2021) Sledování vlivu městské morfologie a geometrie budov na tepelné prostředí pomocí termálních snímků s



Zakon o urejanju prostora (ZUreP-3). (2023). Uradni list RS, št. 199/21, 18/23 - ZDU-10, 78/23 - ZUNPEOVE v 95/23 - ZIUOPZP). <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO8249>

Zhao, L., Lee, X., Smith, R.B. a Oleson, K. (2014) Silný podíl místního klimatického pozadí na městských tepelných ostrovech. Nature. 511 (7508), 216-219.
<http://dx.doi.org/10.1038/nature13462>



Příloha 1

GLOSÁŘ K HODNOCENÍ RIZIK UHI

Adaptační schopnost: Adaptační schopnost: schopnost jednotlivců přizpůsobit se proměnlivosti a extrémům klimatu s cílem zmírnit potenciální dopady a vyrovnat se s jejich důsledky.¹

Koeficient albedo: Albedo (někdy označované jako "koeficient odrazu") je měřítkem odrazivosti povrchu. Termín je odvozen z latinského *albus*, což znamená "bílý", a je určen buď hodnotou mezi 0 a 1, nebo procentuální hodnotou.² Čím je povrch odrazivější, tím je hodnota albedo vyšší.

Antropogenní teplo. Ve městech lidé jezdí auty, provozují klimatizační jednotky a budovy a průmyslová zařízení, která jsou ve vzájemném těsném kontaktu, což jsou činnosti, při nichž vzniká odpadní teplo, které zvyšuje místní teplotu.³

Atmosférické tepelné ostrovy. Tyto tepelné ostrovy vznikají v důsledku teplejšího vzduchu v městských oblastech ve srovnání s chladnějším vzduchem v odlehlých oblastech. Atmosférické tepelné ostrovy mají mnohem menší intenzitu než tepelné ostrovy na povrchu.⁴

Poměr pokrytí budovy: Poměr mezi poměrem plochy pozemku zabrané budovou a plochou pozemku (pozemek/parcela nebo větší plocha).

Poměr objemu budov: Plocha, kterou zabírá objem všech budov na ploše lokality.

Odpařování: Vypařování je proces, při kterém se kapalná voda mění na vodu plynnou (vodní páru).

Evapotranspirace: proces, při kterém se voda dostává z půdy do atmosféry výparem z půdy a jiných povrchů a transpirací rostlin.

Poměr podlahové plochy (FAR): Míra, která popisuje, jak velkou část pozemku zabírá budova.

Křehkost se týká náchylnosti osob s určitými zdravotními potížemi, které je činí náchylnějšími k postižení extrémními klimatickými jevy.

Nebytová příměstská oblast: Oblast s nákupními centry, nákupními středisky a průmyslovou činností, širokými ulicemi a velmi malým množstvím vegetace.

Propustnost povrchů: Schopnost městských povrchů propouštět vodu do půdy.

Obytná příměstská oblast: Řídké území určené téměř výhradně pro domácnosti.

Sociální zranitelnost se týká obtížného přístupu k zařízením, která mohou chránit před extrémními teplotami, jako je klimatizace nebo řádné větrání, nebo k podpůrným sítím, které mohou poskytnout pomoc nebo péči.

Pouliční kaňon: Úzká ulice s vysokými budovami podél ulice po obou stranách silnice.

Povrchové tepelné ostrovy: Tyto tepelné ostrovy vznikají proto, že městské povrchy, jako jsou vozovky a střechy, absorbují a vyzařují teplo ve větší míře než většina přírodních povrchů.⁵

Teplotní prahové hodnoty: Teplotní prahové hodnoty, při kterých materiály a zařízení představují riziko zhoršení účinků UHI.

Transpirace: Transpirace: proces pohybu vody rostlinou a jejího odpařování z nadzemních částí, jako jsou listy, stonky a květy.

Pokrytí korunami stromů: Poměr pokrytí korunami stromů na úrovni celého města a městské jednotky (čtvrť, obvod, město).

Hodnocení rizik UHI poskytuje informace o stávajících slabých stránkách přírodního nebo socioekonomického systému a o pravděpodobných příčinách těchto slabých stránek.⁶

Zastavěná plocha města: "Zastavěná plocha" je definována jako přítomnost budov (zastřešených staveb). Tato definice do značné míry nezahrnuje ostatní části městského prostředí nebo lidskou stopu, jako jsou zpevněné plochy (silnice, parkoviště), komerční a průmyslové areály (přístavy, skládky, lomy, ranveje) a městská zeleň (parky, zahrady).⁷

Městské klima: Klimatické podmínky v urbanizovaných oblastech

Městská geometrie: Rozměry a rozestupy budov ve městě.

Morfologie měst: Prostorové vzorce městské krajiny tvořené různými městskými prvky.

Městské povrchy: Lidmi vytvořené stavební materiály, jako je dlažba a beton, odrážejí méně slunečního světla a pohlcují více tepla než přírodní povrchy.