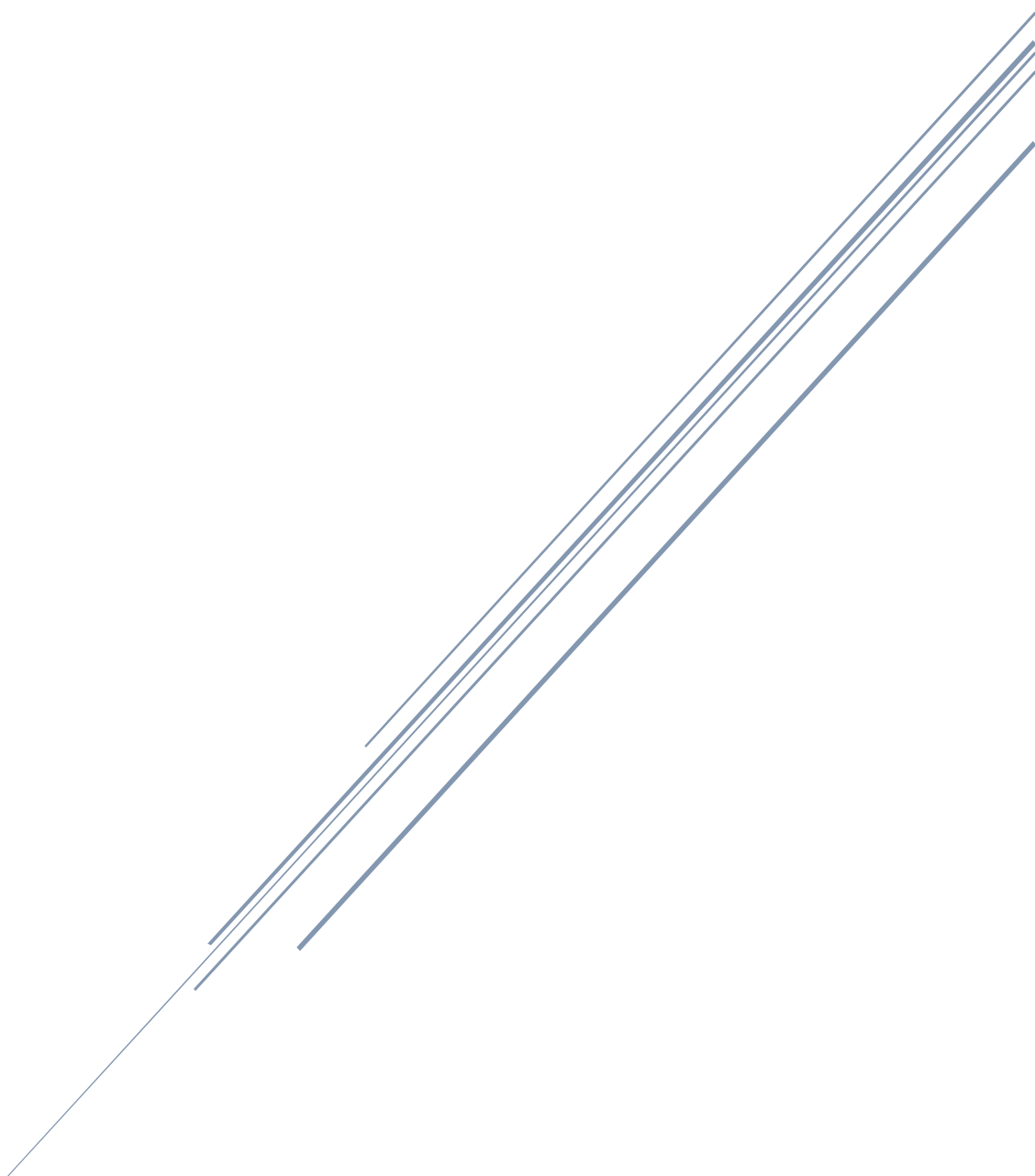


METODIKA INDEXŮ ODOLNÉHO SOUSEDSTVÍ

verze 0.1



Agentura Koniklec, o. p. s.
prosinec 2023

CReLoCaF (Klimasken)

Popis

CReLoCaF je označení pro „Climate Resilience and Low Carbon Factor“, tedy agregovaný ukazatel resilience a produkce skleníkových plynů spojené s územím či konkrétní budovou. Ukazatel byl vyvinut v letech 2019 – 2023 odborným týmem projektu LIFE DELIVER Odolné sídliská. Nástrojem na zpracování dat a interpretaci výsledků je on-line aplikace KLIMASKEN¹.

KLIMASKEN je nástroj na hodnocení příspěvku jednotlivých budov ke změně klimatu a jejich adaptace na její dopady. Nástroj je sestaven z 29 indikátorů navržených na základě analýzy odborných pramenů, vlastní zkušenosti odborného týmu, doporučení mezinárodních institucí a praktického testování v SR a ČR.

KLIMASKEN sleduje účinnost krátkodobých i dlouhodobých úkolů a opatření, která mají přispět k zachování kvality života občanů v době měnícího se klimatu. Jde hlavně o ochlazování budov i okolních prostor, správné nakládání se srážkovou vodou, zabezpečení proti povodním, ale také o snižování emisí skleníkových plynů souvisejících s provozem budovy.

Výsledkem hodnocení, které zpravidla trvá i několik měsíců, je „klimatický štítek budovy“. Tento štítek se skládá ze 4 oblastí a odpovídá na řadu otázek:

1. Expozice budovy dopadům změny klimatu, aneb jak moc se již dnes projevuje v místě stavby změna klimatu?
 - Do jaké míry je budova ohrožena extrémními výkyvy počasí a povodněmi?
 - Jaká je intenzita změn teplot v místě stavby?
2. Jaká je citlivost budovy na dopady změny klimatu a její adaptivní kapacita, aneb jak moc je budova připravena a jak se dokáže bránit?
 - Jaká je tepelná ochrana konstrukce?
 - Jak je zajištěno stínění?
 - Jaké je provedení střechy, je součástí stavby vegetační střecha nebo fasáda?
 - Jaké je barevné provedení fasády?
 - Jak je zajištěno chlazení a větrání?
 - Jak je nakládáno se srážkovou vodou?
3. Připravenost vlastníka či správce budovy na změnu klimatu, aneb jak vlastník či uživatel mění to, co měnit může?
 - Jak je technicky budova zabezpečena před záplavami a extrémními jevy?
 - Jak je zachycována a zadržována srážková voda?
 - Jak je budova zabezpečena proti živlům?
4. Emise skleníkových plynů související s budovou

¹ www.klimasken.cz

- Jaká je spotřeba tepla a elektřiny, jaká je výroba z OZE?
- Jaká je produkce odpadní vody?

Využitelnost a kontext

Nástroj sám o sobě je užitečný pro rychlé posouzení celkového stavu budovy. Konstruován je především pro panelové či jiné bytové domy. Ostatní druhy staveb je také možné hodnotit dle zvláštních pokynů v metodických listech. Výsledky jsou k dispozici na 3 úrovních podrobnosti:

1. Agregovaný index CReLoCaF. Nabývá hodnot od 0 do 100 %. 100% hodnocení odpovídá ideálnímu stavu budovy ve všech sledovaných oblastech s ohledem na současnou úroveň odborného, technického a také klimatického poznání. Ukazuje, jak daleko „na cestě“ je budova k ideálnímu stavu.
2. Každá ze 4 dílčích oblastí je hodnocena zvlášť dílčím indexem nabývajícím analogicky hodnoty 0 – 100 %, jehož interpretace je stejná, jako u agregátu.
3. Každý samostatný indikátor je hodnocen na škále 1 – 5.

Zatímco zbývající 3 komponenty (indexy) jsou založeny na exaktním měření, případně prostorové analýze, KLIMASKEN je více orientován na „kontrolní seznamy“ a kvalitativní hodnocení. Tak zastřešuje a doplňuje zbývající indexy, ačkoliv je nejméně z nich navázán na tvrdá data a má spíše orientační, skrínigový charakter.

Popis jednotlivých indikátorů a jejich metodiky

Metodické listy jsou k zobrazení a stažení na stránkách www.klimasken.cz. Následující tabulka obsahuje přímé odkazy. Vzhledem k možným změnám a vývoji nástroje je vhodné sledovat celý kontext a přistupovat k metodickým listům přes hlavní stranu aplikace.

označení	název indikátoru	metodický list
B-POP1	Rok výstavby	38 kB
B-POP2	Rok významné obnovy budovy	40 kB
B-POP3	Počet podlaží	38 kB
B-POP4	Počet obyvatel	43 kB
B-POP5	Zastavěná plocha	39 kB
B-POP6	Obytná plocha (bytů)	40 kB
B-EX1	Povodňové riziko	43 kB
B-EX2	Ohrožení technické infrastruktury záplavami	47 kB
B-EX3	Ohrožení stavby extrémními meteorologickými jevy	44 kB

B-EX4	Rozdíl průměrné roční teploty vzduchu ve sledovaném roce a dlouhodobého průměru	45 kB
B-AD1	Tepelná ochrana obvodových stěn	49 kB
B-AD2	Tepelná ochrana střechy	46 kB
B-AD3	Transparentní konstrukce	46 kB
B-AD4	Stínící konstrukce a stínění konstrukcemi	46 kB
B-AD5	Stínění konstrukcemi a zelení	44 kB
B-AD6	Vegetační a šterkové střechy	45 kB
B-AD7	Barevné provedení	46 kB
B-AD8	Chladicí zařízení	44 kB
B-AD9	Větrací zařízení	46 kB
B-AD10	Kapacita budovy pro akumulaci dešťové vody	48 kB
B-EMI12	Spotřeba tepla v budově	43 kB
B-EMI3	Spotřeba elektřiny v budově	44 kB
B-EMI4	Výroba elektřiny na budově	43 kB
B-EMI5	Produkce směsného komunálního odpadu v budově	44 kB
B-EMI6	Produkce odpadní vody z budovy	44 kB
B-GOV1	Technické zabezpečení budovy před záplavami a přívalovými srážkami	48 kB
B-GOV2	Zadržování srážkové vody v okolí budovy	51 kB
B-GOV3	Zachytávání srážkové vody na budově	47 kB
B-GOV4	Zajištění prevence proti živelním událostem	45 kB

Popis dat

Popis dat je součástí každého metodického listu a také pomocné tabulky, která umožňuje data vyplňovat a hodnotit offline. Tabulka ve formátu xlsx je ke stažení [zde](#).

Nástroje na získání dat

Nástroje na získání dat jsou popsány u jednotlivých indikátorů. Mezi zásadní zdroje dat patří:

- Stavební plány, dokumentace budovy

- Údaje o bytech a obyvatelích (výměry, počty)
- Mapy povodňového rizika
- Meteorologická data z veřejných zdrojů
- Účty za spotřebu tepla (plynu), elektřiny, vody a odstraňování odpadu
- Vlastní šetření na budově a v okolí

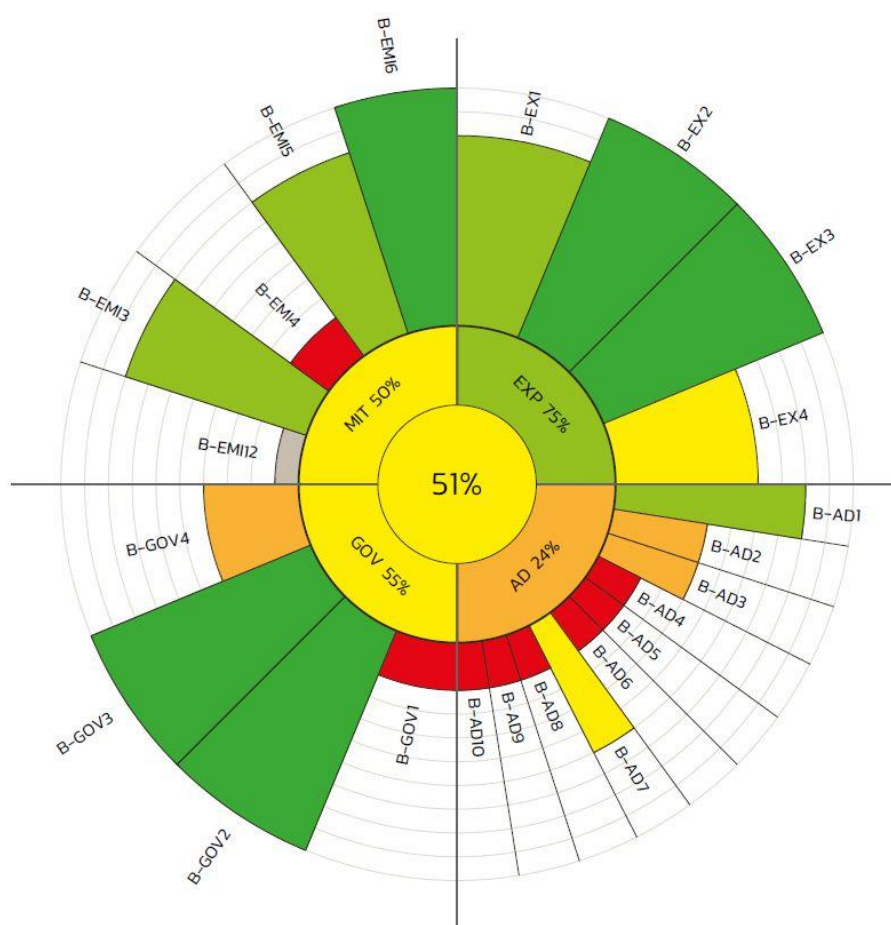
Nástroje na zpracování a vyhodnocení dat

Nástroj na zpracování vstupních dat do podoby klimatického štítku budovy je online k dispozici na adrese www.klimasken.cz. Používání aplikace je zdarma, každý uživatel si musí vytvořit vlastní profil a založit model (výpočet). Plnění dat probíhá v uživatelském rozhraní. Po kompletaci vstupů je profil odeslán ke schválení. Proběhne kontrola řádové správnosti vstupů a potvrzení výsledku. Uživatel si následně může zobrazit výsledný štítek a stáhnout celou sestavu výsledků.

Alternativní metodou pořizování dat je zapisování dat do pomocné tabulky ve formátu xls, která je k dispozici [na webových stránkách](#). Tato tabulka obsahuje všechny funkce, nápovědu i hodnotící funkce, jako samotná aplikace, jen nezobrazuje grafickou podobu štítku. Umožňuje však přehlednější práci a provádí některé mezivýpočty, které by musel uživatel také počítat off-line.

Interpretace výsledků

Klimatický štítek modelové budovy, bytového domu na panelovém sídlišti.



Na štítku vidíme, že až na indikátor EMI-2 jsou naplněny všechny položky daty. Celkový faktor CReLoCaF je 51 %, což odpovídá běžnému stavu tohoto typu domu, stáří a míře renovace. Zatímco z hlediska emisí a zajištění provozu budovy z pohledu energií (GOV a MIT) je situace průměrná, resp. relativně dobrá, je adaptivní kapacita (AD) velmi nízká. Budova a její bezprostřední okolí nevykazuje dostatečnou odolnost proti dopadům změny klimatu. Odhadovaná expozice změnám (EXP) má nejlepší hodnotu, což ovšem není zásluhou vlastníka budovy, ale situací a místem, kde se nachází.

Aby byla zajištěna konzistence s ostatními indexy, je výsledek převeden na zjednodušenou škálu dle následující tabulky:

Dílčí faktor / výsledek	0 - 15 %	16 % - 30%	26 – 45 %	46 – 70 %	>= 70 %
Faktor expozice EXP	(!)	(!)	(-)	(+/-)	(+)
Faktor adaptivní kapacity AD	(!)	(-)	(+/-)	(+/-)	(+)
Faktor připravenosti GOV	(!)	(-)	(+/-)	(+/-)	(+)
Faktor emisí EMI	(!)	(!)	(-)	(+/-)	(+)

Body se přidělí pro každý faktor dle následujícího schématu, stejně jako u zbývajících 3 indexů:

(+)	(+/-)	(-)	(!)	N/A
1	0,5	0	-1	

Příklad

Vyhodnocení modelového domu, jehož výsledky jsou interpretovány štítkem výše:

Dílčí faktor	Hodnota	Hodnocení	Body
Faktor expozice EXP	75 %	(+)	1,0
Faktor adaptivní kapacity AD	24 %	(-)	0,0
Faktor připravenosti GOV	55 %	(+/-)	0,5
Faktor emisí EMI	50 %	(+/-)	0,5
CELKEM			2

Tato budova by pro tento index získala hodnocení 2 body, z maximálních 4 možných. Průměr je $2/4 = 0,5$.

2

Index letní tepelné stability i_{LTS}

Popis

index i_{LTS} letní tepelné stability budovy byl vytvořen jako specifický nástroj pro interpretaci výsledků domácího měření klimatické odolnosti v letním období. K jeho stanovení je zapotřebí provádět letní měření teplot vzduchu v různých částech domu, měření teploty vnitřních a vnějších povrchů stěn, měření vlhkosti vzduchu a fakultativně intenzity slunečního záření včetně oslunění interiéru. K měření je zapotřebí technika, kterou může na základě návodu obsluhovat prakticky každý.

Pro kontinuální monitoring meteorologických parametrů jsou zapotřebí online připojené poloprofesionální meteostanice, které zaznamenávají naměřené údaje v pravidelných několikaminutových intervalech.

Teplota povrchů je měřena speciálně vyvinutými kontaktními teploměry, které přenášejí naměřená data prostřednictvím sítě LoRa.

Pro stanovení indexu LTS je zároveň zapotřebí podrobné sledování počasí a jeho změn. Využíváme data ČHMÚ, která v šedesátiminutových krocích odečítáme z veřejných portálů a uchováváme v datovém úložišti.

Měření je prováděno v letní sezóně nejlépe tak, aby postihlo alespoň dvě vlny veder trvajících nejméně 3 dny (3 tropické dny). Po skončení sezóny je měření vyhodnoceno. Výsledky jsou interpretovány prostřednictvím indexu LTS, který se skládá z těchto 10 položek:

Využitelnost indexu a kontext

i_{LTS} je základním ukazatelem odolnosti domu, stavby, budovy v letních extrémních vedrech. To je problém přímo související se změnou klimatu, kterému budou stále více čelit lidská obydlí, a to nejméně v následujících 30 letech. To je období, kdy již nelze zastavit rychlost růst teploty žádným zmírňujícím opatřením. Po tuto dobu budou exponovány novým podmínkám všechny starší stavby, dosud adaptované jen na zimní období, resp. chráněné tepelnou izolací. Ta však v letních podmínkách nemusí být vůbec funkční a dostačující. V budoucích letech bude adaptace obydlí spočívat ve využití nových konstrukcí, materiálů a stavebních postupů. Do té doby můžeme domy chránit vlastně jen částečně a index LTS nám umožňuje zjistit, jak je sledovaná budova v letním období tepelně stabilní, resp. upozornit na slabá místa.

Popis indikátorů a metodiky

Ukazatel	Popis	Referenční hodnoty
----------	-------	--------------------

Meze tepelné stability 1	Sledujeme, zda a v jakém rozsahu byla v době veder překročena maximální teplota interiérů pro letní stabilitu 27 °C. Hodnotí se procentuální zastoupení dnů s (byť jediným) překročením teploty za měřené období, kdy se denní venkovní teplota pohybovala nad 28 °C.	(+) (+/-) (-) (!)	0 – 10 % 11 – 20 % > 20 % > 50 %
Ochlazování 2	Sledujeme, za jak dlouho po 3 dnech veder se podaří spontánně ochladit interiér na teplotu pociťovanou jako komfortní. Komfortní letní teplota T_k je stanovena subjektivně, avšak vždy v rozmezí 20 - 27 °C. Přitom na vlnu veder musí navazovat ochlazení, kdy průměrná denní teplota za 24h odpovídá průměrné měsíční denní teplotě +/- 2 °C.	(+) (+/-) (-) (!)	$t \leq 24 \text{ h}$ $t > 24 \text{ h} < 36 \text{ h}$ $t > 36 \text{ h}$ $t > 48 \text{ h}$
Extrémní teplota 3	Sledujeme, zda a v jakém rozsahu, byla naměřena v interiéru extrémní teplota nad 29 °C. Započítá se celá doba letního měření.	(+) (+/-) (-) (!)	nikdy sporadicky do 10 % dnů > 10 % dnů
Tepelný útlum 4	Sledujeme tepelnou setrvačnost konstrukce domu, tedy do jaké míry se kolísání venkovní teploty projevuje uvnitř, vyjádřenou poměrem amplitudy vnějších teplot a teplot na vnitřním povrchu.	(+) (+/-) (-) (!)	$1/TAV \geq 10 \text{ (10 \%)}$ $1/TAV < 10 \geq 5$ $1/TAV < 5 \geq 3$ $1/TAV < 3$
Fázový posun teplotního kmitu 5	Sledujeme, za jakou dobu se přehřívání venkovních povrchů projeví v interiéru. Hodnotíme, za jak dlouho se ohřátí vnějšího povrchu zdi projeví v interiéru. Indikátor je nutno posuzovat vždy v kontextu ostatních (např. ochlazování) a také s ohledem na režim užívání stavby a promítnutí fázového posunu do cirkadiánního rytmu obyvatel.	(+) (+/-) (-) (!)	$\psi \geq 12 \text{ h}$ $\psi \geq 8 < 12 \text{ h}$ $\psi > 5 = < 8 \text{ h}$ $\psi < 5 \text{ h}$
Diverzita teplot	Sledujeme rozdíl teplot v různých osluněných a různě používaných částech domu, resp. zda je distribuce teplot v souladu s režimem používání domu. Hodnotíme průměr rozdílů T_Δ denních maxim $T_{\max}$ a minim $T_{\min}$ během ranního, poledního a	(+) (+/-) (-) (!)	$\varnothing T_\Delta \leq 2 \text{ °C}$ $\varnothing T_\Delta > 2 \text{ °C} \geq 3 \text{ °C}$ $\varnothing T_\Delta < 3 \text{ °C} \geq 5 \text{ °C}$ $\varnothing T_\Delta > 5 \text{ °C}$

6	odpoledního měření. Bereme v úvahu režim domu a fakt, zda nedochází k „obrácené“ distribuci teplot ² . Pokud převažuje tato nesprávná prostorová distribuce, škála se „otočí“.		
7 Cirkadiánní nárůst teploty	Sledujeme nárůst vnitřních teplot během dne v horkém období. Sledujeme průměr rozdílu ranních a večerních teplot T_{v-r} v horkých dnech.	(+) (+/-) (-) (!)	$\emptyset T_{v-r} \leq 2^{\circ}\text{C}$ $\emptyset T_{v-r} > 2^{\circ}\text{C} \geq 3^{\circ}\text{C}$ $\emptyset T_{v-r} < 3^{\circ}\text{C} \geq 5^{\circ}\text{C}$ $\emptyset T_{v-r} > 5^{\circ}\text{C}$
8 Ohřívání transparentními částmi	Sledujeme, zda dochází k výraznému přehřívání interiéru okny a prosklenými částmi konstrukce. Hodnotíme vztah rychlosti růstu teploty vzduchu v interiéru a růstu teploty vnitřních povrchů obvodových zdí v místnostech s větším podílem transparentních částí. Hodnotí se volně z křivky průběhu teplot. ³	(+) (+/-) (-) (!)	Nárůst má totožný průběh Teplota interiéru roste občas mírně rychleji Teplota interiéru roste trvale prokazatelně rychleji Teplota interiéru roste výrazně rychleji
9 Letní součtová teplota	Sledujeme poměr skutečné průměrné součtové teploty ⁴ (součet teploty vzduchu a povrchů v interiéru) k maximu a optimu. Maximální součtová teplota je přitom $T_{\text{sum}/\text{max}} = 51^{\circ}\text{C}$ a optimální součtová teplota je $T_{\text{sum}/\text{opt}} = 38^{\circ}\text{C}$. Hodnotí se průměrná součtová teplota v různých částech budovy za celé období a započte se nejhorší výsledek.	(+) (+/-) (-) (!)	$\emptyset T_{\text{sum}} \leq 38^{\circ}\text{C}$ $\emptyset T_{\text{sum}} \leq 51^{\circ}\text{C}$ $\emptyset T_{\text{sum}} > 51^{\circ}\text{C} \leq 64^{\circ}\text{C}$ $\emptyset T_{\text{sum}} > 64^{\circ}\text{C}$
10 Relativní vlhkost vzduchu	Sledujeme, zda je vlhkost vzduchu v doporučeném rozmezí, tedy 40 – 60 % relativní vlhkosti. Nežádoucí je překročení obou hranic intervalu. Hodnotíme tedy dle intervalu, ve kterém se hodnota Φ nachází.	(+) (+/-) (-) (!)	$\Phi = \langle 40,60 \% \rangle^5$ $\Phi = \langle 35,65 \% \rangle$ $\Phi = \langle 30,70 \% \rangle$ $\Phi = \langle 0,100 \% \rangle$

² Například tak, že nejvyšší teploty jsou v ložnici a nejnižší v koupelně či obývacím pokoji.

³ V příštích verzích metodiky bude nahrazeno taktéž matematickým vyjádřením.

⁴ Jedná se o součet operativní teploty (t_o) a teploty povrchů (t_s). Operativní teplota zahrnuje též složku sálání a v tomto případě je nutno jí orientačně nahradit teplotou vzduchu naměřenou vnitřním senzorem stanice.

⁵ Toto je zjednodušený zápis vymezující krajní body intervalu.

Popis dat

Pro správné vyhodnocení indexu LTS je třeba mít zjištěné tyto základní údaje:

Řadu dat o vnější a vnitřní teplotě a vlhkosti vzduchu (frekvence měření min. 1x za hodinu)

Ideálním nástrojem je použití poloprofesionální meteostanice, která zaznamenává každých několik minut naměřená data do cloudového úložiště. Alternativně lze nahradit vhodným teploměrem s automatickým záznamem hodnot

Řadu dat o teplotě fasády a teplotě vnitřní stěny (frekvence měření min. 3x za den)

Ideálním nástrojem je automatický teploměr s přenosem dat do cloudového úložiště. Alternativou je ruční měření a záznam hodnot pomocí bezkontaktního teploměru.

Nástroje na získání dat

Ukazatel	▼ Způsob vyhodnocení	Zařízení/senzor/nástroj
Teplotní útlum	ručně s použitím analytiky	Automatický stěnový a fasádový teploměr nebo bezkontaktní teploměr
Relativní vlhkost vzduchu	automaticky	Automatická meteostanice (vnitřní čidlo T+V umístěné blízko středu místnosti)
Ohřívání transparentními částmi	automaticky	Automatická meteostanice (vnitřní čidlo T+V umístěné za oknem)
Ochlazování	ručně s použitím analytiky	Automatická meteostanice (vnitřní čidlo T+V umístěné blízko středu místnosti)
Meze tepelné stability	automaticky	Automatická meteostanice (vnitřní čidlo T+V umístěné blízko středu místnosti)
Letní součtová teplota	automaticky	Automatická meteostanice (vnitřní čidlo T+V umístěné blízko středu místnosti) a automatický stěnový a fasádový teploměr nebo bezkontaktní teploměr
Fázový posun teplotního kmitu	ručně s použitím analytiky	Automatická meteostanice (vnitřní čidlo T+V umístěné blízko středu místnosti)
Extrémní teplota	automaticky	Automatická meteostanice (vnitřní čidlo T+V umístěné blízko středu místnosti)
Diverzita teplot	automaticky	Automatická meteostanice (vnitřní čidlo T+V umístěné blízko středu místnosti)

Cirkadiánní nárůst teploty	ručně s použitím analytiky	Automatická meteostanice (vnitřní čidlo T+V umístěné blízko středu místnosti)
-----------------------------------	----------------------------	---

Nástroje na zpracování a vyhodnocení dat

Vyhodnocení indexu LTS není možné provádět plně automaticky. Data z měření jsou vkládána do šablon, které je agregují a následně se provádí jejich analýza a zhodnocení na základě směrných hodnot stanovených v interní metodice. V některých případech není možné stanovit všechny indikátory.

Data jsou interpretována pomocí dashboardu a jsou zde:

<https://lookerstudio.google.com/s/rfuOLOnF3Tk>

Odkazovaný nástroj je prezentační a umožňuje analyzovat již publikovaná data. Pro uživatelské vyhodnocení u nového objektu je k dispozici offline nástroj – pomocná tabulka v MS Excel.

Interpretace výsledků

(+)	(+/-)	(-)	(!)	N/A
1	0,5	0	-1	

3

Index zimní stability i_{zs}

Popis

index i_{zs} zimní stability budovy byl vytvořen analogicky k letnímu indexu jako specifický nástroj pro interpretaci výsledků domácího měření klimatické odolnosti v zimním období. K jeho stanovení je zapotřebí provádět letní měření teplot vzduchu v různých částech domu, měření teploty vnitřních povrchů stěn a podlah, měření vlhkosti vzduchu a na rozdíl od letního indexu také koncentraci CO_2 v interiéru budovy. K měření je zapotřebí obdobná technika, kterou může na základě návodu obsluhovat prakticky každý.

Využitelnost indexu a kontext

Index i_{zs} je obdobou indexu letní stability, ale je zaměřen na jevy, ke kterým v budovách dochází v zimním období zejména v důsledku stavebně-technických úprav snižujících tepelné ztráty a tím i emise skleníkových plynů z fosilních paliv. Tato mitigační opatření mohou mít bohužel negativní adaptační dopad prostřednictvím ohrožení komfortu či dokonce zdraví obyvatel budovy. Protože se tento dopad netýká pouze teploty interiéru, ale také kvality vnitřního prostředí budovy, jsou indikátory zaměřeny z významné části i tímto směrem. V letním období nedochází k těmto změnám, neboť je možné většinu běžných obydlí přirozeně větrat. V zimě je tato možnost omezena, pokud nejsou budovy opatřeny řízenou ventilací. Index zimní stability odhaluje u našich obydlí slabá místa vyplývající z těchto sezónních omezení a problémů.

Popis jednotlivých indikátorů a metodiky

Ukazatel	Popis	Referenční hodnoty	
Meze tepelné stability 1	Sledujeme, zda a v jaké míře se teplota obývacích částí interiéru nacházela mimo interval 18 – 23 °C. Hodnotí se procentuální zastoupení dnů v měřeném období s minimálně jedním výskytem hodnoty mimo interval.	(+)	0 – 10 %
		(+/-)	11 – 20 %
		(-)	> 20 %
		(!)	> 50 %
Teplota podlah	Sledujeme teplotu povrchu podlahy v obytné (obývací) místnosti a zaznamenáváme počty výskytu teplot mimo interval doporučený pro daný typ materiálu: textilie 23 – 25 °C, dřevo 25 – 27 °C, PVC 25 – 28 °C, kámen 29 °C.	(+)	0 – 10 %
		(+/-)	11 – 20 %
		(-)	> 20 %
		(!)	> 50 %

2	Hodnotí se procentuální zastoupení dnů v měřeném období s minimálně jedním výskytem hodnoty mimo interval.		
3	Zimní součtová teplota	Sledujeme součtovou teplotu ⁶ - součet teploty vzduchu a povrchů v interiéru. Ta by se měla pohybovat v rozmezí 32 – 40 °C. Hodnotí se Průměrná teplota v obývací místnosti za měřené období.	(!) (-) (+/-) (+) (+/-) (-) $\varnothing T_{\text{sum}} \leq 28^{\circ}\text{C}$ $\varnothing T_{\text{sum}} > 28^{\circ}\text{C} \leq 30^{\circ}\text{C}$ $\varnothing T_{\text{sum}} > 30^{\circ}\text{C} \leq 32^{\circ}\text{C}$ $\varnothing T_{\text{sum}} > 32^{\circ}\text{C} \leq 38^{\circ}\text{C}$ $\varnothing T_{\text{sum}} > 38^{\circ}\text{C} \leq 40^{\circ}\text{C}$ $\varnothing T_{\text{sum}} > 40^{\circ}\text{C}$
4	Rozdíl mezi teplotou vzduchu a povrchů	Sledujeme odchylku mezi teplotou povrchů a teplotou vzduchu v obytné (obývací) místnosti. Hodnotí se průměrný rozdíl těchto teplot za měřené období. Pokud odchylka překračuje 4 °C, přestávají obyvatelé domu pociťovat tepelný komfort.	(+) (+/-) (-) (!) $\Delta T \leq 2^{\circ}\text{C}$ $\Delta T > 2^{\circ}\text{C} \leq 3,5^{\circ}\text{C}$ $\Delta T > 3,5^{\circ}\text{C} \leq 4^{\circ}\text{C}$ $\Delta T > 4^{\circ}\text{C}$
5	Kondenzace vody	Sledujeme rozdíl mezi teplotou rosného bodu a teplotou obvodové stěny obývací místnosti. Pokud teplota povrchu obvodové zdi klesne na hodnotu teploty rosného bodu, začne se na stěnách tvořit kondenzát a vzniká riziko růstu plísní.	(+) (+/-) (-) (!) $\Delta T > 1^{\circ}\text{C}$ $\Delta T > 0,5^{\circ}\text{C} \leq 1^{\circ}\text{C}$ $\Delta T > 0,1^{\circ}\text{C} \leq 0,5^{\circ}\text{C}$ $\Delta T < 0,1^{\circ}\text{C}$
6	Denní maximum koncentrace CO₂	Vyhodnocujeme maximální hodnotu koncentrace CO ₂ [ppm] ve vzduchu v místnosti určené ke spaní, případně v obytné místnosti. Hodnoty nad 1500 ppm mohou způsobovat diskomfort a další růst koncentrací již v dlouhodobé expozici může ohrozit zdraví.	(+) (+/-) (-) (!) $\leq 900 \text{ p.p.m.}$ $> 900 \leq 1200 \text{ p.p.m.}$ $> 1200 < 1400 \text{ p.p.m.}$ $\geq 1400 \text{ p.p.m.}$
	Průběh koncentrací CO₂	Podíl jednotlivých dob (%) průměrných hodinových koncentrací v sedmidenním měření. Součet výskytů hodnot do 1200 p.p.m.	(+) (+/-) (-) (!) $> 65 \%$ $> 50 \% \leq 65 \%$ $> 45 \% \leq 50 \%$ $< 45 \%$

⁶ Jedná se o součet operativní teploty (t_o) a teploty povrchů (t_s). Operativní teplota zahrnuje též složku sálání a v tomto případě je nutno jí orientačně nahradit teplotou vzduchu naměřenou vnitřním senzorem stanice.

7

**Relativní vlhkost
vzduchu**

8

Sledujeme, zda je vlhkost vzduchu (+)
v doporučeném rozmezí, tedy 40 – (+/-)
60 % relativní vlhkosti. Nežádoucí je (-)
překročení obou hranic intervalu. (!)
Hodnotíme tedy dle intervalu, ve
kterém se hodnota Φ **nachází**.

$\Phi = \langle 40,60 \% \rangle^7$
 $\Phi = \langle 35,65 \% \rangle$
 $\Phi = \langle 30,70 \% \rangle$
 $\Phi = \langle 0,100 \% \rangle$

Popis dat

Teplota povrchů

Teplota fasády a protilehlé vnitřní stěny měřená ve stejném místě v intervalech 10 minut. Minimální doba měření je 7 po sobě jdoucích dnů. Analogicky lze měřit teplotu podlah. Kompletní datový záznam obsahuje:

- Časovou známku (den, měsíc, rok, hodina, minuta, vteřina) měření
- Teplotu fasády v °C
- Teplotu vnitřní stěny v °C
- Teplota podlahy v °C

Teplota a vlhkost vzduchu

Teplota a vlhkost vzduchu v exteriéru a v hlavní místnosti (typicky obývací pokoj) měřená automaticky v intervalu 30 minut po dobu nejméně 7 po sobě jdoucích dnů. Kompletní datový záznam obsahuje:

- Časovou známku (den, měsíc, rok, hodina, minuta, vteřina) měření
- Vnější teplotu v °C
- Relativní vlhkost vzduchu venku v %
- Teplotu v hlavní místnosti v °C
- Relativní vlhkost vzduchu v hlavní místnosti v %
- Hodnotu rosného bodu v °C

Koncentrace CO₂

Koncentrace oxidu uhličitého v používané hlavní místnosti měřená v intervalu 1 minuty po dobu nejméně 7 po sobě jdoucích dnů. Kompletní datový záznam obsahuje:

- Časovou známku (den, měsíc, rok, hodina, minuta, vteřina) měření
- Koncentraci CO₂ v p.p.m. (dílů na milion)

⁷ Toto je zjednodušený zápis vymezující krajní body intervalu.

Nástroje na získání dat

Teplota povrchů

Data jsou získána jako export z ovládacího prostředí automatických fasádních teploměrů CITIQ. Fasádní a stěnový teploměr jsou umístěny na konstrukci domu proti sobě (fasádní vně budovy, stěnový uvnitř budovy). Analogicky je možné měřit teplotu podlah.

Alternativním způsobem měření je provádění ručního měření nejméně 2x denně vždy ve stejnou hodinu pomocí bezkontaktních teploměrů. V případě ručního měření je třeba provést pro fasádu i stěnu vždy nejméně 2 měření a zaznamenat hodnotu jejich průměru. Analogicky je možné měřit teplotu podlah.

Teplota a vlhkost vzduchu

Datový export z meteostanice nebo datalogeru v uvedeném rozsahu. V případě, že meteostanice nebo dataloger nepodporují přímý výpočet hodnoty rosného bodu, je možné jej dopočítat dle vzorce:

$$T_{ros} = 243,04 \times (\ln(HUM_{out} / 100) + (17,625 \times T_{out} / (243,04 + T_{out}))) / (17,625 - \ln(HUM_{out} / 100) - (17,625 \times T_{out} / (243,04 + T_{out})))$$

kde: T_{ros} je teplota rosného bodu; HUM_{out} je hodnota vnější relativní vzdušné vlhkosti v %; T_{out} je vnější teplota ve °C.

Koncentrace CO₂

Datový export z datalogeru nebo čidla meteostanice v uvedeném rozsahu.

Nástroje na zpracování a vyhodnocení dat

Získaná data je možné exportovat do formátu MS Excel a tato nakopírovat do vyhodnocovací tabulky na list označený I_{25} (xxxx barva) Tabulka je připravena na přímé nakopírování získaných dat pro tato zařízení:

- Export z tovární aplikace meteostanice EcoWitt provedený pro podrobnost „weekly“
- Export z ovládacího dashboardu fasádních teploměrů CITIQ resp. zápis ručně pořízených dat.
- Data stažená z paměťové karty přístroje Dostman AirCO₂ntrol 5000

Excelová tabulka provede automaticky základní kontrolu vložených dat a upozorní na jejich případnou nekonzistenci a automaticky vyhodnotí hodnotu indikátoru.

Interpretace výsledků

(+)	(+/-)	(-)	(!)	N/A
1	0,5	0	-1	

Index zelené infrastruktury i_{ZI}

Popis

Zelená infrastruktura je soustava přírodních či přírodě blízkých prvků, ploch, linií či drobných lokalit, která ve volné krajině i v zastavěném území vytváří souvislou síť poskytující ekosystémové služby. To znamená, že především zadržuje vodu a snižuje tak v době veder teplotu povrchů, snižuje prašnost a jinak zlepšuje mikroklima, zvyšuje také přírodní rozmanitost, chrání před hlukem, poskytuje odpočinek a má i estetickou funkci. Tato síť se v urbanizovaném území také často označuje jako modrozelená infrastruktura, což zdůrazňuje význam propojení zeleně s prvky zadržujícími srážkovou vodu v městské krajině.

Termín, který přesněji odráží legislativu EU i domácí normy, je „Zelená infrastruktura“. Její definice se opírá o Sdělení Komise Evropskému parlamentu, Radě, Evropskému sociálnímu výboru a Výboru regionů „Zelená infrastruktura – zlepšování přírodního kapitálu Evropy (2013), které definuje zelenou infrastrukturu takto:

Strategicky plánovaná síť přírodních a polopřírodních oblastí s rozdílnými environmentálními rysy, jež byla navržena a je řízena s cílem poskytovat širokou škálu ekosystémových služeb. Zahrnuje zelené plochy (nebo modré plochy, jde-li o vodní ekosystémy) a jiné fyzické prvky v pevninských (včetně pobřežních) a mořských oblastech. Na pevnině se zelená infrastruktura může nacházet ve venkovských oblastech i v městském prostředí.

V této definici se zdůrazňuje důležitý aspekt strategického plánování, přírodní a přírodě blízký charakter a princip ekosystémových služeb. Vysvětluje se zde, že síť zahrnuje také veškeré vodní útvary jako prostředí akvatických ekosystémů (modrý prvek). Vodní aspekt sítě je také obsažen v její důležité funkci: zpomalování odtoku srážkové vody ze zastavěného území.

(Modro)zelená infrastruktura se postupně etabluje v územním rozvoji sídel v České republice. Každé město či obec může k věci přistoupit po svém. Praha například přijala dva zásadní oborové dokumenty: [Městský standard plánování, výsadby a péče o uliční stromořadí jako významného prvku modrozelené infrastruktury pro adaptaci na změnu klimatu](#)⁸ a [Standardy hospodaření se srážkovými vodami na území hlavního města Prahy](#)⁹. Tyto dva dokumenty společně vytváří základ pro podporu a tvorbu systému zelené infrastruktury.

V roce 2023 zveřejnilo ministerstvo pro místní rozvoj *Metodiku vymezování zelené infrastruktury v územně plánovací dokumentaci* a stanovilo tak konečně pravidla pro [vymezování zelené infrastruktury v územním plánu](#)¹⁰. Ze zelené infrastruktury se tak stává jedna z částí územní infrastruktury, která má být ve veřejném zájmu v rozvoji území zahrnuta.

⁸ <https://iprpraha.cz/assets/files/files/b2c8378b7b20f1d02498f9b7925eafa9.pdf>

⁹ <https://iprpraha.cz/assets/files/files/bddf4f520d27099cbc0f7a3609918e90.pdf>

¹⁰ <https://mmr.gov.cz/cs/ministerstvo/stavebni-pravo/publikace-a-odborne-texty/vymezovani-zelene-infrastruktury-v-uzemnim-planu>

Také pro odolné sousedství je zelená infrastruktura zásadní. Má jasný vztah k budovám, vytváří jejich okolí nebo na ně přímo navazuje například přechodem zelené střechy a stěny do okolí domu. Je klíčová pro mikroklima našeho domova a kvalitu nejbližšího prostředí. V rámci sousedství pak může tvořit opěrnou síť navazující na velké části přírodě blízké krajiny ve městě. Proto pro hodnocení odolnosti definujeme čtvrtý index, který je souhrnným ukazatelem schopnosti městské krajiny a jejích složek poskytovat ekosystémové služby.

Index je konstruován na základě konceptu BAF (*Biotope Area Factor*)¹¹, který je také jako koeficient zapracován do výše citované metodiky MMR. V ČR představili vlastní rozšířený koncept např. Jiří Vítek a David Stráský¹². Jejich index modrozelené infrastruktury vyjadřuje evapotranspirační efektivitu zeleně a účinnost opatření pro hospodaření s dešťovou vodou. Pro účely plánování zelené infrastruktury v územním rozvoji byl metodicky ukotven postup dle Koppa, J. a kol, 2016, viz dále.

Ve světě se používají i další obdobné koncepty hodnotící vlastnosti ploch ve městě s důrazem na zeleň, vodu, propustnost a schopnost vsakování a odpařování vody. Princip výpočtu těchto faktorů, koeficientů a indexů spočívá v přiřazení dílčího koeficientu každému typu plochy, případně objektu a vynásobením skutečné rozlohy zaujímané daným typem plochy nebo objektu tímto koeficientem. Sečtením výsledných biologicky či ekologicky efektivních ploch a vyjádřením jejich podílu na celkové ploše pak získáme index pro danou lokalitu.

Využitelnost indexu a kontext s ostatními komponentami

V agregovaném hodnocení odolného sousedství zohledňují všechny tři předchozí indikátory především vlastnosti samotných budov. Index zelené infrastruktury přináší pohled do širšího perimetru dle vlastní metodiky OSA. Díky i_{ZI} se dozvídáme, jaký potenciál, adaptivní kapacitu, má okolní území. Zvolená metoda je velmi orientační a přehledová, přesto se opírá o respektované koncepty. Hodnotí potenciál okolí z hlediska schopnosti území poskytovat ekosystémové služby obyvatelům, tedy v tomto případě obyvatelům domů v sousedství. V okruhu 200 m od středu území, od budovy, mapuje typ povrchů a jejich pokryvu, resp. funkci. Podle podílu jednotlivých typů elementárních ploch pak hodnotí efektivitu území z hlediska ekosystémových služeb. Adaptace domů na změnu klimatu musí být provázena odpovídající adaptací okolí, aby se budovy nemusely uzavírat okolnímu prostředí a svojí adaptivní kapacitu budovat jen prostřednictvím technologických opatření.

Metodika výpočtu i_{ZI} .

Pro výpočet i_{ZS} jako součásti agregovaného indexu ODOLS byl využit přístup dle metodiky Kopp, J. a kol., 2016)¹³ založený na výpočtu BAF pro dané území na základě identifikace typů jednotlivých ploch v tomto území zastoupených. Podle této metodiky (Kopp, J. a kol., 2016) integruje BAF tyto aspekty: koeficient odtoku + koeficient infiltrace + evapotranspirace + vliv na znečištění. Kvantifikace a synergie těchto jevů objektivizuje požadavky na plnění vybraných ekosystémových služeb.

¹¹ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/berlin-biotope-area-factor-2013-implementation-of-guidelines-helping-to-control-temperature-and-runoff>

¹² <https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/21870-modro-zelena-infrastruktura-zmeni-podobu-mest-pokud-ji-budeme-umet-vytvorit>

¹³ [Kopp, J., Raška, P., Vysoudil, M., Dolejš, M., Veith, T., Novotná, M., Frajer, J. (2016)] *Katalog mikrostruktur městské krajiny pro potřeby ekohydrologického managementu*. Plzeň, 2016. Dostupné online: https://fek.zcu.cz/blob.php?table=internet_list&type=FileType&file=Data&name=FileName&idname=IDInternet&id=4506

Výpočet indexu popíše na základě vizuální analýzy ortofotomapy a případného zpřesněním místním šetřením okolí hodnocené budovy v perimetru 200 m, kdy střed kružnice o poloměru 200 m leží ve středu (těžišti) hodnoceného objektu. Pokud se hodnotí např. část panelového domu (jeden vchod), umísťuje se střed do odhadovaného středu této části stavby. Výjimečně lze zvolit území odpovídající obalové zóně, jejíž hranice jsou vymezeny vzdáleností 200 m od stěny budovy. Plocha hodnoceného území je tedy obvykle 125 640 m², tedy 12,5 ha.

Ve zvolném území se provede analýza ortofotomapy, případně se výsledek zpřesní topografickou mapou a místním šetřením. Každé elementární ploše se zde přiřadí příslušný koeficient Pojem „elementární plocha“ je zde používán ve smyslu Kopp, J. a kol., 2016 a je tím myšlen typ povrchu (mikro-land cover).

Vzhledem k omezeným možnostem a specifickým potřebám, které má předpokládaný uživatel hodnotící stav budovy a okolního území prostřednictvím agregovaného indexu ODOLS, je pro tyto účely typologie ploch na jedné straně redukována a agregována a na druhé straně doplněna o vegetační střechy a objekty hospodaření s dešťovou vodou (HDV), jako důležité prvky mikrostruktury sousedství. Jednotlivé hodnoty jsou uvedeny v tabulce v části Popis dat.

Popis dat

Tabulka popisuje koeficienty efektivity jednotlivých elementárních ploch pro poskytování ekosystémových služeb.

Typ dle i_{z1}	k	Typ dle BAF dle Kopp., J. a kol., 2016	k
Zpevněné povrchy a cesty	0,0	Asfaltové, betonové plochy, dlažba se zálivkou spáry	0,0
		Dlažba s pískovými spárami	0,3
		Upravené štěrkové plochy	0,3
		Plochy ze zatravňovacích a vsakovacích tvárnic	0,5
Vodní plochy	1,0	Vodní plochy tekoucí a stojaté	1,0
Střechy	0,0	Střechy	0,0
Extenzivní zelené střechy	0,6		
Intenzivní zelené střechy	0,8		
Plochy se zapojenými stromy	0,8	Plochy stromů	1,0
		Lesy	1,0
Plochy keřů	0,4	Plochy keřů	0,7
Nezpevněné povrchy s vegetačním krytem, trávníky, záhony	0,5	Trávníky	0,5
		Trvalé travní porosty	0,5
		Plochy záhonů	0,5
Nezpevněné plochy bez vegetace	0,4	Neupravené a nezastavěné plochy	0,3
		Pole	0,5
Plošné objekty HDV regulující odtok nebo umožňující vsakování	1,0		

Příklad:

Typ dle i_{ZI}	k	Celková výměra typu v území S [m ²]	Efektivní výměra typu v území $S_{ef} = k * S$ [m ²]
Zpevněné povrchy a cesty	0	41165	0
Vodní plochy	1	11000	11000
Střechy bez vegetace	0	1322	0
Extenzivní zelené střechy	0,6	348	208,8
Intenzivní zelené střechy	0,8	115	92
Plochy se zapojenými stromy	0,8	25306	20244,8
Plochy keřů	0,4	6981	2792,4
Nezpevněné povrchy s vegetačním krytem, trávníky, záhony	0,5	24870	12435
Nezpevněné plochy bez vegetace	0,4	14252	5700,8
Plošné objekty HDV regulující odtok nebo umožňující vsakování	1	281	281
CELKOVÁ VÝMĚRA ÚZEMÍ		125 640	
EFEKTIVNÍ VÝMĚRA ÚZEMÍ			52754,8
Index zelené infrastruktury i_{ZI}	0,42		

V modelovém území o výměře 125 640 m² (kruhová plocha o poloměru 200 m) se nacházejí všechny typy ploch. V prvním sloupci tabulky je uveden vždy daný typ elementární plochy. Ve druhém sloupci je uveden koeficient „ekosystémové efektivity“. Ve třetím sloupci je uvedena skutečná výměra daného typu plochy odečtená z ortofotomapy a topografické. Konečně, ve čtvrtém sloupci je uvedena výměra plochy po vynásobení koeficientem. Celkový index zelené infrastruktury pak získáme, pokud vydělíme součet efektivních výměr celkovou výměrou ploch u území. V tomto případě je to 0,42. Vyhodnocení pak provedeme dle postupu uvedeného v části Interpretace výsledků.

Nástroje na získání dat

Okolí budovy pro účely zpracování indexu zelené infrastruktury je arbitrárně stanoveno jako kruh se středem uprostřed budovy a poloměrem 200 metrů. V případě, že má budova nepravidelný tvar, je možné polohu středu upravit, v případě, že je budova mimořádně rozsáhlá, je možné poloměr kruhu zvětšit.

Jako vstupní data slouží ortofotomapa buď z veřejných zdrojů (mapy.cz, Google Maps, OSM, ESRI SAT) nebo je možné pořídit snímky vlastní. Použití veřejných zdrojů bude pravděpodobně častějším způsobem, vyžaduje méně úsilí, pouze je třeba ověřit jejich aktuálnost dostupných dat místním šetřením.

Nástroje na zpracování a vyhodnocení dat

Při zpracování používáme online nástroj <https://www.scribblemaps.com/> s mapovým podkladem ortofotomapy označené v aplikaci jako Base/Hybrid (jedná se o ortofotomapu Google).

Scribblemaps je placená služba – pro zpracování dat postačí levnější plán Pro Basic, který je dostupný za \$19 za 1 měsíc používání. Pro jednorázové použití je možné využít tří denní zkušební verzi, která je dostupná po registraci zdarma. Po vypršení zkušební verze jsou omezeny některé důležité funkce, nicméně veškerá data zůstávají na uživatelském účtu zachována.

Stručný postup:

- 1) Od středu zájmového objektu je třeba nakreslit pomocí nástroje Draw/Circle kruh o poloměru 200 metrů. Nástroj při kreslení zobrazuje měřítko. Hotový kruh označíme v tabulce Layers vhodným názvem (například „Perimetr“)
- 2) Uvnitř kruhu je pak třeba všechny plochy „obtáhnout“ pomocí nástroje na kreslení polygonů (Draw/Polygon). Složitější objekty je vhodné rozdělit na více částí. Hotový polygon doporučujeme ihned po nakreslení pojmenovat v tabulce Layers (například: „Střecha“, „Komunikace“, „Trávník“ ...). Dodatečné pojmenovávání je zbytečně pracné a může vést k chybám. Pojmenování je třeba věnovat důkladnou pozornost – pomocí pojmenovaných polygonů je možné data dále snadno analyzovat.
- 3) Po zákresu všech polygonů je možné provést analýzu území – buď pomocí externích nástrojů nebo přímo ve Scribblemaps – kliknutím na ozubené kolo v horní části tabulky Layers se zobrazí menu dostupných funkcí. V části Measurement zvolte Sum/Average areas, v dalším kroku vyberte typ plochy a zobrazí se úhrn ploch daného typu.
- 4) Doporučujeme provést kontrolu – součet plochy jednotlivých typů by se měl blížit ploše kruhu, jehož plochu je také možné vyčíslit.

Získané hodnoty je možné zapsat do excelové vyhodnocovací tabulky na list i_{ZI} a vybrat z nabídky typ objektu. Tabulka provede základní kontrolu konzistence dat a automaticky vypočítá hodnotu indikátoru.

Ukázka zpracování dat

<https://lookerstudio.google.com/s/rfuOLOnF3Tk>.

Odkazovaný nástroj je prezentační a umožňuje analyzovat již publikovaná data. Pro uživatelské vyhodnocení u nového objektu je k dispozici offline nástroj – pomocná tabulka v MS Excel.

Data je možné zpracovávat i v nástrojích GIS (například volně dostupný QGIS nebo komerční produkty ArcGIS a podobné). Použití těchto nástrojů však vyžaduje dobré znalosti GIS a nepoučeným uživatelům tuto cestu nedoporučujeme.

Interpretace výsledků

i_{ZI} nabývá hodnot od 0 do 1. Hodnocení je stanoveno arbitrárně s přihlédnutím k metodice BAF a k metodice Kopp., J. a kol, 2016:

Plochy pro bydlení pouze obytné využití a smíšené využití bez komerčního využití volných ploch a veřejná vybavenost

Přestavby	0,30/0,45/0,60 ¹⁴
Přístavby	0,37/0,49/0,5
Nové plochy nebo jejich rozšíření	0,60

Komerční využití (pouze komerční využití a smíšené využití s komerčním využitím volné plochy), podniky a obchodní centra, administrativní a všeobecné využití

Přestavby	0,30
Přístavby	0,30
Nové plochy a stavby nebo jejich rozšíření	0,30

Technická infrastruktura

Přestavby / přístavby stavebních pozemků	0,30
Nové plochy a stavby nebo jejich rozšíření	0,30

Interpretace výsledného indexu se provede podle tabulky zohledňující základní typy hodnocených částí sídel:

Typ území / sousedství	<0,2	0,2-0,3	0,3-0,45	0,45-0,55	>0,55
Bytové domy v kompaktním městě, centra, stará zástavba	(-)	(+/-)	(+)	(+)	(+)
Sídliště, bytové domy mimo centra, panelová sídliště	(!)	(-)	(+/-)	(+)	(+)
Rodinné domy se zahradami	(!)	(-)	(-)	(+/-)	(+)

Body se přiřadí analogicky ostatním předchozím indexům.

(+)	(+/-)	(-)	(!)	N/A
-----	-------	-----	-----	-----

¹⁴ Podrobnější škálování může být použito podle místní situace. Jiné hodnoty se uplatní pro kompaktní zástavbu bytových domů, jiné pro rodinné domy.

