

Školící materiál SuPeRBE

Makro oblast odbornosti:

2 Systém hodnocení RBE

Oblast odbornosti:

2.1 Metoda RBE

Kompetenční úroveň: 3

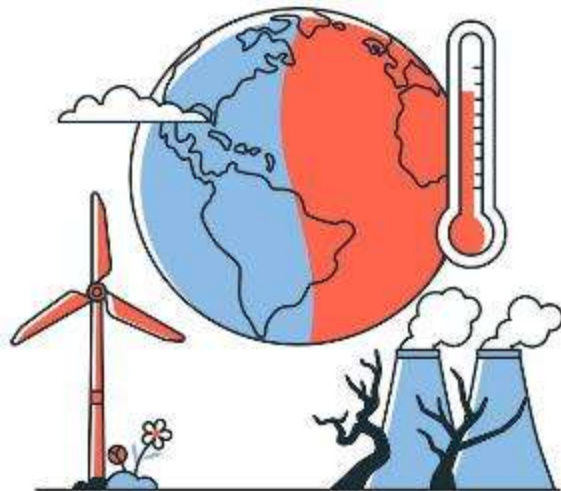
Co je metoda RBE?

Metoda RBE slouží jako metodologický základ Systému hodnocení RBE. Jde o multikriteriální analytický přístup, který byl vyvinut pro hodnocení klimatického rizika na úrovni budov a městských čtvrtí (sousedství).

Tato metoda, založená na konceptuálním modelu řetězců dopadu (impact chains), vytváří celkové skóre rizika pro danou oblast a soubor doplňkových ukazatelů, které podrobně popisují úroveň klimatického rizika v jednotlivých kategoriích rizik a městských sektorech.

Proč je metoda RBE potřebná?

- Nedostatek nástrojů pro hodnocení na úrovni budov a městských čtvrtí.
- Stávající rámce udržitelnosti nejsou vhodné pro hodnocení klimatických rizik.
- Poptávka po nástrojích pro adaptaci na změny klimatu, které jsou srovnatelné, přizpůsobitelné a zaměřené na podporu procesu rozhodování.



Proč je metoda RBE potřebná?

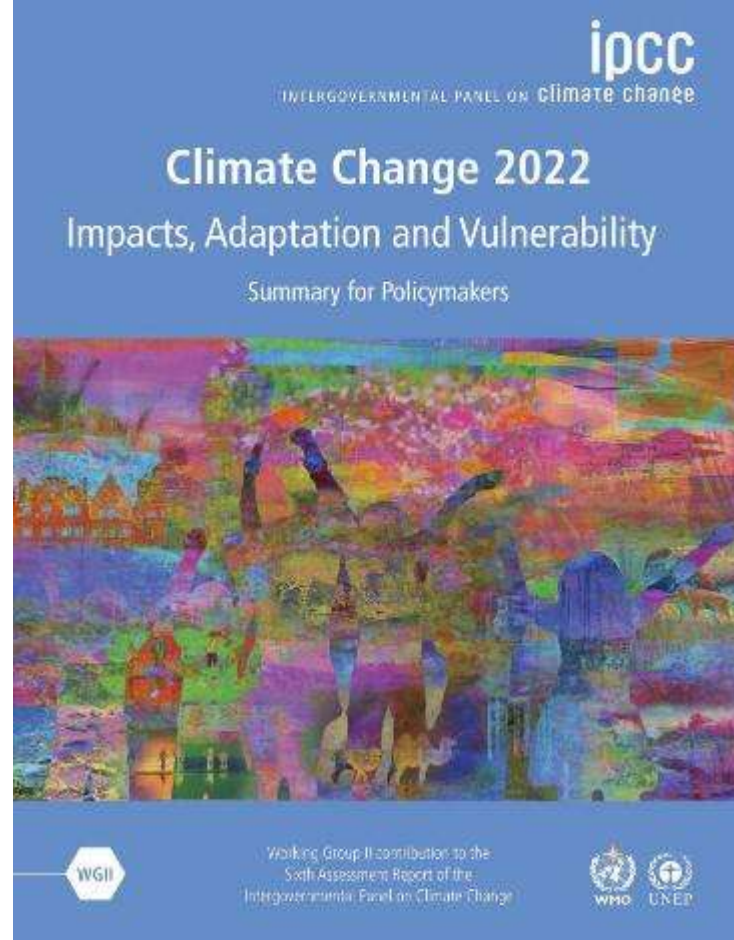
- Nedostatek nástrojů pro hodnocení klimatických rizik na úrovni budov a městských čtvrtí (sousedství).
- Stávající rámce udržitelnosti nejsou vhodné pro hodnocení klimatických rizik, protože nejsou v souladu s přístupem k rizikům podle IPCC.
- Poptávka po nástrojích pro adaptaci na změny klimatu, které jsou srovnatelné, přizpůsobitelné a zaměřené na podporu procesu rozhodování.



IPCC AR6

Metoda RBE je ukotvena v konceptu rizik IPCC AR6. IPCC AR6, neboli Šestá hodnotící zpráva Mezivládního panelu pro změnu klimatu, představuje nejnovější komplexní zhodnocení vědeckých poznatků o změně klimatu.

IPCC AR6 poskytuje podrobný a nuancovaný koncept rizik ve vztahu ke změně klimatu. Zpráva navazuje na rámec rizik, který byl stanoven v předchozích hodnoceních IPCC, a dále jej zpřesňuje tak, aby zohlednila složité interakce mezi klimatickými **hrozbami**, **expozicí** a **zranitelností**.



Rizika změny klimatu

IPCC AR6 poskytuje podrobný a nuancovaný koncept rizik ve vztahu ke změně klimatu. Zpráva navazuje na rámec rizik, který byl stanoven v předchozích hodnoceních IPCC, a dále jej zpřesňuje tak, aby zohlednil složité interakce mezi klimatickými hrozbami, expozicí a zranitelností.

$$HV^{w_{HV}} \times EV^{w_{EV}} \times VV^{w_V}$$

Metoda RBE: Základní charakteristika

Víceškálové

Městské sektory využívají kombinaci nástrojů RNTool a RBTool, což umožňuje konzistentní využití dat a koordinované plánování napříč škálami. To zajišťuje, že opatření na úrovni jednotlivých budov přispívají k cílům odolnosti měst a že strategie na úrovni sousedství čerpají z informací o zranitelnosti jednotlivých budov.

Měřitelné

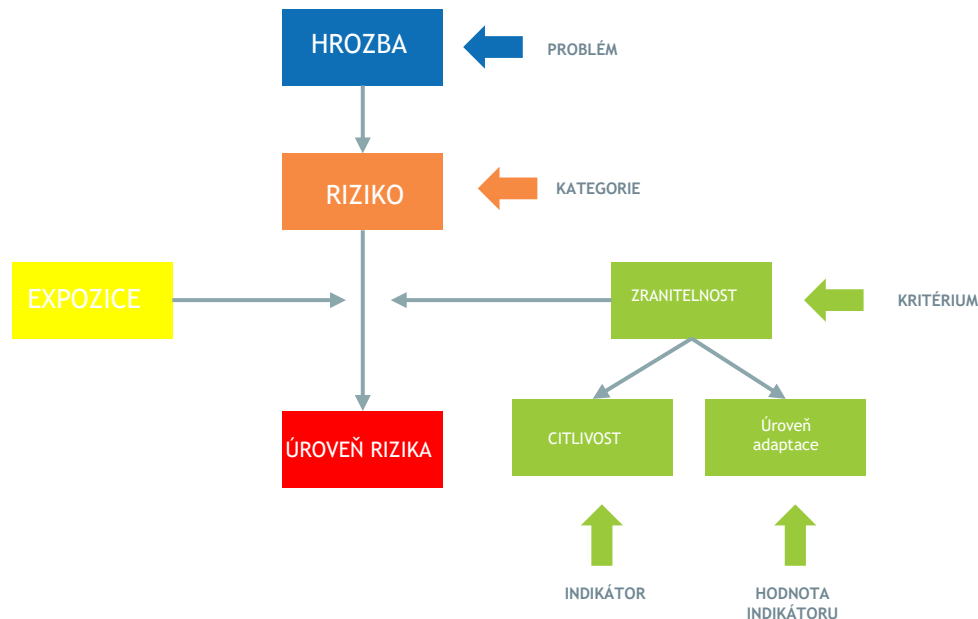
Metoda RBE je založena na jasně definovaných, měřitelných kritériích a indikátorech. Metoda je kontextualizovatelná, což umožňuje její přizpůsobení místním podmínkám a dostupnosti dat. To zajišťuje přesnější a smysluplnější diagnostiku rizik souvisejících se změnami klimatu a podporuje na důkazech založené rozhodování.

Modulární struktura

Modulární struktura umožňuje aplikaci metody RBE na různé typy budov a městské oblasti. Uživatelé mohou upravovat referenční hodnoty a význam jednotlivých indikátorů podle konkrétních místních priorit.

Řetězce dopadů

Metoda RBE počítá s aplikací konceptuálního modelu řetězců dopadů k identifikaci nejvhodnějších kritérií a indikátorů pro hodnocení tří klíčových složek klimatického rizika (hrozba, expozice a zranitelnost) na úrovni budov a malých městských celků, sledování příčinně-důsledkových vztahů a usnadnění komunikace výsledků. Tento přístup umožňuje vytvoření hodnotícího systému s číselnými entitami, kde každému prvku v matici klimatického rizika (hrozba, expozice, zranitelnost) je přiřazena konkrétní hodnota.



Tři osy hodnocení rizik

Hrozba

Metoda RBE zohledňuje jak klimatická, tak neklimatická rizika. Klimatická rizika zahrnují extrémní meteorologické jevy (např. extrémní teploty, sucha, intenzivní srážky) i pomalu probíhající klimatické procesy (např. zvyšování hladiny moří). Neklimatická rizika zahrnují ta, která jsou vyvolána klimatickými riziky (např. sesuvy půdy, biologické události).

Expozice

Expozice popisuje, kdo nebo co je vystaveno riziku. Podle IPCC je expozice přítomnost lidí, prostředků obživy, druhů nebo ekosystémů, environmentálních funkcí, služeb a zdrojů, infrastruktury či ekonomických, sociálních nebo kulturních hodnot na místech a v prostředích, která by mohly být negativně ovlivněny (IPCC, 2021a).

Zranitelnost

Zranitelnost je předpokládaná náchylnost vystaveného prvku k negativním dopadům. Aspekty zranitelnosti se vztahují ke kritériím, která ovlivňují citlivost vystaveného prvku vůči klimatické hrozbě a mohou riziko s ní spojené zvýšit nebo snížit. Toto kritérium nemusí být přímou vlastností samotného vystaveného prvku, ale může ovlivnit úroveň rizika.

Hrozby

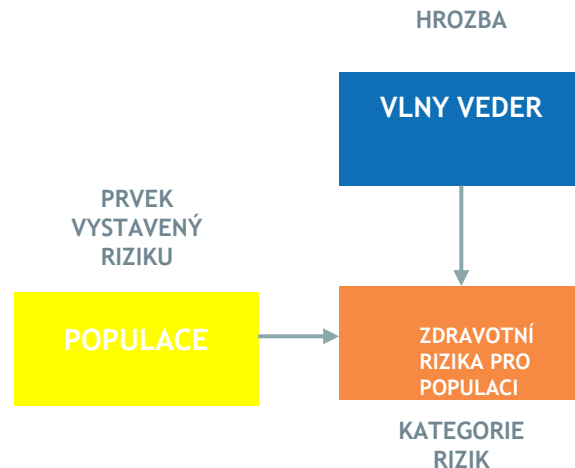
Hrozba	Popis
Intenzivní srážky	Výrazná srážková událost, která nastane během období 1 h, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h nebo 48 h, přičemž celkové množství srážek překročí určitou hranici stanovenou pro danou lokalitu. Podrizika: liják, monzun, silný sníh, mlha, kroupy.
Záplavy	Narušení běžných hranic toku nebo jiného vodního útvaru, případně dočasný vzestup hladiny moře či jezera, který vede k zaplavení suché půdy. Podrizika: přívalové/povrchové záplavy, říční záplavy, pobřežní záplavy, záplavy z podzemní vody.
Extrémní teploty	Výrazné oteplení vzduchu nebo proniknutí velmi teplého vzduchu nad rozsáhlou oblast, trvající od několika dnů do několika týdnů.
Sucho	Období abnormálně suchého počasí dostatečně dlouhé, aby způsobilo vážnou hydrologickou nerovnováhu, která může vést k dlouhodobým nedostatkům vody a nedostatečným vodním zdrojům pro uspokojení dlouhodobých průměrných potřeb.
Bouře	Atmosférická porucha, která se může projevit silným větrem a je doprovázena deštěm, sněhem nebo jinými srážkami a hromem a blesky. Podrizika: silný vítr, tornádo, cyklón, mimotropická bouře, tropická bouře, přílivová vlna, blesk/bouře s hromy.
Extrémní chlad	Výrazné ochlazení vzduchu nebo proniknutí velmi studeného vzduchu nad rozsáhlou oblastí.
Lesní požáry	Jakékoli nekontrolované a nepředpisově prováděné spalování rostlin v přírodním prostředí, jako je les, travnatá oblast, křovinatá plocha nebo tundra, které spotřebovává přírodní paliva a šíří se v závislosti na podmínkách prostředí. Podrizika: lesní požár, požár otevřené krajiny.
Stoupající hladiny moří	Dlouhodobý nárůst průměrné hladiny světových moří, který vede k trvalému zaplavení území.
Chemické změny	Změny obvyklého chemického složení vzduchu, vody nebo půdy, např. změna koncentrace CO ₂ v atmosféře, okyselování oceánů, vnikání slané vody.
Sesuvy půdy	Jakýkoli typ sesuvu nebo pohybu zemských materiálů po svahu. Podrizika: sesuv půdy, lavina, sesutí skal, poklesy terénu, degradace půdy, eroze půdy.
Biologické hrozby	Expozice živým organismům a jejich toxickým látkám nebo nemocem přenášenými vektory; příklady zahrnují jedovatou divokou zvěř a hmyz, jedovaté rostliny a komáry přenášející choroboplodné zárodky.

Městské sektory

Městské sektory	Popis
1. Budovy	Odkazuje na jakoukoli (městskou/bytnou/terciární, veřejnou/soukromou) stavbu nebo skupinu staveb, včetně přilehlých prostor, trvale vybudovaných nebo postavených na svém místě.
2. Doprava	Zahrnuje dopravní síť a související infrastrukturu pro silniční, železniční, leteckou a vodní dopravu (např. silnice, mosty, překladiště, tunely, přístavy a letiště).
3. Energie	Odkazuje na službu zásobování energií a související infrastrukturu (výroba, přenos a distribuční síť, všechny typy energie).
4. Voda	Odkazuje na službu zásobování vodou a související infrastrukturu. Zahrnuje také využívání vody a systém nakládání s odpadní a dešťovou vodou, který zahrnuje kanalizaci, odvodňovací a čisticí zařízení.
5. Odpad	Zahrnuje činnosti související s nakládáním (včetně sběru, úpravy a likvidace).
6. Zemědělství & lesnictví	Zahrnuje půdu klasifikovanou nebo určenou pro zemědělské a lesnické využití. Patří sem živočišná výroba, akvakultura, agrolesnictví, včelařství, zahradnictví a další činnosti a služby spojené se zemědělským a lesnickým hospodařením v dané oblasti.
7. Životní prostředí & biodiverzita	Prostředí se vztahuje na zelené a modré krajiny, kvalitu ovzduší, včetně městského zázemí. Biodiverzita označuje rozmanitost života v konkrétním regionu, měřitelnou jako rozmanitost uvnitř druhů, mezi druhy a rozmanitost ekosystémů.
8. Zdraví	Odkazuje na blaho lidí. Zahrnuje také zdravotní služby a související infrastrukturu (např. nemocnice).
9. Ochrana občanů & nouzová situace	Odkazuje na činnost civilní ochrany a záchranných složek provozovaných veřejnými orgány nebo jimi na jejich behalf (např. orgány civilní ochrany, policie, hasiči, sanitky, zdravotnické a pohotovostní služby).
10. Turismus	Odkazuje na činnosti osob cestujících a pobývajících na místech mimo jejich obvyklé prostředí.
11. ICT	Odkazuje na různé typy komunikačních sítí a technologie, které jsou v nich používány.
12. Ekonomické systémy	Odkazuje na soubor ekonomických činností, finanční infrastruktury a obchodních sítí.

Kategorie rizik

„Kategorie rizika“ představuje konkrétní typ rizika, který vzniká interakcí mezi definovanou klimatickou hrozbou a vystaveným prvkem v rámci městského systému. Například korelace mezi hrozbou „extrémní teploty“ a vystaveným prvkem „obyvatelstvo“ vede ke kategorii rizika „Zdravotní riziko pro obyvatelstvo“.



Kategorie rizika

Tím, že definuje konkrétní kategorii rizika pro každou kombinaci hrozby a ohroženého prvku, umožňuje systém hodnocení RBE městům přesně určit, kdo nebo co je v ohrožení a proč.

Tento cílený přístup podporuje rozvoj přizpůsobených adaptačních strategií, které lze uplatnit na různých prostorových úrovních - například u budov, čtvrtí či městských částí - a zároveň pomáhá upřesnit, která instituce nebo oddělení nese odpovědnost za realizaci opatření.

Hrozba	Městské systémy					
	Zastavěné prostředí		Zdraví		Doprava	
	Ohrožené prvky					
	Rezidenční budovy	Veřejné budovy	Populace	Zdravotnická zařízení	Silniční doprava	Železniční doprava
Extrémní teploty	Kategorie rizika 1	Kategorie rizika 2	Kategorie rizika 3	Kategorie rizika 4	Kategorie rizika 5	Kategorie rizika 6
Intenzivní srážky	Kategorie rizika 7	Kategorie rizika 8	Kategorie rizika 9	Kategorie rizika 10	Kategorie rizika 11	Kategorie rizika 12

Metoda RBE z pohledu budoucích podmínek

Metoda RBE může být použita k hodnocení úrovně klimatického rizika z pohledu budoucích klimatických podmínek. Výběr hodnot klimatických hrozeb, které přesně odrážejí očekávané změny klimatu v čase. Tento proces zahrnuje vyhodnocení potenciálních hrozeb na základě budoucích projekcí, jakými jsou zvyšující se teploty, změny v rozložení srážek a četnost či intenzita extrémních povětrnostních jevů. Tyto projekce lze odvodit z modelů uvedených ve zprávách Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC), zejména z tzv. Reprezentativních koncentračních trajektorií (RCP - Representative Concentration Pathways).



Struktura metody RBE

Metoda RBE je založena na organizaci komponentů do vnořených hierarchických úrovní (5):

Úroveň 1	Hrozba
Úroveň 2	Městský systém
Úroveň 3	Kategorie rizika
Úroveň 4	Kritérium
Úroveň 5	Indikátor

Struktura metody RBE

Úroveň 1 odpovídá hrozbám, které jsou převedeny do **strategického „problému“ (Issue)**. Problémy se nacházejí na vrcholu hierarchie a obsahují makrokategorie odpovídající 12 městským systémům. Na úrovni „problému“ jsou hrozby klasifikovány podle abecedního pořadí. Příklad: A. Intenzivní srážky B. Zápaly C. Extrémní teploty D. Sucho...

Úroveň 2 odpovídá městským systémům, převedeným do „makrokategorií“. Makrokategorie obsahují kategorie rizik a jsou řazeny podle abecedního pořadí. Příklad: A1 Budovy, A2 Doprava, A3 Energie, atd.

A	PROBLÉM (Hrozba)
---	------------------



Hrozba	
A-H1	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby
A-H2	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby
A-Hn	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby

A	PROBLÉM (hrozba)
A1	MAKRO KATEGORIE (Městský systém)



Hrozba	
A-H1	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby
A-H2	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby
A-Hn	Kritérium hrozb
	Indikátor hrozby

Struktura metody RBE

Úroveň 3 odpovídá kategoriím rizik. Kategorie rizik obsahují kritéria zranitelnosti a expozice a jsou řazeny podle abecedního pořadí.

Příklad: A1.1 Riziko poškození obytných budov, A1.2 Riziko poškození veřejných budov, A1.3 Riziko poškození komerčních budov

A	PROBLÉM (Hrozba)
A1	MAKRO KATEGORIE (Městský systém)
A1.1	KATEGORIE RIZIK (Ohrožený prvek)



Hrozba	
A-H1	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby
A-H2	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby
A-Hn	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby

Úroveň 4 odpovídá hodnotícím kritériím. Metoda RBE zahrnuje tři typy kritérií: Kritéria zranitelnosti a expozice, která jsou spojena s kategoriemi rizik a kritéria hrozeb, která jsou spojena s problémy (Issues).

A	PROBLÉM (Hrozba)
A1	MAKRO KATEGORIE (Městský systém)
A1.1	KATEGORIE RIZIK (Ohrožený prvek)
ZRANITELNOST	
A1.1.1	Kritérium zranitelnosti
EXPOZICE	
A1.1-E1	Kritérium expozice



Hrozba	
A-H1	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby
A-H2	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby
A-Hn	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby

Struktura metody RBE

Úroveň 5 odpovídá indikátorům. Každý indikátor je spojen s konkrétním kritériem (hrozba, expozice nebo zranitelnost) a slouží ke kvantifikaci výkonnosti vzhledem k tomuto kritériu. Indikátory mohou být kvantitativní i kvalitativní. Jedno kritérium může být spojeno pouze s jedním indikátorem.

A	PROBLÉM (Hrozba)
A1	MAKRO KATEGORIE (Městský systém)
A1.1	KATEGORIE RIZIK (Ohrožený prvek)
ZRANITELNOST	
A1.1.1	Kritérium zranitelnosti

Indikátor zranitelnosti

EXPOZICE	
A1.1-E1	Kritérium expozice

Indikátor expozice



Hrozba	
A-H1	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby
A-H2	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby
A-Hn	Kritérium hrozby
	Indikátor hrozby

Struktura metody RBE

Příklad:

A	EXTRÉMNÍ TEPLoty (Nebezpečí)
A1	BUDOVY (Městský systém)
A1.1	Riziko poškození obytných budov (Exponovaný prvek)
ZRANITELNOST	
A1.1.1	Kapacita infiltrace povrchu
Podíl propustných vs. nepropustných povrchů	
EXPOZICE	
A1.1-E1	Hustota zástavby
Počet budov na km ²	



Extrémní teploty	
A-H1	R20
	Počet dnů se srážkami ≥ 20 mm
A-H2	SDII
	Jednoduchý index denní intenzity
A-Hn	RX1DAY
	Maximální úhrn srážek, které spadnou za jeden den

Proces hodnocení metodou RBE

Proces hodnocení metodou RBE se skládá z následujících kroků:

1. Výpočet hodnoty zranitelnosti (Vulnerability Value, VV) pro každou kategorii rizik
2. Výpočet hodnoty expozice (EV) pro každou kategorii rizik
3. Výpočet hodnoty hrozby (HV) pro každý problém (Issue)
4. Výpočet hodnoty rizika pro každou kategorii rizik
5. Agregace hodnot kategorií rizik pro výpočet hodnoty rizika makro kategorií (městské systémy)
6. Agregace hodnot makro kategorií pro výpočet hodnoty rizika problémů (hrozeb)
7. Agregace hodnot problémů (Issues) k výpočtu celkové hodnoty rizik

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 1: Výpočet hodnoty zranitelnosti (Vulnerability Value, VV) pro kategorie rizik

Pro výpočet hodnoty zranitelnosti v kategorii rizik:

- jsou vypočítány hodnoty indikátorů zranitelnosti.
- Vypočítané hodnoty jsou normalizovány do intervalu (0,1).
- Normalizované skóre (0,1) je připsáno kvalitativním indikátorům
- Skóre kvantitativních a kvalitativních indikátorů je agregováno pomocí vážené sumy.

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 1: Výpočet hodnoty zranitelnosti (Vulnerability Value, VV) pro každou kategorii rizika

-Výpočet kvantitativních indikátorů

Jsou vypočteny hodnoty kvantitativních ukazatelů zranitelnosti vztahující se ke kritériím dané kategorie rizika. Výstupem je soubor veličin vyjádřených v různých měrných jednotkách.

Hrozba	Extrémní teploty	
Kategorie rizika	Zdravotní riziko pro obyvatelstvo	
Kategorie zranitelnosti	Indikátor	Vypočtená hodnota
Schopnost zpevněných povrchů odrazet sluneční záření	Průměrný index solární odrazivosti zpevněných povrchů v oblasti	76
Dostupnost zelených ploch	Procento zelených ploch z celkové plochy městské oblasti	15 %
Stínění zpevněných povrchů	Procento zpevněných ploch zastíněných dne 21. června ve 12:00	5 %

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 1: Výpočet hodnoty zranitelnosti (VV) pro kategorie rizik

-Normalizace hodnot kvantitativních ukazatelů

Vypočtené hodnoty kvantitativních ukazatelů jsou normalizovány do intervalu (0,1). Termín „normalizace“ označuje transformaci hodnot ukazatelů, které jsou měřeny v různých jednotkách, na bezrozměrné hodnoty na společné škále. Normalizační interval používaný v metodě RBE je rozsah hodnot od 0 do 1, což je nejčastěji používaný interval při studiích klimatických rizik. Hodnota nula je definována jako „optimální“, tedy není třeba ani možné další zlepšení, a hodnota 1 je považována za „kritickou“.

Normalizační hodnoty	Popis
0-0.2	Optimální (žádné zlepšení není potřeba)
>0.2-0.4	Spíše pozitivní
>0.4-0.6	Neutrální
>0.6-0.8	Spíše negativní
>0.8-1	Kritické (může vést k vážným důsledkům)

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 1: Výpočet hodnoty zranitelnosti (VV) pro kategorie rizik

-Normalizace hodnot kvantitativních ukazatelů

Pro ukazatele typu „čím vyšší, tím lepší“ (čím vyšší je číselná hodnota ukazatele, tím vyšší je úroveň výkonnosti) je hodnota normalizována podle následujícího vzorce:

$$X_{norm} = \frac{x_{max} - x_i}{x_{max} - x_{min}}$$

Kde:

x_i : hodnota indikátoru

x_{min} = hodnota kritického indikátoru (odpovídající skóre 1)

x_{max} = optimální hodnota ukazatele (odpovídající skóre 0)

Hodnoty ukazatele horší než x_{min} budou přiřazeny hodnotě x_{min} a hodnoty ukazatele překračující x_{max} budou přiřazeny hodnotě x_{max} :

Například, pokud je hodnota (x_i) ukazatele „průměrný index solární reflexe (Solar Reflectance Index) zpevněných ploch v oblasti“ 14, při následujících referenčních hodnotách:

- x_{max} (Optimální výkonnost) = 58, referenční hodnota odpovídající skóre 0
- x_{min} (Kritická výkonnost) = 0, referenční hodnota odpovídající skóre 1

Výsledná normalizovaná hodnota bude: $x_{norm} = 0,76$ (spíše negativní)

Proces hodnocení metodou RBE Method

Krok 1: Výpočet hodnoty zranitelnosti (VV) pro kategorie rizik

-Normalizace hodnot kvantitativních ukazatelů

Pro ukazatele typu „čím nižší, tím lepší“ (čím nižší je číselná hodnota ukazatele, tím vyšší je úroveň výkonnosti) je hodnota normalizována podle následujícího vzorce:

$$X_{norm} = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

kde:

x_i : hodnota indikátoru

x_{min} = optimální hodnota ukazatele (odpovídající skóre 0)

x_{max} = kritická hodnota ukazatele (odpovídající skóre 1)

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 1: Výpočet hodnoty zranitelnosti (VV) pro kategorie rizik

Příklad: Normalizace kvantitativních ukazatelů

Pokud je hodnota (X_i) ukazatele „podíl nepropustných povrchů v oblasti“ 85 %, při následujících referenčních hodnotách:

- X_{min} (optimální výkonnost) = 50 %, referenční hodnota odpovídající skóre 0 = 50 %
- X_{max} (kritická výkonnost) = 100 %, referenční hodnota odpovídající skóre 1

Výsledná normalizovaná hodnota bude: $X_{norm} = 0,7$ (spíše negativní)

Poznámka: Normalizační interval (0,1) a postup popsany v tomto odstavci by měly být použity k normalizaci ukazatelů rizika a expozice, které se používají k výpočtu hodnoty expozice (viz 4.3.2) a hodnoty rizika (viz 4.3.3).

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 1: Výpočet hodnoty zranitelnosti (VV) pro kategorie rizik

-Normalizace kvalitativních ukazatelů

Kvalitativní ukazatele určené kategoriálními hodnotami (scénáři) jsou normalizovány pomocí pětiúrovňového hodnoticího schématu.

Normalizační hodnoty	Popis
0.1	Optimální (žádné zlepšení není potřeba)
0.3	Spíše pozitivní
0.5	Neutrální
0.7	Spíše negativní
0.9	Kritické (může vést k vážným následkům)

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 1: Výpočet hodnoty zranitelnosti (VV) pro kategorie rizik

Příklad: Normalizace kvalitativních ukazatelů

Tabulka ukazuje normalizované hodnoty ve vztahu ke scénářům kvalitativního ukazatele „Kvalita městské správy“.

Během fáze normalizace je třeba vybrat scénář, který odráží skutečný stav, a přiřadit ukazateli odpovídající skóre.

Normalizační hodnoty	Popis	Scénář
0.1	Optimální (žádné zlepšení není potřeba)	Vzorové řízení v oblasti klimatu, s konsolidovanou a inkluzivní strategií adaptace integrovanou do všech městských politik. Vysoká míra spolupráce mezi institucemi, občany, soukromými organizacemi a vědeckou komunitou.
0.3	Spíše pozitivní	Dobře organizované a integrované řízení klimatu v procesech městského plánování. Silná koordinace mezi všemi odděleními a zainteresovanými stranami. Aktivní účast komunity a zainteresovaných stran při plánování a realizaci adaptačních strategií.
0.5	Neutrální	Plány pro klima jsou k dispozici a realizovány s přiměřenou úrovní koordinace. Spolupráce mezi různými subjekty existuje, ale některé kritické sektory zůstávají opomíjeny. Zapojení komunity a zainteresovaných stran se uskutečňuje pouze u některých rozhodnutí.
0.7	Spíše negativní	Formální plány pro klima existují, ale s nízkou úrovní koordinace mezi různými odděleními a zainteresovanými stranami. Drobná nejasnost ohledně toho, kdo je zodpovědný za řízení klimatických rizik. Omezené nebo žádné zapojení komunity a zainteresovaných stran.
0.9	Kritické (může mít vážné důsledky)	Fragmentované a neefektivní řízení klimatu. Chybí jasné klimatické plány nebo adaptační strategie. Slabá spolupráce mezi různými subjekty a žádné zapojení občanů.

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 1: Výpočet hodnoty zranitelnosti (VV) pro kategorie rizik

-Agregace normalizovaných hodnot pro výpočet hodnoty zranitelnosti kategorie rizik

Pro výpočet hodnoty zranitelnosti (VV) kategorie rizik jsou normalizované hodnoty ukazatelů agregovány pomocí aritmetického průměru. Výsledkem je celková hodnota zranitelnosti pro danou kategorii rizik:

$$VV = \sum_{i=1}^n (I_i \times W_i)$$

Kde:

- I_i je normalizovaná hodnota i-tého ukazatele
- W_i je váha přiřazená i-tému ukazateli
- n je počet zvažovaných ukazatelů

Váhové faktory musí splňovat následující vlastnosti:

- $0 \leq W_i \leq 1$

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 1: Výpočet hodnoty zranitelnosti (VV)

-Příklad: Agregace normalizovaných hodnot pro výpočet hodnoty zranitelnosti kategorie rizik

Kategorie rizika „Zdravotní riziko pro populaci“ patřící k nebezpečí „Extrémní teploty“ obsahuje 3 kritéria. Kritérium „Schopnost zpevněných ploch odrazet sluneční záření“ bylo považováno za důležitější než ostatní dvě, jak je uvedeno v následující tabulce.

Hrozba	Extrémní teploty		
Kategorie rizika	Zdravotní riziko pro populaci		
Kritérium zranitelnosti	Indikátor	Normalizovaná hodnota	Váha
Schopnost zpevněných ploch odrazet sluneční záření	Průměrný index solární reflexe (Solar Reflectance Index) zpevněných ploch v oblasti	0.65	0.5
Dostupnost zelených ploch	Procento zelených ploch z celkové plochy městské oblasti	0.70	0.25
Stínění zpevněných ploch	Procento zpevněných ploch zastíněných 21. června ve 12:00 hodin	0.40	0.25

Výstupem tohoto kroku je sada hodnot zranitelnosti (VV), po jedné pro každou kategorii rizik.

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 2: Výpočet hodnoty expozice (EV) pro kategorie rizik

Metoda RBE předpokládá přiřazení hodnoty expozice (EV) ke každé kategorii rizik zahrnuté v hodnocení. Tato hodnota představuje velikost exponovaných prvků, jak je uvedeno v následující Tabulce 10.

Rozsah expozice	Hodnota expozice (EV)
Nepodstatný	0,01-0,10
Nízký	0,11-0,20
Středně závažný	0,21-0,30
Kritický	0,31-0,50
Závažný	0,51-1

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 2: Výpočet hodnoty expozice (EV) pro kategorie rizik

-Normalizace hodnot kvantitativních ukazatelů

Pro určení EV kategorie rizik je nejprve nutné vypočítat hodnotu souvisejících ukazatelů expozice a normalizovat ji do intervalu (0,1) podle postupu uvedeného v bodě 4.3.1.2 (Normalizace hodnot kvantitativních ukazatelů).

Kde:

$$EV = \sum_{i=1}^n (I_i \times W_i)$$

- I_i normalizovaná hodnota i-tého expozičního ukazatele
- W_i váha přiřazená i-tému indikátoru expozice
- N je zohledněn počet expozičních ukazatelů

Různé váhy přiřazené expozičním ukazatelům mohou být odvozeny z existující literatury, informací od zainteresovaných stran nebo expertního hodnocení. Pro normalizaci ukazatele je nutné určit hodnoty odpovídající optimální úrovni expozice (0) a kritické úrovni expozice (1).

Proces hodnocení metody RBE

Krok 2: Výpočet hodnoty expozice (EV) pro kategorie rizik

-Normalizace hodnot kvantitativních ukazatelů

U ukazatelů typu „nižší je lepší“ (čím nižší číselná hodnota ukazatele, tím vyšší úroveň výkonnosti) se hodnota normalizuje pomocí následujícího vzorce:

$$X_{norm} = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}}$$

kde: x_i : hodnota ukazatele
 x_{min} = optimální hodnota ukazatele (odpovídající skóre 0)
 x_{max} = kritická hodnota ukazatele (odpovídající skóre 1)

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 2: Výpočet hodnoty expozice (EV) pro kategorie rizika

Příklad

Tabulka níže znázorňuje hodnoty expozice přiřazené jednotlivým kategoriím rizika, přičemž je u každé kategorie rizika zohledněn jeden expoziční ukazatel.

Hrozba	Kategorie rizika	Ohrožený prvek	Expoziční ukazatel	Hodnota expozice
Extrémní teploty	Zdravotní riziko pro populaci	Populace	Hustota obyvatelstva (n/Km2)	0,32 (kritická)
	Riziko poškození obytných budov	Obytné budovy	Procento obytných budov starších 50 let (%)	0,7 (závažná)
Intenzivní srážky	Odvodňovací kapacita silničních sítí	Silniční síť	Celková délka silnic v oblastech ohrožených záplavami (km)	0,18(nízká)

Celková délka silnic v oblastech ohrožených záplavami (km)

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 3: Výpočet hodnoty nebezpečí (HV - Hazard Value) pro problémy

Metoda RBE předpokládá přiřazení hodnoty nebezpečí (HV - Hazard Value) ke každému zjištěnému problému (riziku / nebezpečí), který je součástí hodnocení. Tato hodnota vyjadřuje význam daného nebezpečí ve vztahu k místnímu kontextu, jak je uvedeno v tabulce níže.

Riziková událost		Hodnota nebezpečí (HV)	
Časté	Pravděpodobnost výskytu během života (každých 0-10 let)	Velmi pravděpodobné	1-0,9
Pravděpodobné	Pravděpodobný výskyt několikrát během života (každých 0-25 let)	Pravděpodobné	0,89-0,66
Občasné	Pravděpodobný výskyt někdy během života (každých 0-50 let)	Téměř jisté	0,65-0,33
Vzdálené	Nepravděpodobný, ale stále možný výskyt během života (0-100 let)	Nepravděpodobné	0,32-0,0

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 3: Výpočet hodnoty rizika (HV) pro jednotlivé problémy (Issues)

Hodnota nebezpečí (HV) bude přiřazena na základě informací poskytnutých v SECAP. Pokud informace nejsou k dispozici:

- Hodnota nebezpečí (HV) je přiřazena odborníky
- Hodnota nebezpečí (HV) je přiřazena prostřednictvím výpočtu, normalizace a agregace specifických kritérií nebezpečí.

Pokud jde o druhou možnost, tabulka ukazuje příklad kritérií nebezpečí pro problém „Extrémní teploty“.

Problém	Extrémní teploty
Kritéria nebezpečí	Indikátory
SU25(letní dny)	Počet dnů v roce s denní maximální teplotou vyšší než 25 °C
SU30 (teplé dny)	Počet dnů v roce s denní maximální teplotou vyšší než 30 °C
TMAX	Denní maximální teplota °C
TR20 (tropické noci)	Počet dnů v roce s denní minimální teplotou vyšší než 20 °C
HW	Počet dnů v roce s denní maximální teplotou nad 30 °C

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 3: Výpočet hodnoty (HV) pro jednotlivé problémy (issues)

Pro určení hodnoty nebezpečí (HV) pro problém se hodnoty příslušných ukazatelů nebezpečí vypočítají a normalizují do intervalu (0,1). Poté se HV vypočítá pomocí následujícího vzorce:

$$HV = \sum_{i=1}^n (I_i \times W_i)$$

Kde:

- I_i je normalizovaná hodnota i-tého ukazatele nebezpečí
- W_i je váha přiřazená i-tému ukazateli nebezpečí
- n je počet zvažovaných ukazatelů nebezpečí

Různé váhy přiřazené ukazatelům nebezpečí mohou být odvozeny z existující literatury, informací od zúčastněných stran nebo z hodnocení odborníků.

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 3: Výpočet hodnoty rizika (HV) pro jednotlivé problémy (Issues)

Příklad

Při předpokladu provedení hodnocení rizik pro město ve střední Evropě uvádí Tabulka 14 níže hodnoty nebezpečí (HV) přiřazené po konzultaci jeho SECAP.

Hrozba	Hodnota nebezpečí (HV)
Extrémní teploty	0,8(Vysoká)
Intenzivní srážky	0,6 (Střední)
Bouře	0,5(Střední)

Výstupem tohoto kroku je sada hodnot rizika (HV), přičemž každému problému je přiřazena jedna hodnota.

RBE Proces hodnocení metodou RBE

Krok 4: Výpočet hodnoty kategorie rizik

V této fázi procesu je každá kategorie rizik charakterizována:

- hodnota rizika (HV)
- hodnota expozice (EV)
- hodnota zranitelnosti (VV)

Poslední krok spočívá v agregaci těchto tří složek rizika pomocí váženého geometrického průměru za účelem výpočtu hodnoty rizika každé kategorie rizika.

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 4: Výpočet hodnoty kategorie rizika

Hodnota kategorie rizika = $(HV^{W_{HV}} \times EV^{W_{EV}} \times VV^{W_V})^{1/\Sigma W}$

Kde:

-HV je hodnota rizika

-EV je hodnota expozice

-VV je hodnota zranitelnosti

W_{HV} je váha přiřazená hodnotě nebezpečí HV

W_{EV} je váha přiřazená hodnotě expozice EV

W_V je váha přiřazená hodnotě zranitelnosti (VV).

Za předpokladu, že váhy splňují následující vlastnosti:

$$0 \leq W_i \leq 1$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1$$

Hodnota kategorie riziku = $HV^{W_{HV}} \times EV^{W_{EV}} \times VV^{W_V}$

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 4: Výpočet hodnoty kategorie rizika

Příklad

Pro výpočet hodnoty rizika kategorie „zdravotní riziko pro obyvatele“ jsou použity následující hodnoty:

Hodnota nebezpečí (HV) = 0,68

Whv = 0,25

Hodnota expozice (EV) = 0,35

Wev = 0,25

Hodnota zranitelnosti (VV) = 0,6

Wv = 0,5

Hodnota rizika kategorie „Zdravotní riziko pro obyvatele“ je:

Hodnota kategorie rizika $(0,68^{0,25} \times 0,35^{0,25} \times 0,6^{0,5}) = 0,54$

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 5: Agregace hodnot kategorie rizik k určení rizika makro-kategorií (urbanistické systémy)

V tomto kroku jsou hodnoty rizik kategorií vypočítané v předchozím kroku agregovány za účelem vytvoření hodnoty rizika na úrovni makro-kategorie. Tato hodnota představuje specifické riziko městských systémů ve vztahu k hrozbám.

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 5: Agregace hodnot kategorie rizik pro výpočet hodnoty rizika makro kategorií (městské systémy)

Jako přístup zahrnující více rizik probíhá agregace skóre rizikových kategorií prostřednictvím aritmetického průměru.

Hodnota rizika makro-kategorie = $\sum_{i=1}^n (C_i \times W_i)$

Kde:

- C_i je hodnota rizika i -té kategorie rizik
- W_i je váha přiřazená i -té rizikové kategorii
- n = je celkový počet zvažovaných rizikových kategorií

Váhové faktory musí splňovat následující vlastnosti:

$$0 \leq W_i \leq 1$$

$$\sum_{i=1}^n W_i = 1$$

Proces hodnocení metody RBE

Krok 5: Agregace hodnot kategorií rizika pro výpočet hodnoty rizika makrokategorií (městské systémy)

Příklad

Makrokategorie „Zdraví“ má 2 kategorie rizika. V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty rizika pro každou z nich a jejich příslušná váha.

Kategorie rizika	Hodnota rizika	Váha
Zdraví obyvatel	0,61	0,60
Riziko účinnosti pro hygienické budovy	0,28	0,20

Skóre pro makrokategorii ve vztahu k riziku „Extrémní teploty“ je $= (0,61 \cdot 0,60) + (0,28 \cdot 0,40) = 0,48$ (neutrální)

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 6: Agregace hodnot makro kategorií k určení rizika jednotlivých problémů (nebezpečí)

V tomto kroku jsou hodnoty rizik makro kategorií dále agregovány za účelem vytvoření hodnoty rizika pro jednotlivé problémy (hrozby).

Jako přístup zahrnující více rizik probíhá agregace skóre makro kategorií prostřednictvím aritmetického průměru.

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 6: Agregace hodnot makro kategorií pro výpočet hodnoty rizika problémů (hrozeb)

V tomto kroku jsou hodnoty rizik makro kategorií dále agregovány za účelem vytvoření hodnoty rizika pro jednotlivé problémy (hrozby). Jako přístup zahrnující více rizik probíhá agregace skóre makro kategorií prostřednictvím aritmetického průměru.

Hodnota rizika problému=

kde:

- C_i je hodnota rizika i-té makro kategorie.
- W_i je váha přiřazená i-té makro kategorii.
- n = je celkový počet zvažovaných makro kategorií.

Váhové faktory musí splňovat následující vlastnosti:

- $0 \leq W_i \leq 1$

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 6: Agregace hodnot makro-kategorií pro výpočet hodnoty rizika problémů (hrozby)

Příklad

Problém „Extrémní teploty“ zahrnuje 3 makro-kategorie. V následující Tabulce 15 jsou uvedeny hodnoty rizika každé z nich a jejich příslušná váha.

Makro kategorie	Hodnota rizika	Váha
Zdraví	0,54	0,7
Energie	0,32	0,15
Doprava	0,23	0,15

Skóre problému ve vztahu ke hrozbě „Extrémní teploty“ je následující:
Úroveň rizika nebezpečí= $(0,54 \cdot 0,7) + (0,32 \cdot 0,15) + (0,23 \cdot 0,15) = 0,46$ (neutrální)

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 7: Agregace hodnot makro-kategorií k určení rizika jednotlivých problémů (hrozeb)

Nakonec je celková hodnota rizika vypočítána jako aritmetický průměr hodnot rizik jednotlivých problémů:

Celková hodnota rizika =

- I_i je hodnota rizika i-tého problému.
- W_i je váha přiřazená i-té hrozbě.
- n = je celkový počet zvažovaných hrozeb

Váhové faktory musí splňovat následující vlastnosti:

- $0 \leq W_i \leq 1$

Proces hodnocení metodou RBE

Krok 7: Agregace hodnot makro kategorií k určení rizika jednotlivých problémů (hrozeb)

Příklad hodnot rizika a váhových faktorů přiřazených problémům

Problém (issue)	Hodnota rizika	Váha
Extrémní teploty	0,46	0,5
Intenzivní srážky	0,73	0,2
Bouře	0,65	0,1

Celková hodnota rizika je:

Celková hodnota rizika = $(0,46 \cdot 0,5) + (0,73 \cdot 0,2) + (0,65 \cdot 0,1) = 0,44$ (neutrální)

Výsledky hodnocení

Kategorie rizik

Hodnoty rizik jednotlivých kategorií poskytují jasný přehled o tom, které prvky v městských systémech jsou nejvíce ohroženy, a zároveň vyzdvihují oblasti, které vyžadují prioritu při adaptaci.

Makro Kategorie

Hodnoty rizik (0,1) makro kategorií poskytují jasný přehled o tom, které městské sektory jsou nejvíce ohroženy, a zároveň vyzdvihují oblasti, které vyžadují prioritu při strategiích adaptace.

Problémy (Issues) Výsledky metody Celkové riziko

RBE

Metoda RBE umožňuje získat agregovaný přehled o tom, jak jednotlivá nebezpečí ovlivňují celkový profil rizika. Nebezpečí s vyššími hodnotami rizika signalizují větší zranitelnost vůči dopadům změn klimatu a proto vyžadují okamžité a trvalé úsilí k jejich zmírnění.

Metoda RBE poskytuje jasnou metriku pro hodnocení účinnosti stávajících adaptačních opatření a naléhavosti potřeby dalších zásahů. Interpretace výsledků je klíčová pro informování strategií adaptace na změnu klimatu a zdůrazňuje důležitost začlenění těchto zjištění do širších rámců městského plánování a politik.