

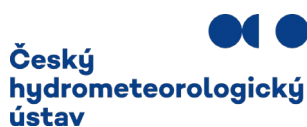
T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou
Technologické agentury ČR a Ministerstva životního
prostředí v rámci Programu Prostředí pro život.

www.tacr.cz www.mzp.cz



Slovník pojmů z oblasti rizik a dopadů změny klimatu



MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ
FAKULTA
Univerzita Karlova



PŘÍRODOVĚDECKÁ
FAKULTA
Univerzita Karlova



ÚSTAV FYZIKY ATMOSFÉRY
AV ČR



Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.



Obsah

| | |
|--|----|
| Účel slovníku | 3 |
| Slovník..... | 4 |
| Výkladová část – rozbor vybraných témat | 15 |
| Nebezpečí a riziko | 16 |
| Odolnost a zranitelnost | 21 |
| Zvládání rizika | 26 |
| Zvládání katastrof | 31 |
| Souběh a řetězení rizik (kaskádové jevy) | 34 |
| Rozhodování v podmínkách nejistoty | 37 |
| Princip předběžné opatrnosti | 40 |
| Scénáře změny klimatu | 45 |
| Extrémy a extremity..... | 45 |
| Strategické dokumenty v ČR | 50 |

Účel slovníku

Ve slovníku předkládáme vědecké definice pojmů, které budou používány v rámci projektu PERUN a při komunikaci směrem ke třetím stranám. Primární motivací bylo vytvořit jednoznačný terminologický aparát pro přiléhavý popis zejména možných dopadů adaptačních opatření na společnost, životní prostředí atd. Jednoznačný slovník chceme používat napříč výstupy, které budou zahrnovat např. aktualizaci komplexní studie dopadů, metodiky, odborné články apod. Obecně si potřebujeme vzájemně rozumět a používat stejné definice, východiska a stejný kontext. Jsme si totiž vědomi, že opatření navrhovaná v reakci na změnu klimatu budou prosaditelná a udržitelná jen pokud budou již od počátku srozumitelná zejména decizní sféře.

V definicích se tedy věnujeme zejména tématu dopadů (a následných rizik) změny klimatu na společnost. Není cílem duplikovat definice pojmů, které náležejí do oboru meteorologie, klimatologie, hydrologie apod. a jsou podchyceny ve stávajících slovnících, jako meteorologický slovník ČMeS, ČSN 75 0110 Vodní hospodářství – Terminologie hydrologie a hydrogeologie, apod. Současně je slovník tvořen z pohledu odborné správnosti a úplnosti odpovídající současnému stavu porozumění dané problematice na mezinárodní úrovni, nejedná se tedy o pouhou kompilaci existujících definic z různých národních dokumentů, naopak předkládáme definice odpovídající aktuálním vědeckým potřebám, které věříme, že v budoucnu budou přejaty různými dokumenty.

Přesto platí, že Slovník samozřejmě vznikl s využitím již existujících definic v níže uvedených zdrojích. Na jejich základě byla navržena co nejvěrnější definice pro použití v rámci projektu PERUN.

Cílem je vytvořit stručné definice a tam, kde je to pro jejich zpřesnění nutné, lze je doplnit poznámkou (anotací), která bude jejich součástí. U některých komplexnějších oblastí je doplněno podrobnější vysvětlení v rámci témat ve výkladové části Slovníku. Podkladové zdroje definic:

- UNDRR Terminology: <https://www.undrr.org/terminology>
- Terminologický slovník krizového řízení a plánování obrany státu Ministerstva vnitra: <https://www.mvcr.cz/clanek/terminologicky-slovník-krizove-řízení-a-planovani-obrany-statu.aspx>
- Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik:: https://cds.chmi.cz/dokumentace/Metodika_mapovani_2012-03-13.pdf
- Meteorologický slovník ČMeS: <http://slovník.cmes.cz/>
- IPCC Glossary v nejnovějších zprávách: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/glossary/>, https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Annex_VII.pdf

Definice byly sestaveny a revidovány týmem ve složení Jan Daňhelka, Karel Drbal, Radim Tolasz, Eliška Polcarová, Daniel Nývlt, Michal Žák.

Slovník

adaptace *adaptation*

Proces přizpůsobení se společnosti aktuálnímu či očekávanému klimatu a jeho projevům s cílem omezit negativní dopady či využít příležitosti.

Pozn.: V přírodních systémech jde o proces přizpůsobení se aktuálnímu klimatu a jeho projevům, lidské zásahy mohou stimulovat přizpůsobení se i očekávanému klimatu a jeho projevům.

adaptační kapacita *adaptation capacity*

Schopností systému, organizace, lidí a dalších organismů přizpůsobit se potenciálnímu poškození a využít příležitosti z něj vycházející, či reagovat na jeho následky.

Pozn.: Kapacita je tedy schopnost vyrovnat se s disturbancemi, a to včetně jejich prevence. Adaptační kapacitu je možné vnímat jako dlouhodobé udržení kapacity v měnících se podmínkách.

analýza (vyhodnocení) rizik *risk analysis*

Kvantitativní a/nebo kvalitativní určení povahy a rozsahu rizika pro jednotlivce, společnost, majetek, služby a/nebo životní prostředí.

Pozn.: Analýza rizik zahrnuje: identifikaci nebezpečí včetně jeho charakteristik jako jsou místo výskytu a jeho pravděpodobnost; analýzu expozice a zranitelnosti včetně jejich fyzických, sociálních, zdravotních, environmentálních a ekonomických dimenzí; a vyhodnocení efektivnosti existujících a dostupných kapacit pro zvládání rizik ve vztahu k jejich možným scénářům.

bod zlomu *tipping point*

Úroveň změny vlastností systému, při níž se systém reorganizuje, často prudkou změnou, a nevrátí do původního stavu/uspořádání ani poté, kdy pomine působení příčin změny.

Pozn.: V případě klimatického systému se jedná o kritický práh/úroveň, kdy dojde ke změně globálního, či regionálního klimatu z jednoho stavu do jiného stavu.

Nevratnost změn je závislá na použitém časovém měřítku. V dynamických systémech (jako je např. klimatický systém) může být změna vratná v čase pro systém natolik vzdálená, že je považována za nevratnou.

Viz též prahové procesy

Build back better

Build back better

Využití fáze obnovy po katastrofě ke zvýšení resilience prostřednictvím uplatnění příslušných opatření ke snížení rizika katastrof při rekonstrukci infrastruktury, socioekonomických systémů a životního prostředí.

citlivost klimatu

climate sensitivity

Citlivost klimatu vyjadřuje změnu roční průměrné globální teploty povrchu v reakci na změnu koncentrace CO₂ v atmosféře nebo jiná radiační působení.

Rovnovážná citlivost klimatu odpovídá ustálené změně roční průměrné globální teploty povrchu v důsledku zdvojnásobení koncentrace atmosférického CO₂.

cost-benefit analýza

cost-benefit analysis

Finanční vyhodnocení všech pozitivních a negativních dopadů spojených s danou akcí/aktivitou. Cost-benefit analýza (CBA) umožňuje porovnání různých zásahů, investic či strategií a odhaluje, jak by daná investice či rozhodnutí ovlivnily jednotlivce, společnosti a státy.

Pozn.: CBA jako společenský pohled je důležitým nástrojem pro rozhodování v rámci změny klimatu, nicméně čelí problémům v sumarizaci nákladů a přínosů napříč různými sektory a v průběhu různých dlouhých období jejich působení.

dobrá praxe

good practice

Dobrá praxe je postupem, který se osvědčil z hlediska jeho funkčnosti a známých výsledků a je proto doporučen jako modelový vzor. Jde o úspěšnou zkušenost, která byla otestována a validována, tedy v širším významu, která byla opakovaně použita a zaslouží si být sdílena, aby mohlo být použito opakováno.

dopady (škody)

impacts

Následky rizik spojených s výskytem nebezpečných (extrémních) jevů. Tyto následky mohou ovlivnit životy, zdraví, životní úroveň, ekonomiku, sociální a kulturní statky, služby, infrastrukturu i ekosystémy.

Pozn.: Dopady jsou většinou vyjádřeny jako ovlivnění životů, prostředků pro zajištění života, zdraví, ekosystémů, ekonomických, kulturních a sociálních statků, služeb a infrastruktury. Dopady mohou být nepříznivé, či pozitivní.

downscaling
downscaling

Metoda odvození podrobnějších informací z velkoprostorových modelů a analýz pro lokální či regionální měřítko.

Pozn.: Existují dva hlavní přístupy downscalingu – tzv. dynamický downscaling a statistický downscaling.

Dynamický downscaling využívá výstupy globálních či regionálních modelů jako vstupů do modelů podrobnějšího rozlišení.

Statistický downscaling je založený na nalezení statistického vztahu mezi meteorologickými proměnnými získanými v rámci velkoprostorového modelu/analýzy a těmi pozorovanými v lokálním či regionálním měřítku.

expozice
exposure

Situace lidí, infrastruktury, obydlí, služeb a zdrojů (výrobních prostředků a jiných hmotných statků) v oblastech vystavených určitému nebezpečí (hazardu).

Pozn.: Analogicky mohou být exponovány ekosystémy, živočišné či rostlinné druhy vůči hrozbám a změnám antropogenního původu.

extrémní jev, extremita
extreme, extremity

Extrémní hydrometeorologický jev, případně výskyt hodnoty hydrometeorologické proměnné, nad (nebo pod) limitní hodnotou blízkou stanovené horní (resp. spodní) hranici.

Pozn.: Způsob stanovení limitu pro definici extrému může být v případech konkrétních jevů a veličin rozdílné. V meteorologii jde nejčastěji o událost, jejíž pravděpodobnost výskytu odvozená z pozorování je menší než stanovené procento. V hydrologii je extrém vyjádřen velkou dobou opakování výskytu povodně např. na úrovni 100leté povodně a větší.

V sociálních a jiných vědách může být vnímání extrému odlišné, definici často odvíjí od velikosti dopadu jevu.

Extremita je charakteristika výskytu jevů naplňujících definici extrému odvozená z referenčního období.

globální oteplení
global warming

Odhadovaný růst průměrné globální teploty zemského povrchu pro zvolené 30leté období vyjádřený relativně ve srovnání s předindustriálním (1850-1900), případně s jiným, srovnávacím obdobím.

governance (vládnutí/správa)
governance

Soubor nástrojů pro rozhodování, management, implementaci a vyhodnocování politik a opatření.

Pozn.: Koncept governance zahrnuje příspěvek různých úrovní veřejné správy (od lokální, přes národní až po globální), soukromého sektoru, nevládních subjektů a veřejnosti.

V kontextu změny klimatu jde o cílený mechanismus a soubor opatření směřující společnost k prevenci, mitigaci, či adaptaci na rizika vyplývající ze změny klimatu.

hodnocení rizika
risk assessment

Proces určení povahy a rozsahu rizika na základě analýzy potenciálních hrozeb, vyhodnocení zranitelnosti a expozice, které v souhrnu mohou ohrozit obyvatele, či jim způsobit škody na majetku, službách, prostředcích a životním prostředí.

Pozn.: Hodnocení rizika může být kvantitativní nebo kvalitativní. Proces hodnocení rizika zahrnuje: identifikaci typů nebezpečí, analýzu jejich charakteristik (územní výskyt, intenzita, frekvence a pravděpodobnost), analýzu expozice a zranitelnosti včetně jejich fyzického, sociálního, zdravotního, environmentálního a ekonomického rozměru, a vyhodnocení efektivity existujících kapacit pro zvládnání možných rizik.

Výsledkem hodnocení rizik je rozhodnutí, zda je existující riziko přijatelné a zda jsou současná opatření snižující riziko adekvátní. Pokud opatření nejsou na požadované úrovni, hodnotí se, zda jsou nezbytná další opatření snižující riziko.

hrozba
(synonymum:
nebezpečí)
hazard

Přírodní proces, jev nebo lidská aktivita, která může způsobit ztráty životů, zranění či jiné zdravotní dopady, poškození majetku, přerušování společenských či ekonomických funkcí či poškození životního prostředí.

kapacita zvládnání rizik
capacity

Kombinace schopností, vlastností a zdrojů, které má organizace, komunita či společnost k dispozici pro zvládnání a zmenšování rizika katastrof a zvyšování resilience.

Pozn.: Kapacita může zahrnovat infrastrukturu, instituce, lidské znalosti a dovednosti, i vztahy a fungování společnosti.

Antifragilita je vlastnost systému, jehož schopnost prospívat roste v důsledku stresu, otřesů, volatility, ruchů, chyb, poruch, ataků či selhání.

Další informace viz také resilience

kaskádové jevy (procesy)
cascading events

Kaskádový jev je dynamický proces, při kterém dopad výskytu iniciálního nebezpečného jevu (případně selhání) vyvolává řadu následných jevů, které lze v rámci řetězce izolovat a identifikovat jako samostatné události a které vedou ve významné neočekávané sekundární dopady v podobě fyzických, sociálních či ekonomických škod.

katastrofa
disaster

Závažné narušení fungování systému, komunity či společnosti různého měřítko, v důsledku nebezpečného jevu působícího v podmínkách dané expozice, zranitelnosti a kapacity zvládat rizika, které vede k významným ztrátám a dopadům na člověka, majetek, ekonomiku či životní prostředí.

Pozn.: Působení katastrof může být okamžité a lokalizované, často však je plošně rozsáhlé a přetrvává po dlouhou dobu. Dopady mohou překročit kapacitu komunity či společnosti zvládnout katastrofu

vlastními prostředky a vyžádat si tak externí pomoc na národní či mezinárodní úrovni.

Katastrofy je vždy nutné vnímat v závislosti na příslušném měřítku, v němž působí. Na národní úrovni může být katastrofou povodeň se škodami v řádu desítek miliard korun, na lokální úrovni může i škoda v řádech jednotek milionů znamenat procentuálně extrémní zatížení postižené komunity/obce.

Pojem katastrofa je v právních a koncepčních dokumentech v ČR užíván jako synonymum krizové situace ve smyslu krizového zákona.

komunita *community*

Skupina lidí žijící na vymezeném území, která sdílí podobnou kulturu, hodnoty, zvyky, normy a zdroje a zároveň je skupina společně ohrožena stejnými hrozbami.

kritická infrastruktura *critical infrastructure*

Konstrukce, zařízení, sítě, služby a jiná aktiva, která zabezpečují základní životní potřeby pro sociální a ekonomické fungování obyvatel.

Pozn.: Určení konkrétních prvků, které tvoří kritickou infrastrukturu, probíhá na základě příslušné národní legislativy. V případě ČR zákon 240/2000 Sb. uvádí, že prvek kritické infrastruktury nebo systém prvků kritické infrastruktury, je takový, narušení jehož funkce by mělo závažný dopad na bezpečnost státu, zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva, zdraví osob nebo ekonomiku státu.

krizové řízení *crisis management*

Souhrn řídicích činností orgánů krizového řízení zaměřených na analýzu a vyhodnocení bezpečnostních rizik, plánování, organizování, realizaci a kontrolu činností prováděných v souvislosti s přípravou na krizové situace, jejich řešením a reakce na ně, nebo s ochranou kritické infrastruktury.

Pozn.: Na krizové řízení je možno pohlížet z hlediska užšího nebo širšího významu tohoto pojmu. V širším významu se realizují opatření v oblasti obnovy a prevence, v užším významu se realizují opatření v oblasti přípravy (zejména krizové plánování), řešení krizové situace a likvidačních prací.

management rizik *risk management*

Viz zvládání rizik

mitigace *mitigation*

V rámci teorie managementu rizika: Zmenšení či minimalizace nepříznivých dopadů nebezpečných jevů.

V rámci změny klimatu: Mitigace změny klimatu jsou lidské zásahy směřující ke snížení emisí nebo zvýšení míry zachycování a ukládání skleníkových plynů.

multihazard

multihazard

Multihazardem se rozumí:

(1) soubor hlavních typů hazardů (nebezpečí) kterým daná země/lokalita/společnost čelí popisující komplexní expozici vůči nebezpečí,

(2) konkrétní situace, kdy se jednotlivé nebezpečné jevy vyskytují současně, jejich výskyt se řetězí či kumuluje v čase, a dochází ke spolupůsobení jejich dopadů. viz i kaskádové jevy

nebezpečí

hazard

Viz hrozba

nebezpečný jev

hazardous event

Projev nebezpečí v konkrétní lokalitě a čase. Pozn. Silné nebezpečné jevy mohou způsobit katastrofy jako výsledek působení hazardu a ostatních faktorů tvořících riziko.

nejistota

uncertainty

Stav chybějících či neúplných znalostí a informací potřebných k úplnému porozumění dané situace/problému.

Pozn.: Nejistotu lze rozdělit na dva typy. Prvním je epistemická nejistota, která je důsledkem nedostatku informací, jež je teoreticky možné získat, ale prakticky jsou nedostupné, např. nepřesnost a nedostatek dat, neúplné porozumění studovaným procesům, nepřesná schematizace a parametry modelů, použití předpokladů v projekcích. Druhým typem je nejistota aleatorická, která se váže na nepoznané vlivy a zahrnuje například výskyt nahodilých jevů a událostí. S rozvojem poznání se některé druhy nejistoty aleatorické mohou přesouvat do epistemické nejistoty.

Nejistota může být vyjádřena kvantitativně (např. v podobě pravděpodobnostní funkce) či kvalitativním vyjádřením.

obnova

recovery

Navrácení původní či zlepšení úrovně životních prostředků a zdraví, a rovněž ekonomických, fyzických, sociálních, kulturních a environmentálních hodnot, systémů a aktivit postižené komunity či společnosti.

Obnova zahrnuje prvotní **rehabilitaci**, kdy dochází k obnovení základních služeb a vybavení pro fungování komunity či společnosti postižené katastrofou při možném použití dočasných řešení, a **rekonstrukci**, jako dlouhodobější proces přestavby a obnovy zranitelné infrastruktury, budov, vybavení a služeb nezbytných pro plné fungování komunity či společnosti postižené katastrofou.

Pozn. Respektování principu build back better umožní předejít či redukovat budoucí katastrofy.

odezva
response

Akce provedené přímo před, v průběhu nebo bezprostředně po výskytu katastrofy pro záchranu lidských životů, ochranu zdraví, zajištění bezpečnosti a základních potřeb dotčených lidí.

Pozn.: Hranice mezi odezvou a obnovou není vždy zcela jasná. Některé aktivity v rámci odezvy, jako například zajištění dočasného bydlení či dodávek vody mohou přesahovat do fáze obnovy.

ohrožení
danger

Situace nebo stav, kdy se jednotlivec, společnost, majetek či životní prostředí stávají náchylnými k újmě či poškození.

Pozn.: Akutní/bezprostřední ohrožení je často impulsem pro provádění evakuací a záchranných prací.

opatření
measure

Prostředky a postupy snižující míru či zcela odstraňující riziko.

Pozn.: Strukturální opatření jsou fyzické konstrukce, které slouží k omezení či zamezení možných dopadů nebezpečných jevů, nebo aplikace inženýrských postupů a technologií zajišťující odolnost konstrukcí či systémů vůči působení nebezpečných jevů.

Nestrukturální opatření využívají pro snížení rizik a dopadů nebezpečných jevů různé znalosti, praktické dovednosti a dohody zejména v podobě politických a právních nástrojů, osvěty obyvatelstva, cvičení, vzdělávání a plánování.

prahové procesy
threshold processes

Přírodní i sociální procesy, které se vyznačují existencí prahů/bodů zlomu, při jejichž překročení dochází k prudkým a nevratným změnám uspořádání či režimu a nalezení nového, odlišného rovnovážného stavu.

Viz též body zlomu.

pravděpodobnost
probability

Míra, s níž lze očekávat výskyt jevu/události vyjádřená poměrem případů výskytu k celkovému možnému počtu případů.

Pozn.: V hydrometeorologii jde často o poměr výskytu případů k celkové délce období pozorování. Typicky bývá vyjádřen tzv. dobou opakování, která udává průměrný počet let, ve kterých je hodnota veličiny nebo míra určitého jevu dosažena nebo překročena.

Pravděpodobnost (doba opakování) je charakteristika statistická, nikoliv predikční

prevence
prevention

Soubor aktivit a opatření k zabránění stávajících a zamezení vzniku nových rizik.

Pozn.: Prevence představuje koncept a záměr kompletně zabránit potenciálním škodlivým dopadům nebezpečných událostí. Protože některá rizika není možné zcela eliminovat, prevence usiluje o zmenšení zranitelnosti a expozice a tím odstranění rizika katastrof. Příklady preventivních opatření zahrnují např. výstavbu ochranných hrází, regulaci výstavby v ohroženém území, odolné konstrukce budov zajišťující jejich funkčnost i v případě výskytu nebezpečí, očkování před nebezpečnými nemocemi aj.

projekce
projection

Možný budoucí vývoj hodnoty nebo souboru hodnot, často vypočtený za využití modelů. Na rozdíl od předpovědi, projekce jsou podmíněny vstupními předpoklady např. v podobě budoucího socio-ekonomického a technologického vývoje, které se mohou, ale nemusí naplnit.

předběžná opatrnost
preliminary caution principle

Princip předběžné opatrnosti je rámec používaný v politickém rozhodování v podmínkách, kdy nelze použít vědecké podklady, neboť jsou zatíženy příliš velkou nejistotou, tedy de facto v situaci absence vědeckých podkladů. Jeho definice není ustálená a jeho jednoznačná aplikace je proto problematická. Základem je úvaha, že včasným rozhodnutím lze zabránit budoucím velkým nepříznivým dopadům.

předindustriální
pre-industrial

Období zahrnující několik století před nástupem rozvoje průmyslové výroby od roku ca 1750. Pro potřeby odhadu průměrné před-industriální globální teploty zemského povrchu je většinou použito období 1850–1900.

přijatelné riziko
acceptable risk

Přijatelné riziko je míra rizika, kterou je připraven přijmout každý ohrožený jednotlivec nebo společnost.

Pozn.: Tato míra závisí na sociálních, ekonomických, politických a environmentálních podmínkách.

Definice přijatelného rizika se používá při návrhu a posuzování opatření, jež jsou potřeba pro snížení potenciálních dopadů na společnost na předem stanovenou přijatelnou míru.

připravenost
preparedness

Znalosti a schopnosti (kapacita zvládat riziko) veřejné správy, organizací, komunit a jednotlivců efektivně předcházet, reagovat na a zotavit se z dopadů potenciálních, hrozících či probíhajících katastrof.

Pozn.: Připravenost je součástí managementu rizik katastrof. Cílí na vybudování kapacit nezbytných pro účinné zvládnání všech typů nouzových situací a dosažení řádného přechodu z odezvy na ně do udržitelné obnovy.

Připravenost je založena na řádné analýze rizik a dobrém propojení se systémem včasné výstrahy. Zahrnuje aktivity, jako jsou plánování zálohy a obnovy systémů, technické vybavení, tvorbu nouzových zásob, vytvoření struktur a procesů pro koordinaci, evakuaci, informování obyvatelstva a cvičení, které musí být podpořeny institucionálním a právním prostředím a dostatečnými finančními prostředky.

Příbuzný termín pohotovost (readiness) popisuje schopnost rychle a dostatečně reagovat v případě potřeby.

referenční období (hodnoty)

reference period

Období, pro které máme k dispozici vypočtené nebo odvozené charakteristiky a vůči němuž jsou vyjadřovány hodnoty anomálií.

Pozn.: V klimatologii jsou obvykle používána období o délce trvání 30 let, která jsou dostatečná pro srovnání střední hodnoty a změn statistického rozložení, nemusí však postačovat pro robustní vyhodnocení změn některých extrémů o velké době opakování, typicky povodní nebo třeba výskyt tornád.

rekonstrukce

reconstruction

Viz obnova

resilience

resilience

Schopnost systému, komunity či společnosti pomoci zvládnání rizik čelit, absorbovat, přizpůsobit se, proměnit se a rychle a efektivně se zotavit z dopadů nebezpečí, jemuž jsou vystaveny, včetně zachování a obnovení základních služeb a infrastruktury.

Pozn.: Resilience ekosystémů je definována jejich schopností čelit dopadům hrozeb, změn a disturbancí způsobem, který zachovává jejich základní funkce, strukturu a adaptační kapacitu.

riziko

risk

Potenciální ztráty na životech, zdraví či majetku, které mohou vzniknout v konkrétním čase, je funkcí nebezpečí, expozice, zranitelnosti a kapacit pro zvládnání rizika.

scénář

scenario

Věrohodný popis možného vývoje budoucnosti založený na logických a na sebe navazujících předpokladech o řídicích silách a vztazích uvnitř systému, jehož vývoj scénář popisuje.

Pozn.: Na rozdíl od předpovědí se scénář zaměřuje na popis následků prováděných akcí a rozhodnutí.

Emisním scénářem se rozumí věrohodné vystižení budoucího vývoje emisí radiačně aktivních substancí (skleníkových plynů, aerosolů aj.), které je založené na logických a vnitřně konzistentních předpokladech o působení řídicích sil (demografický vývoj, socio-ekonomický vývoj, technologické změny, změny využití území a energií) a jejich klíčových vztahů. Scénáře koncentrací skleníkových plynů, které jsou výsledkem emisních scénářů, jsou vstupem do klimatických modelů.

system včasné výstrahy

early warning system

Integrovaný systém monitoringu nebezpečí a předpovědi jeho vývoje, analýzy rizika jeho dopadů, komunikace a aktivit v oblasti připravenosti, které v celku umožňují jednotlivcům, komunitám, veřejné správě i komerčním subjektům a dalším včas provést úkony pro snížení dopadů nebezpečného jevu před jeho výskytem.

Pozn.: Efektivní, kompletní a na lidi zaměřený výstražný systém zahrnuje čtyři vzájemně propojené komponenty: (1) znalost rizika založenou na systematickém sběru dat a vyhodnocení rizika, (2) detekci, monitoring, analýzu a předpověď nebezpečí (nebezpečných jevů) a jejich možných důsledků v podobě tvorby výstrah, (3) distribuci a komunikaci oficiálních, včasných, přesných a použitelných (pro rozhodování) výstrah včetně doplňujících informací o pravděpodobnosti

a dopadech, a (4) připravenost reagovat na obdrženou výstrahu na různých úrovních. Tyto čtyři komponenty musí být koordinovány napříč sektory a zainteresovanými stranami a musí zahrnovat mechanismus zpětné vazby pro trvalé zlepšování. Selhání jedné z komponent, nebo jejich vazeb může vést k selhání celého systému.

škody damage

Viz dopady

transfer rizika risk transfer

Proces formálního či neformálního přenesení finančních dopadů konkrétního rizika z jedné entity na jinou, přičemž domácnosti, komunity, organizace či stát získá prostředky od jiné strany v případě výskytu katastrofy výměnou za předchozí, průběžné či kompenzační sociální či finanční výhody.

Pozn.: Dobře známou variantou transferu rizika je pojištění. Transfer rizika se může odehrávat i neformálně např. v rámci rodiny či komunity jako očekávaný závazek reciproční pomoci či půjček. Formální mechanismy transferu rizika zahrnují pojištění, zajištění, dluhopisy a fondy pro pomoc při katastrofách, rezervní fondy, úrokové sazby, daňové mechanismy aj.

udržitelnost sustainability

Dynamický proces zajišťující setrvání přírodních a lidských systémů ve vyváženém stavu.

Udržitelný rozvoj je takovým rozvojem, který naplňuje potřeby přítomných generací, aniž by ohrozil schopnost naplňovat je i generacím budoucím.

uhlíková neutralita carbon neutrality

Uhlíkové neutrality je dosaženo, pokud antropogenní emise CO₂ jsou v určitém období vyváženy antropogenním pohlcením CO₂.

variabilita klimatu climate variability

Proměnlivost klimatických charakteristik v různých časových a prostorových měřítcích jdoucích nad rámec výskytu jednotlivých projevů počasí. Variabilita může být způsobena přirozenými interními procesy v rámci klimatického systému (interní variabilita), nebo externími silami přírodního či antropogenního původu (externí variabilita).

vícenásobné nebezpečí multihazard

Viz multihazard

vlna veder heat wave, hot spell

Spojité období v teplé části roku, během něž teplota vzduchu dosahuje obzvláště vysokých hodnot, které přesahují stanovenou prahovou hodnotu zvolené charakteristiky.

Pozn.: K vymezení vlny veder se nejčastěji využívají denní maxima teploty vzduchu, přičemž prahová hodnota může být dána absolutně (v Česku zpravidla hranice pro tropický den 30 °C), nebo relativně vůči statistickému rozdělení hodnot této veličiny (např. 95 % percentil). Kvůli lepšímu vyjádření vlivu na lidský organizmus jsou

někdy vlny veder vymezovány pomocí denních minim teploty vzduchu nebo některého indexu vyjadřujícího pocitovou teplotu, která kromě vedra zohledňuje i pocit dusna.

vnímání rizika
risk perception

Subjektivní posouzení vlastností a velikosti rizika, které si jednotlivec vytváří na základě jemu dostupných informací, zkušeností, znalostí a individuálního systému hodnot.

zelená dohoda
Green Deal

Zelená dohoda pro Evropskou unii je strategie, jejímž cílem je transformovat EU způsobem, aby v roce 2050 neprodukovala žádné emise skleníkových plynů a hospodářský růst byl oddělen od využívání zdrojů.

změna klimatu
climate change

Změna ve stavu klimatu, kterou je možné prokazatelně identifikovat v podobě změny střední hodnoty nebo pravděpodobnostního rozložení hodnot a charakteristik v průběhu delšího časového období, typicky v délce desetiletí a více.

Pozn.: Změna klimatu může být výsledkem přirozených interních procesů v rámci klimatického systému, nebo důsledkem působení externích faktorů jako jsou cykly sluneční aktivity, sopečné výbuchy a trvalé antropogenní vlivy na složení atmosféry, kvalitu a způsob využití území.

Uvedená definice je definicí odborně klimatologickou, z hlediska politického je definice změny klimatu použita v konvenci UNFCCC v následující podobě: *změna klimatu, která je přisouzena přímo, či nepřímo lidským aktivitám vedoucím ke globálním změnám složení atmosféry a která je ve srovnatelných časových obdobích pozorována nad rámec přirozené variability klimatu.*

zranitelnost
vulnerability

Podmínky dané fyzickými, sociálními, ekonomickými a environmentálními faktory či procesy, které zvyšují vnímavost/náchylnost jednotlivce, komunity, hmotného majetku či systémů vůči dopadu hazardu/nebezpečí.

Pozn.: Pozitivní faktory zvyšující schopnost čelit hazardu/nebezpečí jsou definovány jako kapacita zvládnání rizika.

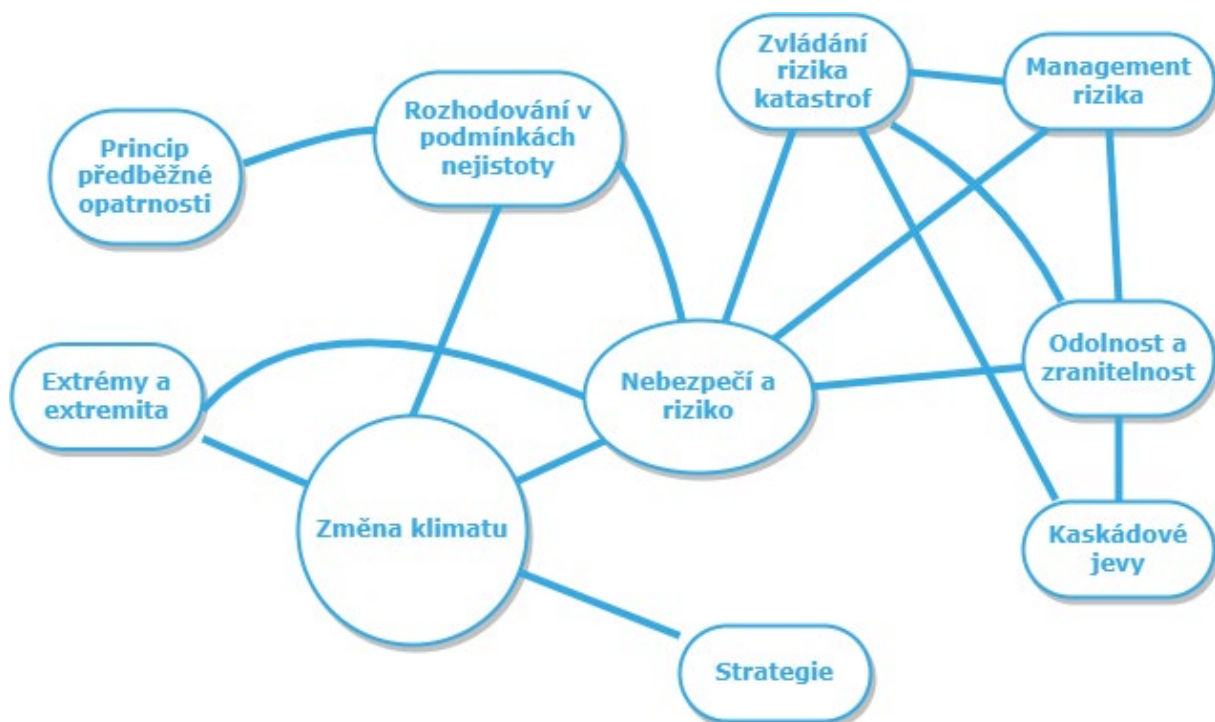
zvládání rizik
risk management

Strategicky koordinované činnosti zaměřené na zvládnání existujících rizik, které vyplývají z výskytu katastrof; zamezení vzniku nových rizik a ošetření zbytkového rizika, které přispívají k posílení resilience a snížení škod.

Výkladová část – rozbor vybraných témat

V případě některých pojmů nevystačíme s pouhou krátkou definicí a je nezbytné je zasadit do širšího kontextu tak, aby jejich používání a interpretace byla dostatečně zřejmá a jednoznačná. Proto je slovník doplněn rozborů vybraných témat z oblasti změny klimatu a jejich dopadů.

Naší snahou je dostatečně stručné vysvětlení některých problémů, proto jsou rozborů rozděleny do dílčích témat, které jsou však v některých případech navzájem provázány a odkazují na sebe.



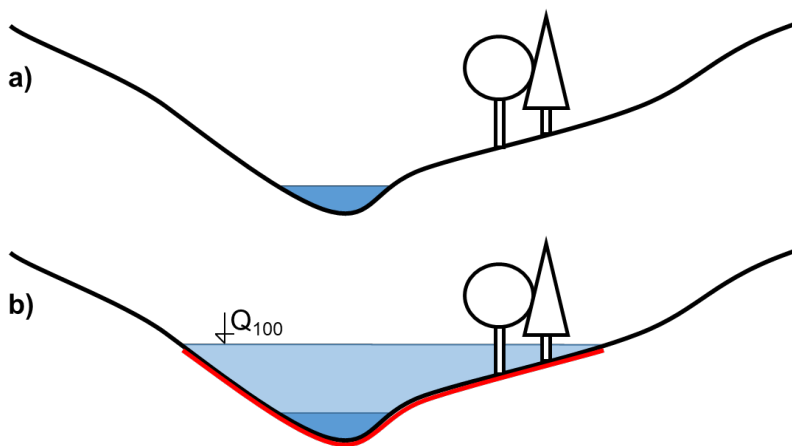
Nebezpečí a riziko

Slovo riziko je v běžné češtině používáno poměrně volně v mnohem širším významu, než je možné používat v odborném jazyce, kde je nezbytná preciznost používané terminologie. Poměrně běžná přitom je záměna významu slov nebezpečí a riziko, respektive mnoho laiků si rozdíl mezi nebezpečím a rizikem neuvědomuje a nerozlišuje je.

Nebezpečí neboli hrozbu představuje *přírodní proces, jev nebo lidská aktivita, která může způsobit ztráty životů, zranění či jiné zdravotní dopady, poškození majetku, přerušování společenských či ekonomických funkcí či poškození životního prostředí.*

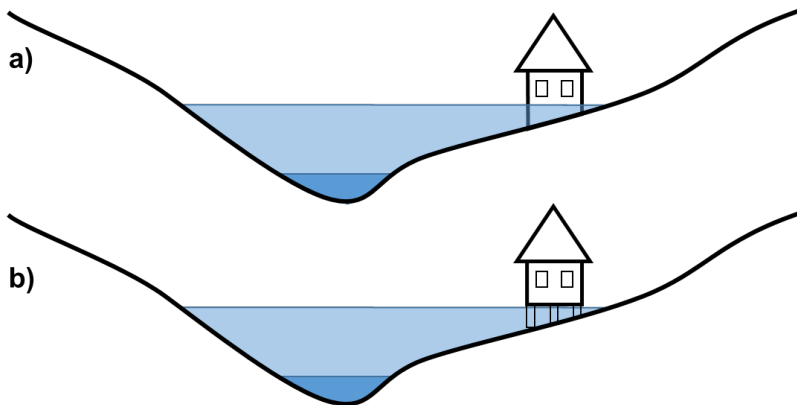
Příkladem nebezpečí jsou povodně. Víme, že se u nás vyskytují, víme, že povodeň může způsobit úmrtí, zranění, či škody na majetku. Díky záznamům a měřením dokážeme odhadnout i pravděpodobnost výskytu povodně určité velikosti na konkrétním vodním toku – tedy určit míru nebezpečí (obr. 1). Příkladem je stanovení hodnoty stoleté povodně.

I když je vznik povodně komplexním procesem odehrávajícím se v celém povodí, jejím nejkritičtější projevem bývá vzestup hladin vodních toků a rozliv proudící vody do údolní nivy. Působení povodně je tedy omezeno na oblast rozlivu. Lidé a majetek, který se nachází v údolí, tedy v dosahu možného rozlivu je potenciálně vystaven (**exponován**) negativnímu působení povodně, ocitá se tedy v **ohrožení**. To definujeme jako *situaci nebo stav, kdy se jednotlivci, společnost, majetek či životní prostředí stávají náchylnými k újmě či poškození.*



Obr. 1 V jakémkoliv říčním údolí víme, (a) že existuje hrozba povodní, (b) většinou dokážeme odhadnout i míru nebezpečí např. v podobě velikosti hodnoty stoleté povodně (Q_{100}). Červeně je naznačena oblast exponovaná vůči povodni, kde lidé a majetek jsou v ohrožení.

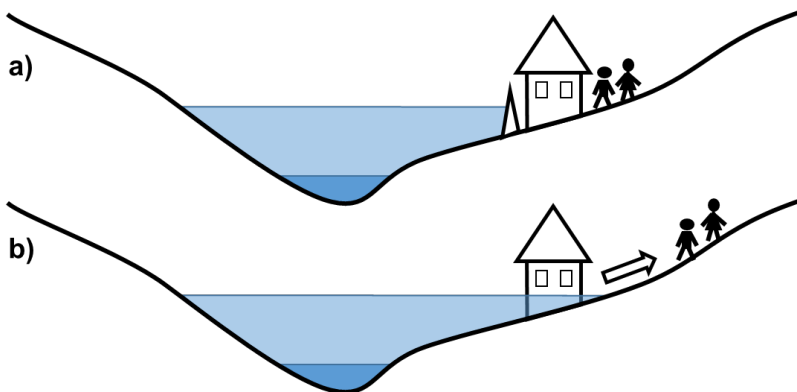
O tom jaké skutečné dopady však bude mít povodeň, až se vyskytne, rozhodují ještě další faktory – především **zranitelnost** (viz téma *odolnost a zranitelnost*). I v případě, že je například nějaká budova situována v místě ohroženém povodní, může být konstruována nebo vybavena tak, že i když bude zaplavena, nezpůsobí to významné škody a naopak u jiné budovy i v případě zaplavení např. pouze sklepních prostor mohou být škody velmi vysoké, pokud je ve sklepech umístěna strojírna vzduchotechniky, kotel, elektrotechnika apod. (viz obr. 2).



Obr. 2 I v případě expozice vůči působení hrozby (a), mohou být významné rozdíly v dopadech v závislosti např. na konstrukci budov, která snižuje zranitelnost (b).

Zranitelnost může mít řadu podob. Od nevhodné konstrukce budov, přes vnitřní uspořádání budov zvyšující expozici jejich citlivých prvků, až např. po fyzické schopnosti jedince. Proto jsou při přívalové povodni např. zranitelnější senioři, děti a hendikepovaní občané, kteří se nedokáží sami vlastními silami rychle dostat z dosahu působení živlů.

V okamžiku blížící se a již probíhající povodně můžeme výši škod ovlivnit operativními opatřeními. Pokud máme funkční **systém včasné výstrahy** upozorňující na blížící se nebezpečí, záchranný systém pro asistenci ohroženým obyvatelům a další zdroje eliminujeme dopadu prostřednictvím evakuace obyvatel, instalace mobilních ochranných prvků, vynesení cenných věcí do vyšších pater aj. (obr. 3).



Obr. 3 Kapacita pro zvládnutí rizika snižuje celkové dopady operativní ochranou majetku (a), evakuací (b) či záchranou osob apod.



Obr. 4 Grafická reprezentace faktorů společně tvořící riziko.

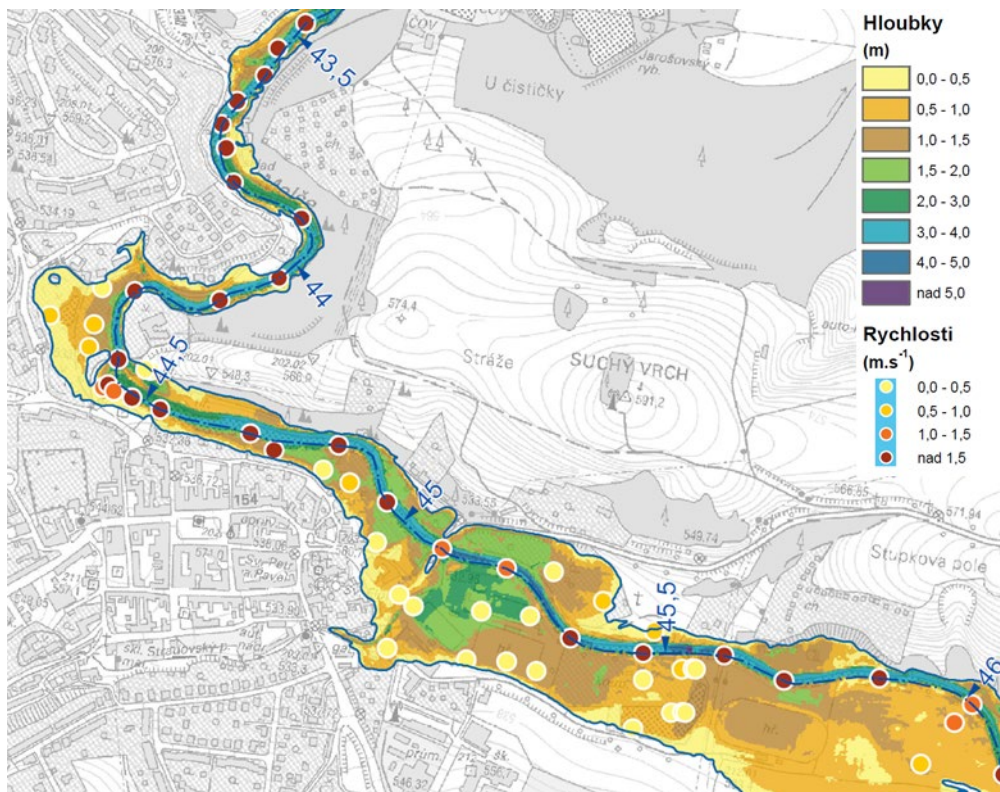
Potenciální ztráty na životech, zdraví či majetku, které mohou vzniknout v konkrétním čase, jsou tedy funkcí nebezpečí, expozice, zranitelnosti a kapacit pro zvládnutí rizika – a právě to je definice **rizika** (obr. 4).

Riziko je tak někdy vyjadřováno pomocí symbolické rovnice:

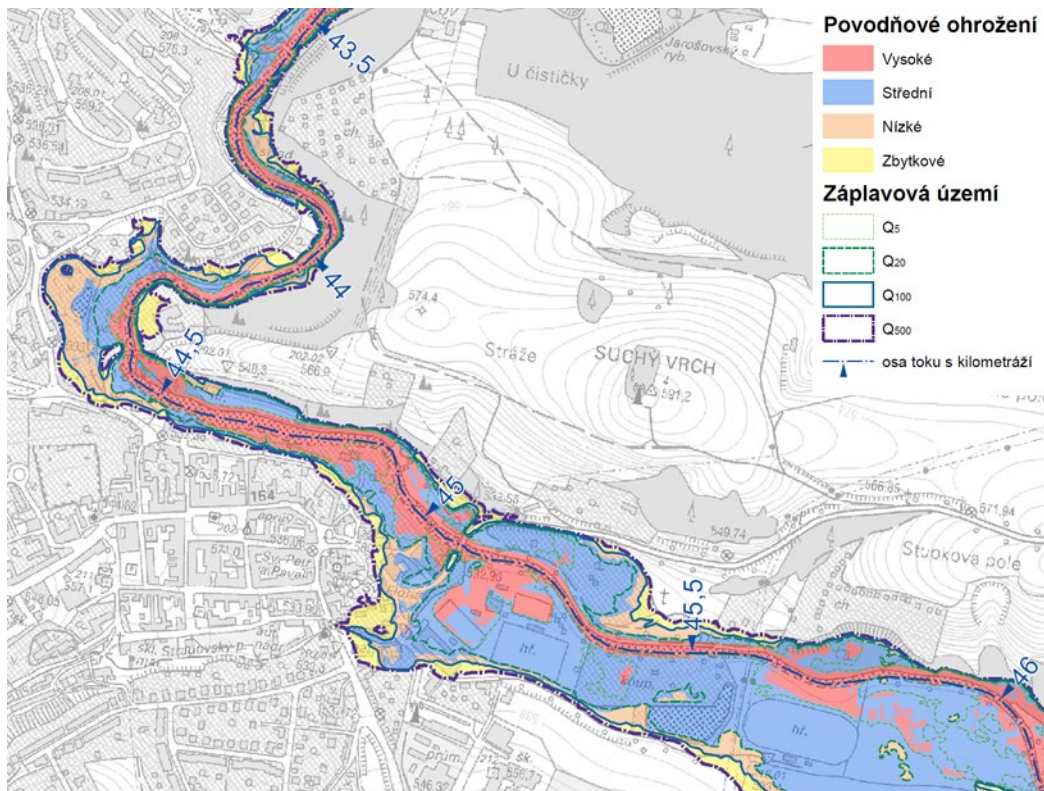
$$R = \frac{(N * E * Z)}{KR}$$

Kde **R** je riziko, **N** nebezpečí jako pravděpodobnost výskytu nebezpečného jevu, **E** je expozice, **Z** je zranitelnost a **KR** je kapacita reagovat.

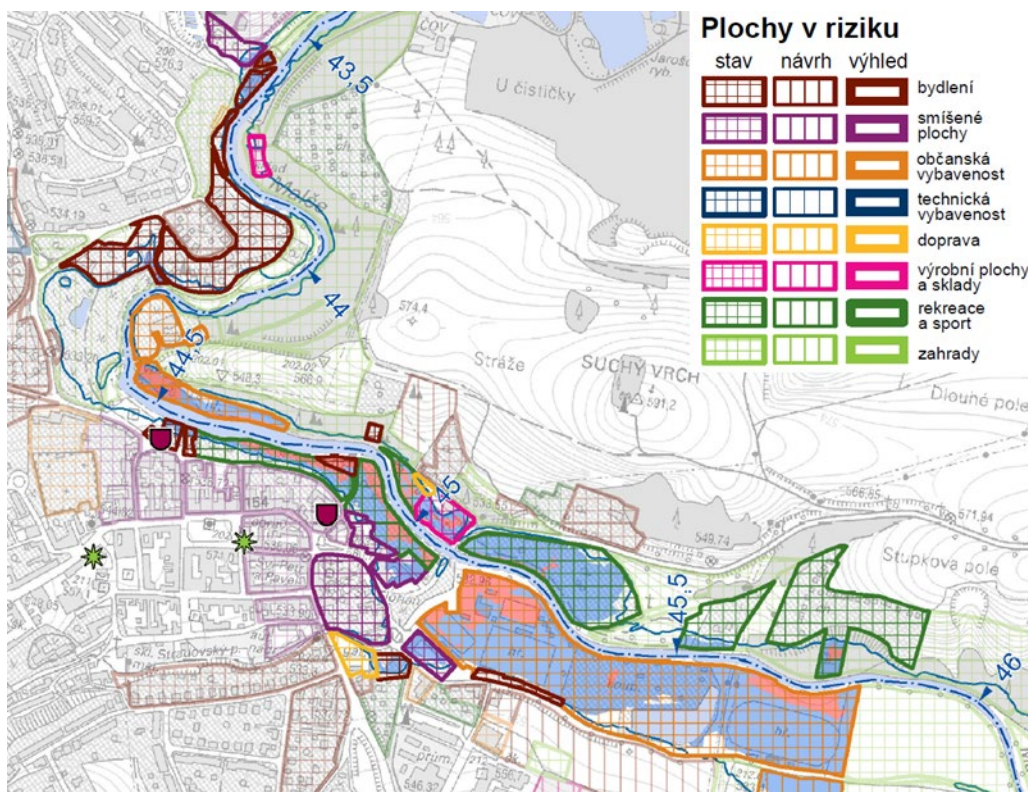
Její smyslem není vyjádření exaktní rovnice, ale demonstrace nutnosti zvažování všech aspektů, které mají na celkové riziko vliv, aby nedocházelo k záměně pojmů nebezpečí a riziko. Pokus o grafické znázornění komplexní povahy a jednotlivých komponent rizika na příkladu povodňového rizika v praxi používané v ČR je na obrázcích 5 až 8.



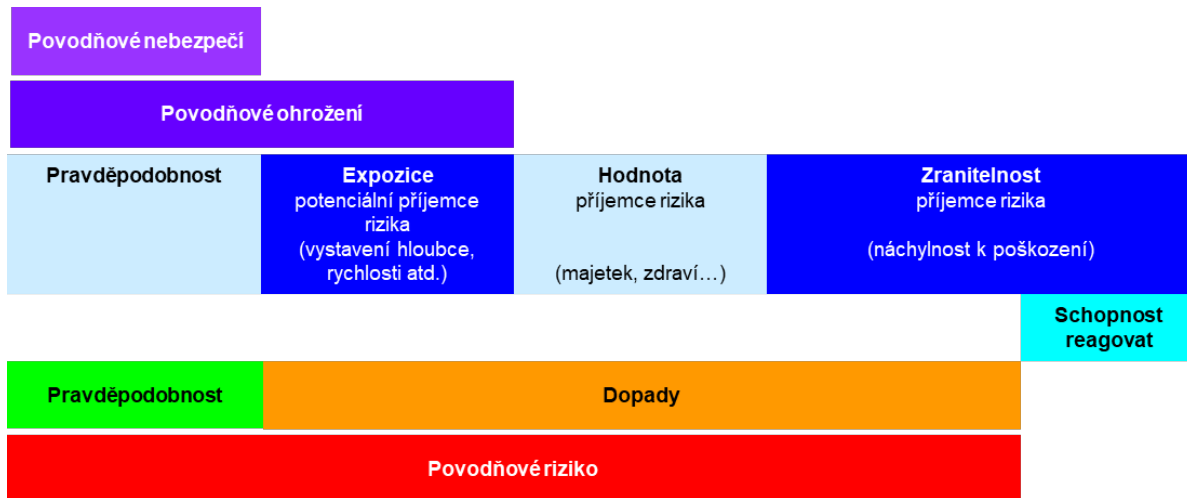
Obr. 5 Mapa povodňového nebezpečí ukazuje rozsah rozlivu, hloubku zaplavení a rychlost proudění v ose toku při výskytu 100leté povodně na Malší v Kaplici.



Obr. 6 Mapa povodňového ohrožení klasifikuje plochy v závislosti na hloubce a rychlosti proudění při povodních různé doby opakování do 4 kategorií míry ohrožení.



Obr. 7 Mapa povodňového rizika na základě mapy ohrožení identifikuje plochy a objekty, které jsou vystaveny riziku většímu než je akceptované riziko pro daný typ aktivity.



Obr. 8 Schematizované uspořádání komponent rizika na příkladu povodně (upraveno dle Messner a Meyer, 2006). V souladu s procesem ilustrovaným obrázky 5 až 7, povodňové nebezpečí ukazuje pravděpodobnost výskytu nebezpečného jevu o určitých vlastnostech, povodňové ohrožení identifikuje, kde nebezpečný jev svými parametry hrozí (expozice) a jakou mírou. Na základě zranitelnosti určitých typů aktivity a schopnosti případně reagovat na povodeň s cílem snížení dopadů (např. plochy pro sport a rekreaci lze rychleji vyklidit a jejich vybavení je obvykle méně zranitelné než obytná zástavba) jsou určeny míry přijatelného rizika pro jednotlivé typy aktivit. Přidáním aspektu hodnoty majetku dochází k určení celkového rizika.

Možnostem a procesu hodnocení rizika a způsobu jeho snižování se podrobněji věnuje téma *zvládnutí rizik* a téma *zvládnutí katastrof*.

Literatura:

Messner F., Meyer V. 2006. Flood Damage, Vulnerability and Risk Perception – Challenges for Flood Damage Research. In: Schanze J., Zeman E., Marsalek J. (eds) Flood Risk Management: Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures. NATO Science Series, vol 67. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-4598-1_13

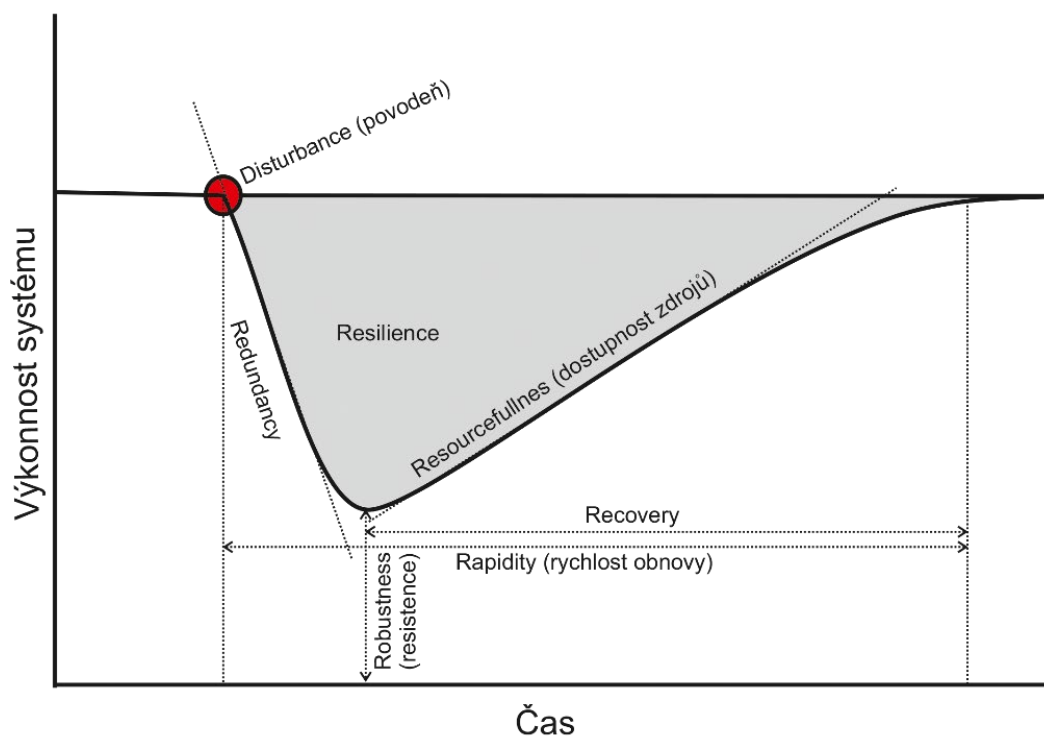
Odolnost a zranitelnost

Obecně definujeme odolnost jako schopnost čelit požadavkům prostředí (externí síly, jevy, procesy). Nicméně v českém jazyce má slovo odolnost více možných významů, často oborově podmíněných a to ve smyslu resilience nebo rezistence. Pro jasnost je tedy vhodnější používat uvedené dva termíny pro jasné odlišení vlastností „odolnosti“.

Odolnost – resilience

V oblasti rizik je **odolnost** vnímána především jako **resilience** – tedy jako „*schopnost hrozbám vystavenému systému, komunitě či společnosti prostřednictvím managementu rizik čelit, absorbovat, přizpůsobit se, proměnit se a rychle a efektivně se zotavit z jejich dopadů, včetně zachování a obnovení základních služeb a infrastruktury.*“

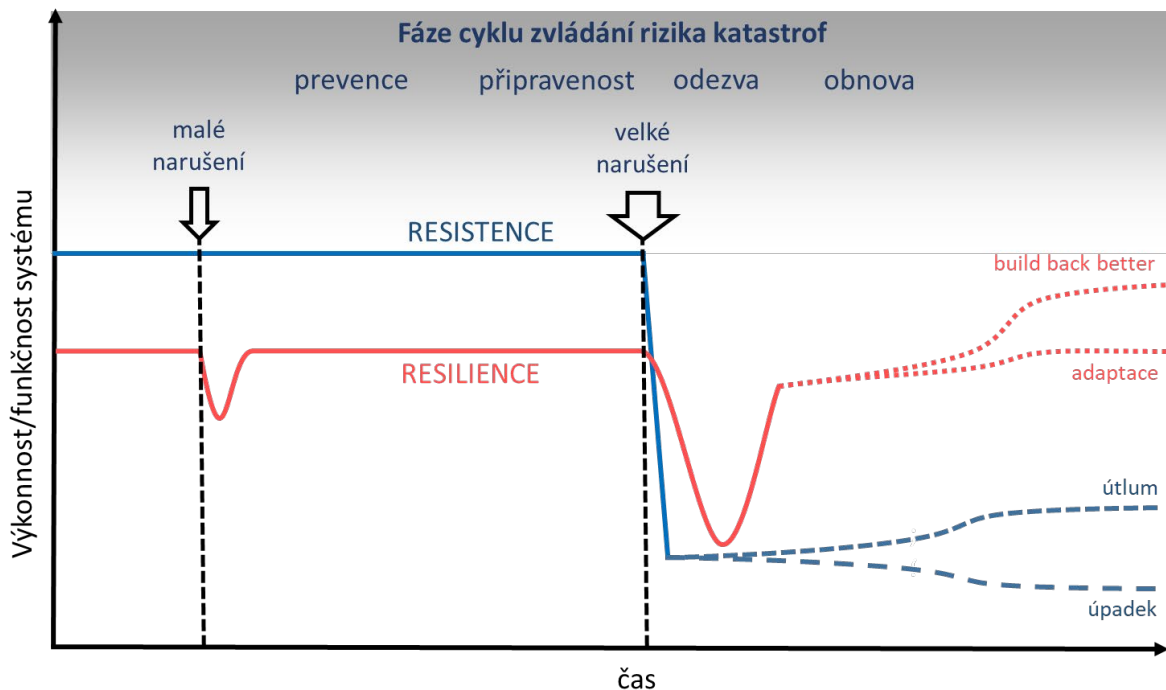
Koncept resilience je tedy více rozměrný a je založen na flexibilitě systému a jeho chování v čase po narušení, jak názorně ukazuje obr. 1.



Obr. 1 Grafické vyjádření resilience ve smyslu časového průběhu po výskytu narušení – kvalita resilience je nepřímo úměrná velikosti plochy (šedě) nerušení funkčnosti před návratem k plnohodnotné výkonnosti daného systému.

V minulosti však byla odolnost někdy vykládána i ve smyslu **rezistence**, což je schopnost a vlastnost hmoty, struktury či systému odolávat vnějším vlivům a účinkům prostředí bez narušení jejich vlastností a funkčnosti. Specifickým případem definice ve smyslu rezistence v českých podmínkách je **požární odolnost**. Ta je definována jako schopnost stavebních konstrukcí odolávat účinku plně rozvinutého požáru, aniž by došlo zejména k narušení jejich únosnosti a stability, celistvosti a izolační schopnosti. Požadavek požární odolnosti je vyjádřen jako **doba v minutách**, po kterou musí být daný prvek schopen odolávat účinkům požáru bez porušení požadované funkce (kterých může být současně více).

Zjevný rozdíl mezi resiliencí a resistencí je tedy v míře zachování funkcí v průběhu působení externího vlivu a po jeho skončení. Resilience připouští dočasné přerušení některých funkcí systému a spíše hodnotí schopnost se přizpůsobit a navrátit se k plné funkčnosti (nebo lepší), jakou měl před narušením. Naproti tomu v případě rezistence systém po určitý čas odolává externím vlivům, ale nakonec dojde k jeho narušení, které je však nevratné. Uvedený rozdíl je zřejmý z obr. 2.



Obr. 2 Grafické znázornění rozdílného chování resistantního a resilientního systému při vnějším narušení.

Zranitelnost

Zranitelnost popisuje do určité míry k odolnosti opačnou kvalitu systému, který je vystaven působení nebezpečí – jde o „podmínky dané fyzickými, sociálními, ekonomickými a environmentálními faktory či procesy, které zvyšují vnímavost/náchylnost jednotlivce, komunity, hmotného majetku či systémů vůči dopadu hazardu/nebezpečí.“

Nejedná se tedy o přesný opak resilience, neboť zranitelnost je veličinou v konkrétním čase, zatímco resilience má charakter veličiny s jasným časovým rozměrem (viz obr. 1). Teoreticky nárůst zranitelnosti nemusí nutně znamenat zmenšení resilience, pokud je vyvážen rychlejším návratem k původnímu stavu.

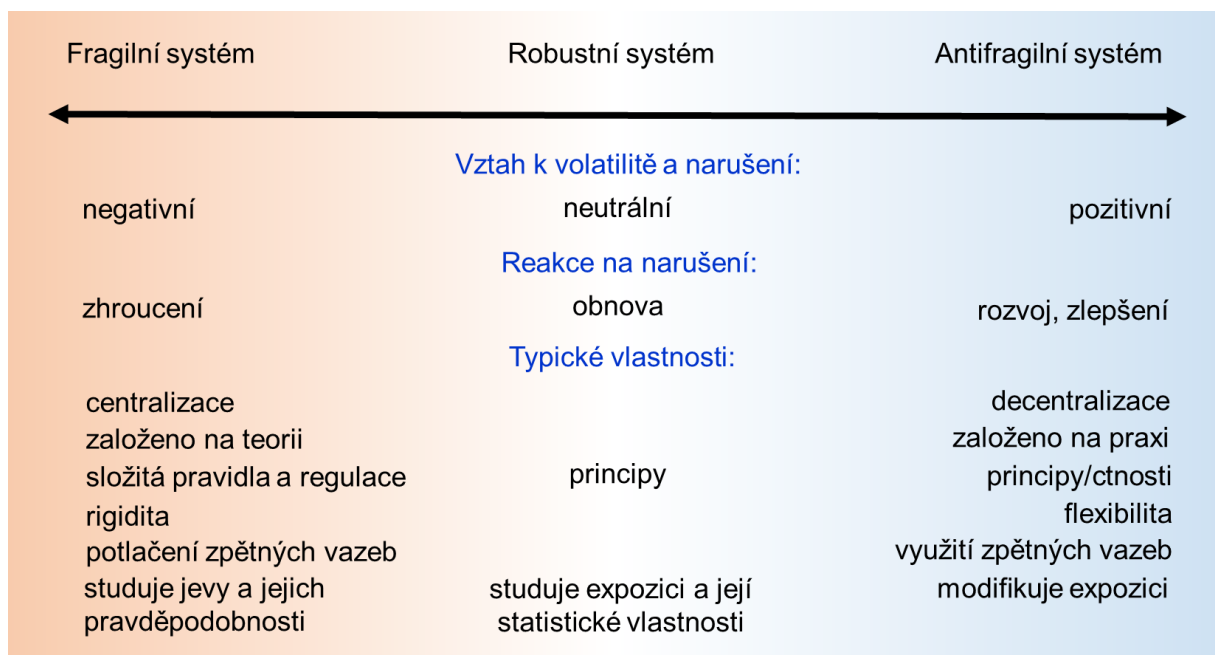
Míra zranitelnosti je v čase proměnná, přičemž faktory a procesy její změny jsou velmi komplexní (více než proměnlivost míry nebezpečí/hazardu). Navíc je obtížné ji vyhodnotit, neboť se projevuje pouze ve chvíli mobilizace výskytem **hrozby** (hazardu), kdy se transformuje do konkrétních dopadů (Alexander, Pascaroli, 2019). Totéž platí i pro resilienci.

Úroveň zranitelnosti systému (v teorii **managementu rizik** se rovněž hovoří o tzv. „aktivu“) se hodnotí podle dvou faktorů: citlivosti (popisující náchylnost konkrétní části – aktiva – být poškozena danou hrozbou) a kritičnosti (vyjadřující důležitost zranitelné části - aktiva - pro analyzovaný systém).

Zranitelnost je dominantním faktorem ovlivňujícím míru **rizika**. Právě změna úrovně zranitelnosti společnosti stojí za poklesem počtu úmrtí v důsledku přírodních (zejména hydrometeorologických) jevů, a to bez ohledu na změny frekvence jejich výskytu. Rostoucí **kapacita zvládnání rizika** zvyšující schopnost čelit hrozbám například v podobě vzniku **výstražných systémů**, krizových plánů a plánů pro zvládnání rizika, spolu se strukturálními opatřeními vedla k efektivní ochraně zdraví a života obyvatel.

Antifragilita

Některé systémy nejsou schopny čelit nahodilosti a narušením a pro svou existenci vyžadují stabilitu prostředí. Takové systémy jsou fragilní (křehké). Oproti tomu, robustní systémy dokáží narušení čelit a po narušení obnovit svou funkčnost do původního stavu. Existuje však i kategorie systémů, které při narušení a volatilitě prostředí prospívají a získávají – těží z chaosu, krizí a v důsledku vystavení stresu se zlepšují – jsou **antifragilní** (Taleb, 2012). Některé typické znaky fragilních a antifragilních systémů jsou uvedeny v obr. 3.



Obr. 3 Charakteristika fragilních, robustních a antifragilních systémů.

Příkladem funkčního antifragilního systému může být živá příroda, která má po extrémních narušeních tendenci k opětovnému růstu, vzniku nových druhů a ekosystémů. Naopak fragilním systémem je je dle Taleba (2012) například centralizovaně řízená společnost.

Zásady tvorby antifragilního systému

Antifragilní systémy mají výhody v jejich schopnosti prospívat v podmínkách nejistoty, která se s rostoucí složitostí světa neustále zvyšuje. V řadě komplexních systémů v důsledku jejich velké provázanosti zejména kritickou infrastrukturou roste i jejich zranitelnost (Helbing, 2013), je tedy nanejvýš žádoucí snažit se o posilování prvků a vlastností systémů tak, aby se staly nejen resilientními, ale antifragilními. Z Talebovy práce (2012) vyplývá sedm základních pravidel:

- 1) **Používání jednoduchých pravidel.** Komplexní systémy není možné efektivně řídit top-down přístupem, naopak je vhodné využít tendence k sebeorganizaci systémů na nižších úrovních v rámci stanovení základních principů (Helbing, 2013). Snaha podchycení všech možných stavů vývoje systému komplexními a detailními pravidly omezuje flexibilitu a tím schopnost přizpůsobit se a těžit z disturbancí, respektive má tendenci ke vzniku řetězců neočekávaných dopadů.
- 2) **Decentralizace.** Decentralizace je způsobem zmenšení systémů – s rostoucí velikostí centrálně řízeného systému roste fragilita a klesá schopnost učit se (i na základě pozorování „okolních“ buněk systému). V decentralizovaných systémech se méně šíří dopady, dílčí části dokáží lépe využívat příležitosti dané disturbancí, než velký systém jako celek.
- 3) **Tvoření vrstevnatých systémů.** Antifragilita systémů je často vytvářena fragilitou jeho dílčích komponent (např. kolaps jedné firmy bývá ozdravný pro růst celého sektoru a dalších firem v něm). Vrstvenatost umožňuje omezení šíření negativních dopadů, které postihnou jen konkrétní vrstvu, zatímco další vrstvy mohou profitovat v podobě poučení.
- 4) **Budování redundantních a naddimenzovaných systémů.** Existence redundantních (záložních) systémů a naddimenzovaných řešení umožňuje nejen přestát neočekávané události, ale i poskytovat zdroje pro využití příležitostí, které se při nich otevírají (volné peníze v bance se mohou zdát neefektivní, ale mohou se mnohonásobně zhodnotit jako zdroje v době růstu po narušení).
- 5) **Odolání pokušení potlačovat nahodilost.** Snaha potlačit nahodilost (výskyt náhod) vede k potlačení učení se, identifikace slabých míst a maladaptací. Chybějící působení nahodilosti (malých chyb) vede k růstu zranitelnosti systému a tím k pravděpodobnosti výskytu velké chyby či kolapsu v důsledku disturbance. Bohužel tyto snahy jsou v plánování, ekonomice i dalších sektorech v důsledku společensko-politické poptávkou aktuálně velmi silné.
- 6) **Zajištění uplatnění odpovědnosti všech zainteresovaných.** Všichni zainteresovaní musí nést dopady svých rozhodnutí. Tím bude každý motivován k učení se a nebude podstupovat neoprávněná rizika. Bohužel častým jevem je individualizace zisků a socializace ztrát (Taleb, 2018) uvádí příklad velmi dobře placených manažerů bank a investičních fondů odměňovaných za dosažení zisku v normálních podmínkách, kteří ale nenesou žádné konsekvence v případě extrémních ztrát, kdy je banka často ochráněna před krachem státní pomocí. Analogicky po povodni stát poskytuje rozsáhlou pomoc i lidem, kteří svůj majetek nepojistili (získaly peníze, které by platili na pojistce) a to i na vybudování nemovitosti na tomtéž místě, kde je ohrožena další povodní a „nepojistitelná“ (předpokládá se opětovná pomoc státu).
- 7) **Preference praxe před teorií.** Moderní společnost podle Taleba (2012) přeceňuje roli výzkumu a naopak podhodnocuje význam praxe a experimentů ve faktickém rozvoji techniky a společnosti „nepřevádíme teorie do praxe, naopak z praxe odvozujeme teorie.“ Z hlediska hydrologie může být zajímavé, že velmi podobný závěr učinil v 16. století jeden z otců moderní hydrologie Bernard Palissy, který tvrdil, že zdrojem teorií musí být praxe, neboť teorie bez empirických základů je bezcenná (Palissy, 1580).

Konsekvence pro plánování a koordinaci adaptací na změnu klimatu

Do budoucna je vývoj zranitelnosti a odolnosti v kontextu socioekonomického vývoje zatížen ještě větší nejistotou nežli scénáře změny klimatu. Z hlediska ovlivnění míry rizika cílí **mitigace** na ovlivnění velikosti jevů a jejich pravděpodobnosti výskytu, zatímco **adaptace** většinou jsou zacíleny právě na ovlivnění míry zranitelnosti a resilience, které jsou dominantním faktorem ovlivňující celkovou velikost rizika.

Navíc Simpson et al. (2021) navrhli pro korektní vyhodnocení rizik spojených se **změnou klimatu** rozšíření klasického modelu rizika z tří determinujících faktorů (nebezpečí, zranitelnost, expozice) na čtyři, přidáním faktoru „odezvy“ (*response*). Ten by měl zahrnovat právě aktivity, které jsou činěny v reakci na riziko a jeho očekávané změny a které samotné tak riziko ovlivňují, ať pozitivně či negativním způsobem.

Zdá se, že největší potenciál pro efektivní a flexibilní adaptace snižující riziko vyplývající ze změny klimatu a umožňující využívat příležitosti, které bude přinášet, mají postupy a opatření, která vycházejí ze zásad pro budování antifragilních „učících se“ systémů.

Literatura:

Alexander D, Pescaroli G. 2019. What are cascading disasters? UCL Open: Environment. 2019;(1):03. Available from: <https://dx.doi.org/10.14324/111.444/ucloe.000003>

Helbing, D. 2013. Globally networked risks and how to respond. *Nature* **497**, 51–59 (2013). <https://doi.org/10.1038/nature12047>

Palissy, B. 1580. Discours admirables de la nature des eaux et fontaines, tant naturelles qu'artificielles, des métaux, des sels et [...], chez Martin le Jeune, A Paris.

Simpson, N.P., Mach, K.J., Constable, A. et al. 2021. A framework for complex climate change risk assessment. *One Earth*, **4**, (4), pp. 489-501. April 23, 2021 DOI: 10.1016/j.oneear.2021.03.005

Taleb. N.N. 2012. Antifragile. Things that gain from disorder. Random House, New York, USA. ISBN: 1-400-06782-0

Taleb, N.N. 2018. Skin in the Game - Hidden Asymmetries in Daily Life. Allen Lane (Penguin Books), UK, ISBN: 978-0-241-30065-7

UNDRR, 2017. Terminology. UNDRR. [cit. 2021-12-01], dostupné z: <https://www.undrr.org/terminology>

Zvládání rizika

Zvládáním, či managementem rizika se rozumí *strategicky koordinované činnosti zaměřené na zvládnutí existujících rizik, které vyplývají z výskytu katastrof; zamezení vzniku nových rizik a ošetření zbytkového rizika, které přispívají k posílení resilience a snížení škod.*

Jde o systematický a koordinovaný proces, který zahrnuje analýzu existujících nebo budoucích **hrozeb**, na jejichž základě se navrhuje adekvátní opatření pro minimalizování pravděpodobnosti vzniku nebo závažnosti dopadů hrozeb, tedy materializace rizika. Proces managementu rizik se skládá z několika vzájemně provázaných fází (obr. 1). Management rizik je univerzálním postupem pro všechny druhy rizika (technické havárie, společenské události, přírodní hrozby, kybernetické hrozby). V kontextu změny klimatu jsou většinou zvažována rizika vyplývající z přírodních hrozeb potenciálně ovlivněných změnou klimatických podmínek (byť prostřednictvím kaskádových jevů mohou řetězit i dopady v oblastech přímo klimatem neovlivněných), proto je v textu využito několik případů vztažených právě k hydrometeorologickým hrozbám.

Stanovení kontextu

První fází je **stanovení kontextu** managementu rizik, během níž je formulován cíl, vnitřní a vnější faktory, nutné podklady, odpovědnost, pravidla vyhodnocení rizika (stanovení úrovně přijatelnosti a nepřijatelnosti) a především vymezení hranice řešené oblasti, již se má proces managementu rizik v konkrétním případě zabývat. Lze si snadno představit, že výsledný kontext bude odlišný pro úlohu managementu rizik velké energetické společnosti zahrnující celostátní distribuční síť na straně jedné a pro horskou obec na straně druhé.

Hodnocení rizik

Smyslem **hodnocení rizik** je získání informací o rizicích v rámci vymezeného kontextu. Posouzení rizik se skládá ze tří kroků: **identifikace rizik, analýzy rizik a vyhodnocení přijatelnosti rizik.**

Nejprve je nezbytné provést **identifikaci rizik**. Teoretický postup identifikace rizik sestává z tzv. identifikace, stanovení hodnoty a seskupení aktiv a z identifikace hrozeb a zdrojů hrozeb.

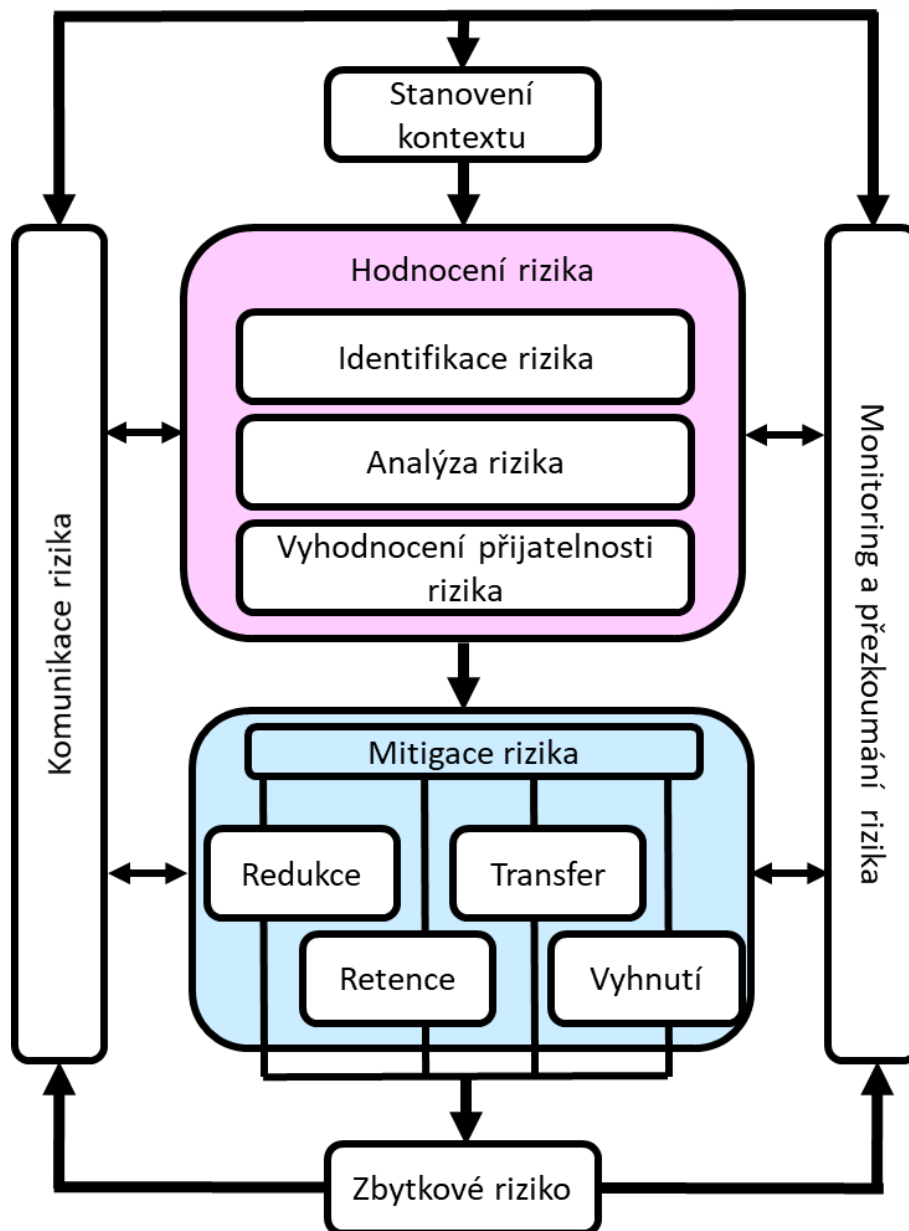
Aktivem se v terminologii managementu rizik rozumí cokoli, co má pro danou společnost, organizaci nebo jednotlivce hodnotu. Aktivem může být nemovitost, zajištění zdravotních služeb, ale třeba i páteční sousedská setkání, nebo schopnost aktivního pohybu v přírodě (běhání pro radost).

Identifikace aktiv spočívá ve vytvoření seznamu všech aktiv, která působením hrozeb mohou být zásadně poškozena. Následně je posouzena hodnota aktiv prostřednictvím velikosti škody, která by vznikla způsobené poškozením, nebo ztrátou aktiva¹. Do této hodnoty se promítá nejen finanční ohodnocení (pokud je možné), ale i to, zda se jedná o aktivum **jedinečné**, nebo aktivum **nahraditelné**, nebo závislost na existenci aktiva, tedy k jakým škodám dojde v případě omezení fungování, než dojde k obnově aktiva (např. dodávky elektrické energie, nebo pohonných hmot).

Ve druhém kroku dochází k identifikaci hrozeb a jejich zdrojů, které mohou jakýmkoli způsobem ohrozit nebo poškodit alespoň jedno identifikované aktivum².

¹ Z praktických důvodů se při existenci velkého množství identifikovaných aktiv jejich počet redukuje, jejich seskupením do skupin aktiv podobných vlastností. Aktiva se mohou seskupovat například podle podobné ceny, kvality, nebo účelu. Takto vytvořená skupina aktiv je následně vystupovat jako jeden celek.

² Při identifikaci hrozeb a jejich zdrojů je možné vycházet z již existujících seznamů hrozeb (příkladem je určení povinně posuzovaných hrozeb podle vyhlášky 82/2018 Sb. o kybernetické bezpečnosti), z vlastních či dostupných cizích zkušeností či z analýz historických dat a informací (frekvence výskytu nebezpečných hydrometeorologických jevů).



Obr. 1 Proces managementu rizik

Analýza rizik navazuje na výsledky identifikace rizik a její proces zahrnuje celkem čtyři kroky.

Jako první je potřeba provést **analýzu hrozeb a zranitelnosti**, v rámci které se každá hrozba hodnotí vůči každému aktivu či skupině aktiv. Zjišťuje se, zda a nakolik je konkrétní aktivum ovlivněno konkrétní hrozbou³ a jaká je úroveň zranitelnosti⁴ vůči této hrozbě. Při této analýze se berou v úvahu i realizovaná opatření, která mohou snížit úroveň hrozby i úroveň zranitelnosti. Výsledkem analýzy rizika jsou dvojice „hrozba-aktivum“ se stanovenou úrovní hrozby a zranitelnosti.

³ Při stanovení úrovně hrozby vůči aktivu se obecně vychází z faktorů jako je nebezpečnost, motivace a přístup, které jsou univerzálně použitelné pro všechny typy rizik včetně např. průmyslových nehod, terorismu apod. V případě přírodních jevů je hodnocení dáno pravděpodobností výskytu jevu, a zda daný jev má vliv na aktivum (resp. zda je aktivum vůči jevu exponováno).

⁴ Úroveň zranitelnosti je obecně odhadována na základě citlivosti na působení konkrétní hrozby a kritičnosti dopadů takového působení.

V druhém kroku je uvedeným dvojicím přiřazen **odhad závažnosti dopadů**⁵, ve třetím pak **pravděpodobnost vzniku dopadů**⁶ v závislosti na zranitelnosti. Analýzu rizik je možné provést různými způsoby (kvalitativně, kategorizací, kvantitativně či kombinací technik) a v různé podrobnosti.

Čtvrtou fází je **odhad úrovně rizika**. Způsob, jakým jsou dopady a pravděpodobnost vzniku vyjádřeny za účelem stanovení úrovně rizika, se odvíjí od druhu rizika a podle účelu k čemu dané výstupy posuzování rizika budou určeny. Obvykle bývá úroveň rizika (R) vypočtena jako součin závažnosti dopadu (D) a pravděpodobnosti výskytu dopadu (P)

Cílem navazující etapy **vyhodnocení přijatelnosti rizik** je zjistit, zda je úroveň rizika přijatelná, nebo bude nutné riziko aplikací opatření snížit. Pro takovouto klasifikaci je obvykle využita tzv. **matice rizik** (obr. 2), která umožňuje určit priority, kterým je přednostně nutné věnovat pozornost.

| | | dopad | | | | |
|----------------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|---------------------|---------------------|
| | | 1 - nepatrný | 2 - malý | 3 - střední | 4 - významný | 5 - extrémní |
| pravděpodobnost jevu | 1 - vzácný | střední riziko | vysoké riziko | vysoké riziko | velmi vysoké riziko | velmi vysoké riziko |
| | 2 –nepravděpodobný | střední riziko | střední riziko | vysoké riziko | vysoké riziko | velmi vysoké riziko |
| | 3 - možný | nízké riziko | střední riziko | střední riziko | vysoké riziko | velmi vysoké riziko |
| | 4 - pravděpodobný | nízké riziko | střední riziko | střední riziko | střední riziko | vysoké riziko |
| | 5 - častý | nízké riziko | nízké riziko | střední riziko | střední riziko | vysoké riziko |

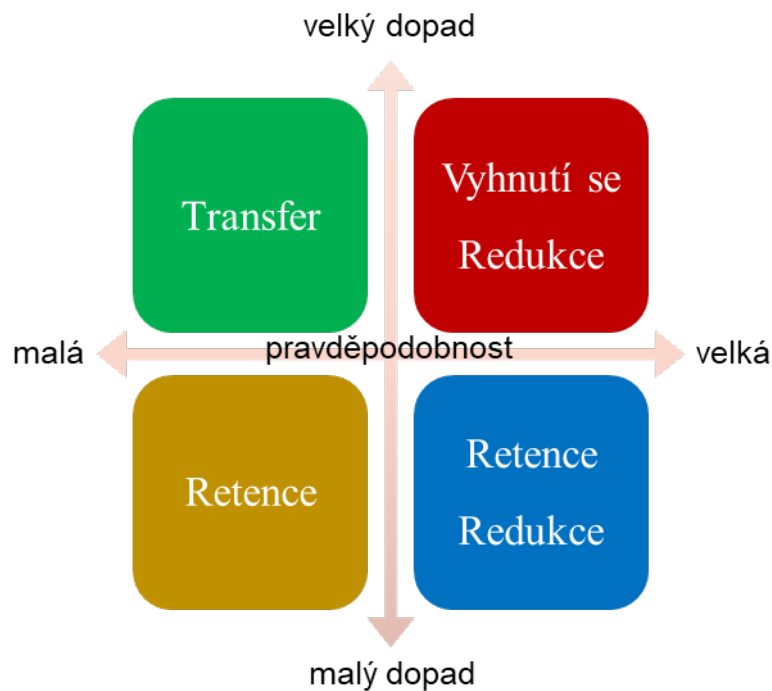
Obr 2 - Hodnocení rizik pomocí matice rizik

Mitigace rizik

Mitigace rizik spočívá v návrhu a následné realizaci opatření pro snížení rizika. Existují čtyři obecné možnosti jak riziko snížit: **vyhnutí se riziku, transfer, retence a redukce**. Vhodnost každého nástroje vždy záleží na dané situaci a riziku samotném, nicméně obecně jsou jednotlivé z možností vhodnější pro určité kombinace pravděpodobnosti vzniku a velikosti dopadů (viz obr. 3).

⁵ Například přívalová povodeň na jednom toku podle zkušeností může v našich podmínkách znamenat 0 až 5 obětí.

⁶ Pozor, nehodnotí se, jak často se může vyskytnout samotná hrozba, ale jak často se vyskytnou její dopady (v případě jednotlivé bouřky se vyskytnou běžně desítky blesků, počet úmrtí v důsledku zásahu bleskem je však u nás v jednotkách za rok – počet blesků je pravděpodobnost výskytu hrozby, počet úmrtí ukazuje pravděpodobnost výskytu dopadů).



Obr. 3 Obecně vhodné nástroje pro řešení snižování rizik v závislosti na pravděpodobnosti a velikosti dopadů.

Transfer rizika je proces formálního či neformálního přenesení finančních dopadů konkrétního rizika z jedné entity na jinou, přičemž domácnosti, komunita, organizace či stát získá prostředky od jiné strany v případě výskytu katastrofy výměnou za předchozí, průběžné či kompenzační sociální či finanční výhody. Transfer rizika např. ve formě pojištění je nejvhodnější implementovat pro rizika, charakterizovaná vysokým dopadem a nízkou pravděpodobností. Potenciální dopad je sice vysoký, ale pravděpodobnost, že vznikne, je nízká.

V případě rizik s vysokým dopadem a vysokou pravděpodobností je vhodné se danému riziku **vyhnout**⁷, nebo jej **redukovat**⁸. V případě redukce rizika je nutné dobře vyhodnotit možnost snížení velikost nebo pravděpodobnost vzniku dopadu na přijatelnou úroveň a náklady na její provedení⁹.

Prostřednictvím **retence** (tedy akceptace a vytvoření zdrojů pro pokrytí dopadů) jsou řešena rizika, charakterizovaná malým dopadem a většinou i malou pravděpodobností vzniku, jejichž „finanční“ dopad je téměř bezvýznamný¹⁰.

Rizika, která jsou charakterizována velkou pravděpodobností a malým dopadem, se nejlépe řeší pomocí prostřednictvím **retence a redukce**. Vysoká pravděpodobnost s nízkým dopadem není nákladově vhodná pro transfer rizika¹¹, proto je vhodnější zvolit retenci rizika, nebo redukci rizika, která dále sníží velikost dopadů.

⁷ To je důvod, proč nestavíme nové domy v aktivní zóně záplavového území, která je zaplavována průměrně jednou za 5 let. Takový dům je rovněž nepojistitelný, protože škoda by vznikala příliš často a pojistné by muselo být extrémně vysoké.

⁸ V případě povodní může jít o vybudování ochranné hráze, která sníží frekvenci zaplavení objektu.

⁹ Z důvodu extrémních nákladů na vybudování ochranných hrází dost vysokých a konstrukčně stabilních bylo např. rozhodnuto, že oblast Lahoviček na soutoku Vltavy a Berounky nebude tímto způsobem před povodněmi chráněna.

¹⁰ Retence rizika je vyloučena tam, kde by mohlo dojít k porušení právních předpisů, například v oblasti bezpečnosti práce, ochrany osob a majetku, nebo životního prostředí.

¹¹ Časté, malé škodní události jsou většinou pojišťovny znevýhodněny aplikací spoluúčasti.

Volba konkrétního opatření pro snížení rizik však musí být vždy posouzena v konkrétních podmínkách a situaci, kdy obecné rozřazení postupů nemusí platit.

Přijatelnost rizika

Většinu rizik nelze zcela odstranit - absolutní bezpečnost (bezrizikovost) neexistuje. V případě některých rizik pak náklady na jejich redukcí jsou tak velké, že jejich vynaložení by bylo neefektivní. Často přitom křivka nákladů má exponenciální průběh – znamená to, že redukce rizika na polovinu může být relativně levná a efektivní, další redukce na polovinu je již mnohem nákladnější atd.

Proto je nutné pracovat s konceptem tzv. přijatelného rizika, tedy s *mírou rizika, kterou je připraven přijmout každý ohrožený jedinec nebo společnost*. Úroveň přijatelného rizika je přitom proměnná v čase i prostoru v závislosti na sociálních, ekonomických, politických a environmentálních podmínkách. Můžeme pozorovat, že míra přijatelného rizika v rozvinuté společnosti dlouhodobě klesá.

I po přijetí opatření k mitigaci rizik tedy riziko zcela nemizí, ale zůstává v podobě tzv. **zbytkového rizika**. Například i po výstavbě protipovodňové hráze zůstává určitá míra rizika v podobě (malé) pravděpodobnosti protržení hráze a zaplavení území, které měla hráz ochránit. Takové zbytkové riziko již nelze dále efektivně redukovat, mělo by však být v rámci systému managementu rizik monitorováno a přezkoumáno (zda jeho úroveň zůstává přijatelná) a současně by mělo být komunikováno a vysvětleno potenciálním recipientům dopadů při jeho realizaci.

Literatura:

Božek, F., Urban, R. 2008. *Management rizika - Obecná část*. 1. vyd. Brno: Univerzita obrany, 2008, s. 49. ISBN 978-80-7231-259-7.

ČSN EN 31010. Management rizik – Techniky posuzování rizik. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 80 s. Třídící znak 010352.

ČSN ISO 31000. Management rizik – Principy a směrnice. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010. 40 s. Třídící znak 010351.

Lukáš, L., Řehák, D. 2012. Úvod do problematiky řízení rizik. In: *Bezpečnostní technologie, systémy a management II*. Zlín: VeRBuM, 2012. s. 74-95. ISBN 978-80-87500-19-4.

Smejkal, V., Rais, K. 2013. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4. vydání. Praha: Grada Publishing, 2013, 488 s. Expert. ISBN 978-80-247-4644-9.

Zvládání katastrof

Katastrofy jsou zvláštním případem realizace **rizika**, kdy dochází k *závažnému narušení fungování systému, komunity či společnosti různého měřítka, v důsledku nebezpečného jevu působícího v podmínkách dané expozice, zranitelnosti a kapacity zvládat rizika, které vede k významným ztrátám a dopadům na člověka, majetek, ekonomiku či životní prostředí.*

V kontextu změny klimatu jsou zvažovány zejména potenciální změny ve frekvenci a velikosti výskytu katastrof iniciovaných přírodními jevy, jež jsou ovlivněny klimatickými parametry. Jejich **dopady** se však mohou kaskádovitě šířit i prostřednictvím další jevů a vazeb (viz téma *kaskádové jevy*).

Katastrofy přitom mohou nabývat různé podoby, od rychlých a krátce trvajících událostí po pomalu vznikající katastrofy (sucho), odehrávat se v různých prostorových měřítkách od lokálních po celoplanetární události, a mohou mít různé dopady působící v různých časových škálách.

Na problematiku redukce dopadů katastrof cílí Senajský rámec pro snižování katastrof, kterým se členské státy OSN zavázaly do roku 2030 dosáhnout sedmi globálních cílů (UNISDR, 2015):

- Do 2030 podstatně snížit celosvětový počet obětí katastrof, s cílem snížit průměrnou úmrtnost v přepočtu na 100 000 obyvatel v období 2020-2030 ve srovnání s obdobím 2005-2015.
- Do 2030 podstatně snížit počet obyvatel světa dotčených katastrofami, s cílem snížit průměrnou hodnotu v přepočtu na 100 000 obyvatel v období 2020-2030 ve srovnání s obdobím 2005-2015.
- Snížit přímé ekonomické **ztráty** v poměru k hrubému domácímu produktu (HDP) do roku 2030.
- Do 2030 výrazně snížit škody způsobené na **kritické infrastruktuře** a přerušení zajištění základních služeb, včetně zdravotnických a vzdělávacích zařízení, a to za využití zvyšování jejich **resilience**.
- Do 2030 výrazně zvýšit počet zemí s národními a místními strategiemi zvládání rizika katastrof.
- Do 2030 významně zlepšit mezinárodní spolupráci směrem k rozvojovým zemím prostřednictvím dostatečného a udržitelné podpory doplňující jejich národní akce pro implementaci rámce ze Sendaj.
- Do 2030 významně zvýšit dostupnost informací ze **systémů včasné výstrahy** a **vyhodnocení rizika** katastrof a jejich využití obyvateli.

Zvládání rizika katastrof je proces uplatnění strategií a politik snižování rizika katastrof pro zamezení vzniku nového rizika, snížení rizika stávajícího, managementu zbytkových rizik a posílení **resilience** a snižování škod (více viz téma *zvládání rizika*). Aktiviny prováděné v rámci zvládání rizika katastrof jsou koordinovány **prostřednictvím plánů pro zvládání rizika katastrof** a mohou být klasifikovány na:

- **Předběžná opatření** zabraňující vzniku nového či zvýšení stávajícího rizika např. v podobě územního plánování a restrikcí.
- **Nápravná opatření** odstraňující či snižující již existující riziko například přesídlením a přemístěním ohrožených obyvatel a objektů, nebo dodatečné úpravy struktur a objektů.
- **Kompenzační aktivity** posilující sociální a ekonomickou resilience jednotlivců a společnosti vůči zbytkovému riziku, které nelze odstranit. Mezi tyto aktivity patří budování výstražných systémů, záchranných systémů, pojištění a finančních nástrojů pro obnovu apod.

Vlastní zvládání katastrof probíhá v cyklu ilustrovaném na obr. 1.



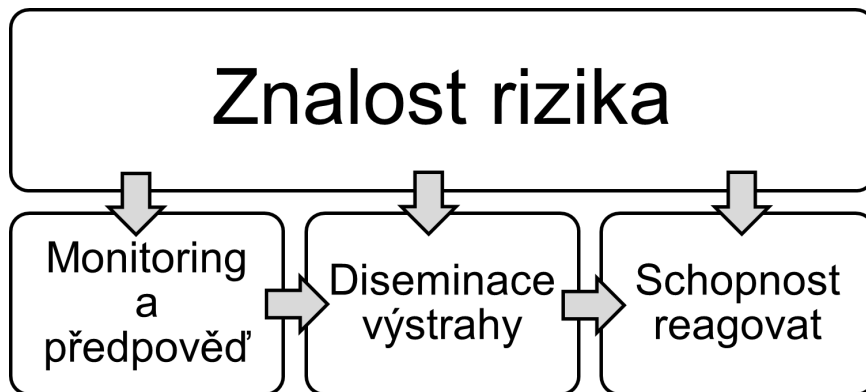
Obr. 1 Cyklus zvládnání katastrof.

V okamžiku výskytu katastrofy dochází k operativní **odezvě** s cílem minimalizovat dopady katastrofy. Odezva je organizována formou **krizového managementu** záchrannými složkami na základě krizových plánů, případně dalších plánů (v našich podmínkách jsou zpracovány zejména povodňové plány pro koordinaci aktivit povodňových orgánů v době hrozící a probíhající povodně).

Po odeznění přímého působení katastrofy dochází k **obnově** území, rekonstrukci poškozeného majetku a infrastruktury, obnově služeb apod. Často je přitom zdůrazňován princip **bulit-back-better**, který znamená realizovat obnovu způsobem, aby se zvýšila resilience a snížila zranitelnost obnovované infrastruktury a systémů.

Zkušenosti z proběhlé katastrofy jsou obvykle podnětem pro přehodnocení stávajících opatření v rámci další **prevence** katastrof. Dochází k úpravě plánů, realizaci opatření k **mitigaci** rizika a osvětě.

Součástí jsou i opatření, jejichž cílem je posílit schopnosti zvládat příští katastrofu prostřednictvím **přípravy**. V případě hydrometeorologických nebezpečných jevů umožňují moderní systémy včasné výstrahy (obr. 2) poskytnout informaci (výstrahu) o blížícím se nebezpečí, na jejímž základě mohou být činitelna operativní opatření (evakuace, stavba mobilních protipovodňových hrází) s předstihem ještě před vlastním působením nebezpečného jevu. Díky systémům včasné výstrahy se podařilo celosvětově významně redukovat počet úmrtí v důsledku hydrometeorologických hrozeb (WMO, 2021).



Obr. 2 Komponenty systému včasné výstrahy jsou vzájemně provázány a celková výkonnost systému je závislá na funkčnosti všech komponent v jednotném celku. Znalost rizika na příkladu povodní zahrnuje určení dob opakování povodní, vymezení záplavových území, zpracování plánů a informování obyvatelstva. Monitoring a předpověď zahrnuje hlášenou a předpovědní povodňovou službu ČHMÚ ve spolupráci se státními podniky Povodí. Šíření výstrah probíhá prostřednictvím systému Integrované záchranné služby, a doplňkově (neformálně) mobilní aplikací, médií. Schopnost reagovat se skládá z kapacit záchranných složek, rozhodování a akcí povodňových orgánů, ale i jednotlivých obyvatel atd.

Literatura:

UNISDR, 2015. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, UNISDR, Geneva, 2015 https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf

WMO, 2021. WMO Atlas of mortality and economic losses from weather, climate and water extremes (1970–2019). WMO-No. 1267. Geneva, ISBN: 978-92-63-11267-5.

Souběh a řetězení rizik (kaskádové jevy)

Určující součástí rizika je zranitelnost a její význam v komplexním systému moderní společnosti dále roste. Současně se proměňuje způsob realizace dopadů při výskytu spouštěcího nebezpečného jevu. Situace, kdy výskyt nebezpečného jevu způsobuje jediný omezený dopad, se tak stává méně pravděpodobnou. Častěji dochází k různé kumulaci jevů a dopadů, která může nabývat různé podoby (dle Alexander, Pescaroli, 2019):

- **Složená rizika** zahrnují interakce různých extrémních událostí či jejich příčin, jako např. bouří a růstu hladiny moře, nebo náhodně v čase se vyskytujících událostí (zemětřesení postihlo Chorvatsko v době epidemie COVID a lockdownu).
- **Vzájemně reagující rizika** zahrnují přírodní zdroje nebezpečí, které způsobují primární a sekundární dopady (extrémní srážky způsobují povodně, ale současně i sesuvy).
- **Propojená rizika** vznikají interakcí přírodních a socioekonomických systémů, kdy projev (dopad) přírodního jevu vyvolává jev v socioekonomickém systému přinášející další, vlastní dopady. Zahrnují i události typu NA-TECH, kdy vyvolaným sekundárním jevem je technologická událost (známý je případ povodně 2002 se zaplavením areálu Spolany Neratovice a únikem nebezpečných látek).
- **Zřetězená rizika (kaskádové jevy)**, kdy vzniká řada sousledných jevů a dopadů (viz dále).
- **Komplexní katastrofy** mohou zahrnovat součásti všech výše uvedených kategorií.

Kaskádové jevy

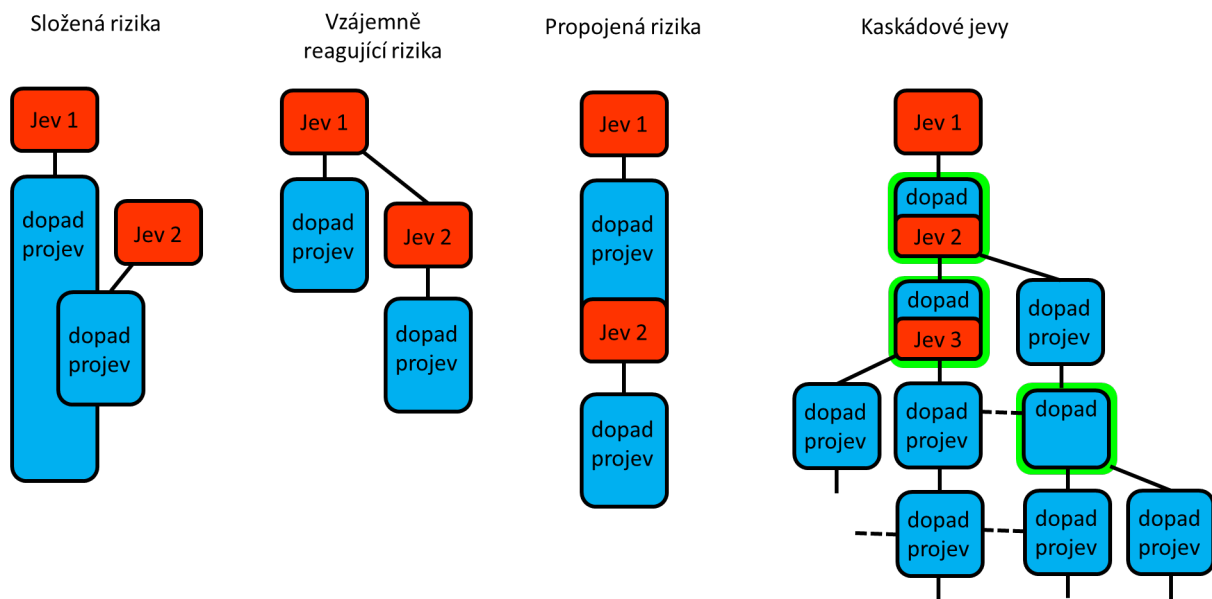
Sousloví zřetězené, či **kaskádové jevy**, či procesy je intuitivně vnímáno v zásadě jako řetězení událostí, kdy jedna z událostí iniciuje vznik události následující. Naše představa toho, jak kaskádový jev vypadá a funguje, se patrně stočí k analogii k padajícím kostkám domina seřazeným do řetězců, které se mohou i různě větvit a propojovat.

V zahraniční literatuře jednoznačná definice kaskádových jevů prozatím není uvedena, nicméně UNDRR odkazuje na práci Pescaroli a Alexander (2015), z jejichž definice jsme vycházeli při formulaci ve vytvořené terminologii zaměřené na problematiku dopadů změny klimatu a rizika: *Kaskádový jev je dynamický proces, při kterém dopad výskytu iniciálního nebezpečného jevu (případně selháni) vyvolává řadu sousledných jevů, které lze v rámci řetězce izolovat a identifikovat jako samostatné události a které ústí ve významné neočekávané sekundární dopady v podobě fyzických, sociálních či ekonomických škod.*

V rámci kaskádových jevů je výsledná **extremita** celkového dopadu (katastrofy) dána narůstáním efektů a dopadů v řetězci sousledných událostí. Sekundární dopady jsou často nepředvídané a neočekávané, často mají podobu nehmotných dopadů (přerušeni či omezení dodávek a služeb, psychologické dopady aj.). Sekundární dopady bývají stejně významné, nebo i významnější než přímé dopady původního jevu, současně výrazně prodlužují trvání důsledků a dopadů katastrofy (Pescaroli a Alexander, 2015).

Kaskádové jevy jsou komplexní v tom, jak postihují různé sektory a dynamicky se vyvíjí v čase. **Jejich rozvoj závisí více na míře zranitelnosti než na velikosti nebezpečných jevů**, které je způsobují, nebo v jejich rámci jako sekundární vznikají. I jevy, které nejsou extrémní, mohou v podmínkách rozšířené a neřešené zranitelnosti vyvolat rozsáhlé řetězce událostí. Právě kaskádové jevy často zviditelňují aspekty zranitelnosti, které nejsou dostatečně řešeny.

Zranitelnost se projevuje na úrovni fyzických struktur, společenské, institucionální, environmentální atd. Důležité je, že různé typy zranitelnosti se společně vyvíjí a ovlivňují v různých časových a prostorových měřítcích. Výsledkem jejich splývání a překrývání je vznik tzv. **eskalačních bodů** (Alexander, Pescaroli, 20119). Jedná se body v řetězci, kde dochází ke vzniku sekundárních dopadů a větvení linií působení katastrofy.



Obr. 1 Schématické znázornění různých typů nebezpečných jevů a jejich dopadů. V případě kaskádových jevů jsou eskalačními body zvýrazněny zeleně.

Důležitou charakteristikou kaskádových jevů tedy je, že je možné izolovat jednotlivé prvky řetězce a teoreticky je posuzovat jako samostatné události (katastrofy). Takový přístup na jedné straně umožňuje lépe pochopit mechanismus působení dopadů jednotlivých jevů (způsobu realizace rizika), avšak rozdělení na jednotlivé komponenty může vést k nesprávnému vnímání a porozumění komplexu kaskádových jevů jako celku. Navíc v současném globalizovaném a extrémně propojeném systému mohou být extrémní jevy (zejména např. ekonomické a sociální kolapsy) výsledkem vlastní interní dynamiky ve vazbách systému, než nečekaného externího spouštěče (Helbing, 2013).

Při snaze pochopit dynamiku fungování kaskádových systémů je nezbytné uvažovat tři přispívající faktory, kterými jsou interakce v rámci konkrétního subsystému, kontext, ve kterém se jevy odehrávají (např. institucionální nebo legislativní podmínky), a spouštěcí událost (Helbing, 2013) a uvažovat s vlivem nahodilosti. Velmi velkou roli při katastrofách hraje právě celkový kontext, v němž se odehrávají, přitom i zdánlivě s katastrofou nesouvisející jevy, události, právní prostředí atd. mohou být tím, co zásadně ovlivní celkový výsledek katastrofy.

Vzhledem ke komplexnosti sociálních systémů, jejichž složky jsou vzájemně složitě provázány, vyvolává téměř každý jev sérii následných událostí. Významnou roli v řetězení událostí přitom hraje rostoucí závislost fungování společnosti na kritické a další infrastruktuře a hustota vzájemných vazeb v systému v podobě toků informací, služeb a procesů. Do budoucna bude tento fenomén nadále sílit a většina katastrof bude typu kaskádových jevů.

Jak přistupovat ke kaskádovým jevům?

Bez zohlednění kaskádových jevů a složených rizik se do budoucna při hodnocení rizik, zejména v kontextu změny klimatu neobejdeme prostě proto, že budou převládat a proto, že jejich postižení přináší výrazně odlišné výsledky oproti „izolovanému“ hodnocení jednotlivých rizik (Simpson et al. (2021).

V oblasti **managementu rizik** je třeba si připustit, že řada extrémních událostí je důsledkem extrémně propojených systémů, které lidé vytvořili – globalizace, zvyšování propojenosti systémů, rostoucí komplexita, zrychlení změn a rozhodovacích procesů vedou k systémové nestabilitě (Helbing, 2013). S počtem vazeb v systému roste jeho zranitelnost i nepredikovatelnost průběhu kaskádových jevů.

Je zřejmé, že v případě rozvoje kaskádového jevu s časem a s jeho rostoucím rozsahem a komplexností klesá schopnost efektivně omezovat jeho dopady. Proto je vhodné činit opatření, která zabrání jeho plnému rozvoji v iniciální fázi jeho vývoje. Možností je omezení velikosti systémů, případně „odříznutí“ částí systémů. V případě kritické infrastruktury a IT systémů je možné uplatnění principu vybudování a provozu zálohy k primárnímu systému fungující jako nahrazení systému (aktuální zejména ve vztahu k probíhající transformaci energetiky).

V ostatních případech je možné využít některých charakteristik komplexních systémů, například jejich nekontrolovatelnosti pomocí top-down organizace v reálném čase a naopak tendence sebeorganizování systému na nižších úrovních. A to prostřednictvím nastavením relativně jednoduchých pravidel, v jejichž rámci se systém bude sám organizovat bez škodlivých tendencí k mikro-managementu.

Současné metody vládnutí (governance) někdy rozměňují zodpovědnost lidí zapojených v rozhodování, že nikdo není zainteresován na dopadech svých rozhodnutí, což napomáhá nárůstu rizikového chování a dopadů rizika. Je proto potřeba nastavit zodpovědnost a podíl na dopadech zejména u lidí institucí, kteří se podílí na benefitech (předchozích či budoucích) takových rozhodnutí (Helbing, 2013).

Uvedené principy podporují antifragilitu daných systémů (více viz téma „*Odolnost a zranitelnost*“).

Literatura

Alexander D, Pescaroli G. 2019. What are cascading disasters? UCL Open: Environment. 2019;(1):03. Available from: <https://dx.doi.org/10.14324/111.444/ucloe.000003>

Helbing, D. 2013. Globally networked risks and how to respond. *Nature* **497**, 51–59 (2013). <https://doi.org/10.1038/nature12047>

Pescaroli G., Alexander, D. 2015. A Definition of Cascading Disasters and Cascading Effects : Going beyond the ‘Toppling Dominos’ Metaphor. GRF Davos Planet@Risk, 3 (1), 2015, pp. 58–67.

Simpson, N.P., Mach, K.J., Constable, A. et al. 2021. A framework for complex climate change risk assessment. *One Earth*, **4**, (4), pp. 489-501. April 23, 2021 DOI: 10.1016/j.oneear.2021.03.005

Rozhodování v podmínkách nejistoty

Rozhodnutí o opatřeních reagujících na změnu klimatu je klasickým případem rozhodování v podmínkách hluboké nejistoty. Důvodem je samozřejmě nejistota scénářů změny klimatu, ale ještě větší díl nejistoty panuje ohledně budoucího socioekonomického a technologického vývoje. Nedokážeme přesně odhadnout budoucí vývoj klimatických prvků v lokálním měřítku, ale za pomoci mnohonásobných simulací dokážeme budoucímu vývoji přisoudit určité vyjádření jejich nejistoty. Mnohem větší nejistotu a současně mnohem větší dopad na celkové ekonomické hodnocení dopadů změny klimatu mají právě ukazatele budoucího vývoje např. růstu HDP, výše inflace, vývoj ceny technologií nebo vliv budoucích inovací.

Jakákoliv prováděná opatření (adaptační i mitigační) by v ideálním případě měla být hodnocena na základě ekonomické efektivity pomocí standardní analýzy nákladů a přínosů (CBA z anglického termínu Cost-Benefit Analysis). Cílem CBA je ukázat, zda výhody přinášené daným opatřením (v peněžním vyjádření) převažují nad nevýhodami v podobě nákladů na provedení takového opatření (případně na zajištění jeho provozu a údržby).

Současně platí, že, ačkoliv je CBA důležitá pro podporu rozhodování a navrhování politik týkající se změny klimatu, neodráží rozdělení nákladů a přínosů mezi různé zájmové strany a přináší problém v podobě vyjádření dopadů sociálních a ekologických. Ty bývají buď zcela zanedbány, nebo musí být aplikovány metody finančního ohodnocení sociálních a ekosystémových služeb, které jsou však obtížně objektivizovatelné a bývají proto rozporovatelné z různých pohledů. Proto jsou často prováděny doplňkové analýzy (např. nákladové efektivity, různá multikriteriální hodnocení) používané pro podporu rozhodování. I ty bohužel jsou ze své podstaty rozporovatelné.

Tradiční rozhodovací proces v problematice adaptace na změnu klimatu používá predikci budoucího stavu klimatu a následné vytvoření návrhu opatření dimenzovaných na uvedený budoucí stav. Přijetí takového rozhodnutí lze označit za přístup typu „*agree on assumption*“ (Kalra et al. 2014). Jeho východiskem je totiž shoda na vstupujícím předpokladu, jímž je právě výběr scénáře budoucího klimatu a jeho charakteristik, a kterému je následně návrh opatření uzpůsoben. Nevýhodou tohoto způsobu rozhodování je častý vznik konfliktů mezi různými zájmovými stranami, neboť dochází k rozhodnutím, která mají rozdílné a neproporcionální dopady na různé skupiny a jednotlivce. Opatření tak může přinášet pozitivní dopady pro určitou skupinu obyvatel, zatímco jiná skupina pociťuje negativní dopady opatření (omezení, financování nákladů, snížení hodnoty majetku aj.).

Zásadním nedostatkem je potom skutečnost, že rozhodovací proces je založen na předpokladu, který se nemusí naplnit a který, jak bylo uvedeno, vzniká v podmínkách velké nejistoty.

Opačným rozhodovacím postupem, který lze použít, je naopak zaměření se na robustnost rozhodnutí, kdy je vybíráno takové řešení, které naplňuje cíle (povodňová ochrana, udržitelné ekosystémy apod.) v širokém pásmu možných variant budoucího vývoje. Světová banka (Kalra et al. 2014) jej označuje za princip „*agree on decision*“. Jeho podstatou je, že rozhodnutí je utvořeno společným postupem expertů, decision makerů a zájmových stran, kteří naleznou shodu na vhodných strategiích a řešeních a jejich ověření v širokém pásmu možných podmínek.

Takový proces obecně zahrnuje čtyři navazující kroky:

V prvním kroku jsou navrhovaná možná řešení posouzena z hlediska jejich zranitelnosti vůči proměnným budoucího klimatu. Je dané opatření a jeho funkčnost závislá na hodnotě teploty vzduchu, nebo intenzitě srážek? Tím jsou identifikovány ovlivňující faktory každého zvažovaného opatření.

V druhém kroku je vyhodnoceno možné spektrum budoucích variant vývoje klimatu a jeho proměnných, které jsou pro funkčnost opatření rozhodující (dle identifikace provedené v předchozím kroku).

Třetím krokem je vyhodnocení funkčnosti, účinnosti a dopadů navrhovaných opatření v celém souboru možné budoucnosti. Ptáme se tedy: „bude opatření fungovat, pokud se intenzita extrémních letních srážek zvýší o 5 %, pokud se zvýší o 10 % a pokud se zdvojnásobí tak jak naznačuje celý rozsah výsledků různých klimatických scénářů?“

Posledním krokem je výběr opatření, které se v rámci analýzy osvědčilo jako robustní. Tedy takového, které generuje nejméně nepříznivých výstupů v rámci celého spektra možného budoucího vývoje.

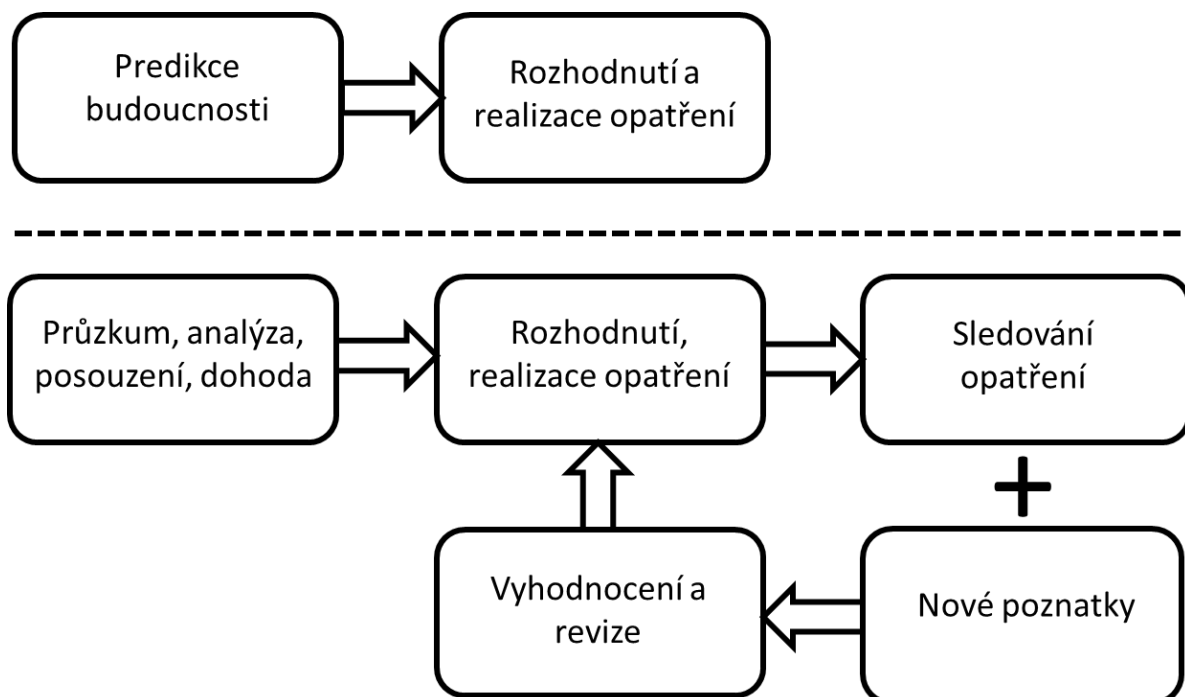
Typy opatření

Jaké druhy opatření budou nejpravděpodobněji vyhovovat nárokům a ověření postupem *agree on solution*?

Opatření typu „no-regret“ lze přeložit do češtiny jen obtížně, jako *ta, při nichž nehrozí, že jich budeme litovat*. Protože poskytují jednoznačný přínos i v podmínkách současného stavu bez ohledu na změnu klimatu (Hallegatte, 2009). Příkladem takového opatření může být zlepšení čištění odpadních vod, které vede ke zlepšení životního prostředí. Jiným příkladem je výstavba protipovodňové hráze chránící centrum města, která zlepšuje dosud nedostatečnou adaptaci vůči současným podmínkám.

Opatření „flexibilní a zvrátitelná“, která neposkytují jen okamžité přínosy, ale také umožňují změnit strategii adaptací v budoucnosti v závislosti na změně vývoje (Hallegatte, 2009). Například rozhodnutí o výstavbě obytných domů v lokalitě, která by se potenciálně mohla stát povodněmi ohroženou je nezvratné, zatímco při rozhodnutí pomocí nástrojů územního plánování výstavbě zamezit, lze v budoucnosti bez dalších nákladů výstavbu povolit. V podmínkách ČR je takovým opatřením například ochrana lokalit akumulace povrchových vod (potenciálních lokalit pro výstavbu vodních nádrží).

Opatření s krátkým časovým horizontem životnosti a tudíž rychlejší obměnou, při níž je možné změnit strategii, či parametry obnovovaného opatření.



Obr. 1 Srovnání klasického rozhodování na základě předpokladu s učícím se cyklem při využití opatření s krátkým časovým horizontem, či flexibilních a zvrátitelných.

Robustní opatření jsou opatření, která jsou někdy označována jako opatření na straně bezpečnosti. Jedná se o taková opatření, jejichž efektivita je zajištěna v dlouhodobém horizontu, bez ohledu na plánovanou životnost opatření a bez ohledu na možný vývoj klimatu. Důležité však je, aby jejich implementace představovala nulové či zanedbatelné náklady ve srovnání s opatřeními běžných parametrů. Příkladem může být rozhodnutí při rekonstrukci kanalizace již během návrhu použít větší průměr potrubí, které vyhoví „všem“ možným budoucím scénářům s relativně malým navýšením investiční ceny, zatímco budoucí přestavba by byla finančně extrémně náročná.

Mezi uvedené typy opatření často patří tzv. měkká opatření (zpracování plánů, výstražné systémy či zvyšování povědomí o riziku. O principech snižování zranitelnosti a tvorbě odolných systémů prostudujte rovněž téma „*Odolnost a zranitelnost*“.

Literatura

Hallegatte, S. 2009. Strategies to adapt to an uncertain climate change. *Global Environmental Change*, **19**, (2), May 2009, pp. 240-247.

Hallegatte, S., Shah, A., Brown, C., Lempert, R., Gill, S., 2012. Investment Decision Making Under Deep Uncertainty - Application to Climate Change. Policy Research Working Paper No. 6193. The World Bank, Sustainable Development Network.

Kalra, N., Hallegatte, S., Lempert, R., Brown, C., Fozzard, A., Gill, S., Shah, A., 2014. Agreeeing on Robust Decisions – New Processes for Decision Making Under Deep Uncertainty. Policy Research Working Paper, 6906, The World Bank.

Princip předběžné opatrnosti

Princip předběžné opatrnosti je intuitivně používán každým z nás v podobě rozhodování ve snaze zabránit potenciálně velkým dopadům v budoucnosti. Neexistuje však jednoznačná a všeobecně platná definice principu předběžné opatrnosti, navíc jeho pojetí se v průběhu času měnilo.

Princip vznikl jako mechanismus pro přenesení odpovědnosti za prokázání neškodnosti na iniciátora změny, a to konkrétně v oblasti používání nových chemických sloučenin. V tomto pojetí princip ukládal jedné ze zainteresovaných stran, té, která navrhovala změnu (např. s cílem zvýšení svého zisku z prodeje nové látky), aby prokázala, že nezpůsobí škodu jiným zainteresovaným stranám (např. veřejnosti v podobě zdravotních dopadů). Takto tedy může být princip předběžné opatrnosti vnímán jako etický princip, kdy břímě důkazu neškodlivosti nové technologie, aktivity, procesu apod. leží na navrhovateli, nikoliv na spotřebiteli a veřejnosti.

Postupem času se vnímání principu posunulo. Úmluva z Ria z roku 1992 používá definici ve znění: „*Pro ochranu životního prostředí má být státy široce využíván princip předběžné opatrnosti, v závislosti na jejich možnostech. Tam, kde hrozí významná či nevratná škoda, nesmí být chybějící úplná vědecká jistota důvodem pro oddalování nákladově efektivních (cost-effective) opatření k zamezení poškození životního prostředí.*“

Aktuálně např. dohoda UNFCCC uvádí: „*Strany by měly použít princip předběžné opatrnosti pro předvídaní, prevenci či minimalizaci příčin změny klimatu a omezovat její nepříznivé dopady. Je-li hrozba vážná, či nevratné škody, nedostatek jistoty vědeckých závěrů by neměl být důvodem pro oddalování opatření.*“

Problémem shody nad aplikací principu je existence mnoha přístupů (od relativně slabých po velmi silné definice v různých dokumentech) a celková vágnost definic, která neposkytuje jednoznačnou oporu pro rozhodování. Princip rozděluje názory, z jedné strany je vnímán jako nevědecký a jako překážka pro rozvoj a inovace, z druhé jako ochrana zdraví a životního prostředí. Různé zájmové strany, odborníci a právní systémy aplikují rozdílné definice, zejména z pohledu míry vědecké nejistoty (resp. jistoty) požadované pro rozhodování. Rozdílný pohled panuje zejména v otázce metodiky, kdy tento princip uplatnit. Nicméně právo EU uplatnění principu předběžné opatrnosti pro zabránění ekologickým škodám požaduje.

Podle komunikace EU (2000) je důležité, aby se při aplikaci principu předběžné opatrnosti zajistila transparentnost rozhodování. Uplatnění principu nesmí být použito pro arbitrární rozhodnutí. **Odkaz na princip předběžné opatrnosti není důvodem pro porušení základních principů managementu rizik, zejména proporcionality odezvy, nediskriminace, konzistence použití, a zjišťování přínosů a nákladů!**

Základním problémem je dodržení zásady proporcionality odezvy. Důležité je si uvědomit, že princip předběžné opatrnosti nesmí cílit na zajištění nulového rizika (kteréž neexistuje) za jakoukoliv cenu. Navíc v některých oblastech mohou být principem předběžné opatrnosti zdůvodňována opatření, která mají dopad na jiné zájmové skupiny, nežli je jejich navrhovatel, a to v podobě zvýšení nákladů, snížení komfortu a podobně – tedy zjevně nad rámec původního významu tohoto principu. Lze se domnívat, že právě toto je důvodem pro neshody při prosazování principu, kdy **rizika** a přínosy řešení jsou vnímány a posuzovány individuálně ze strany různých zájmových stran a následky rozhodnutí postihují různé skupiny a jednotlivce různým způsobem.

V krajním případě se mohou dostat dva pohledy a argumentace principem předběžné opatrnosti do konfliktu, kdy každá strana sleduje zamezení jiným dopadům na jiné sektory, aktivity či skupiny obyvatel.

Na druhou stranu k výše uvedenému platí, že zjišťování přínosů, dopadů a nákladů je právě v kontextu uplatnění principu předběžné opatrnosti problematické. Z podstaty věci se totiž používá v situacích, kdy není dostatek kvantitativních dat, nebo jsou nejistá, pro potřeby exaktního provedení cost-benefit analýzy.

Řekněme, že **princip předběžné opatrnosti nelze použít jako trvalé řešení/rozhodnutí**, a ve chvíli, kdy je to možné, je nutné přejít do režimu klasické cost-benefit analýzy pro podporu, nebo revizi rozhodnutí učiněného s odvoláním na princip předběžné opatrnosti.

Lze shrnout, že **princip předběžné opatrnosti je nástrojem výsostně politickým**, v žádném případě by neměl být zaměňován za vědeckou argumentaci (ve skutečnosti jde totiž právě o její nemožnost a absenci). Nicméně nalezení vhodného rozhraní mezi vědou a politikou v tomto kontextu zůstává výzvou.

Z hlediska rozhodování lze doporučit princip předběžné opatrnosti vnímat spíše jako rámec, který povede k identifikaci, zda je žádoucí nějaká opatření zvažovat. K vlastnímu rozhodování pak je vhodné aplikovat jiné metody pro rozhodování v podmínkách nejistoty (např. metodu agree on solution – viz téma „*Rozhodování v podmínkách nejistoty*“), a preferenci flexibilních opatření, která bude možná s postupem narůstajícího poznání uzpůsobit na základě provedené cost-benefit analýzy.

Literatura

Bourguignon, D. 2015: The precautionary principle - Definitions, applications and Governance, EPRS - European Parliamentary Research Service, EU, December 2015 — PE 573.876.

EC, 2000: Communication from the Commission on the precautionary principle, EC, Brussels, Brussels, 2.2.2000 COM(2000) 1 final.

Kriebel, D. et al. 2001: The Precautionary Principle in Environmental Science, Environmental Health Perspectives, 109 (9), September 2001, 871–876.

Martuzzi, M, Tickner, J.A. (Eds.) 2004: The precautionary principle: protecting public health, the environment and the future of our children, WHO Europe, ISBN 92 890 1098 3.

Scénáře změny klimatu

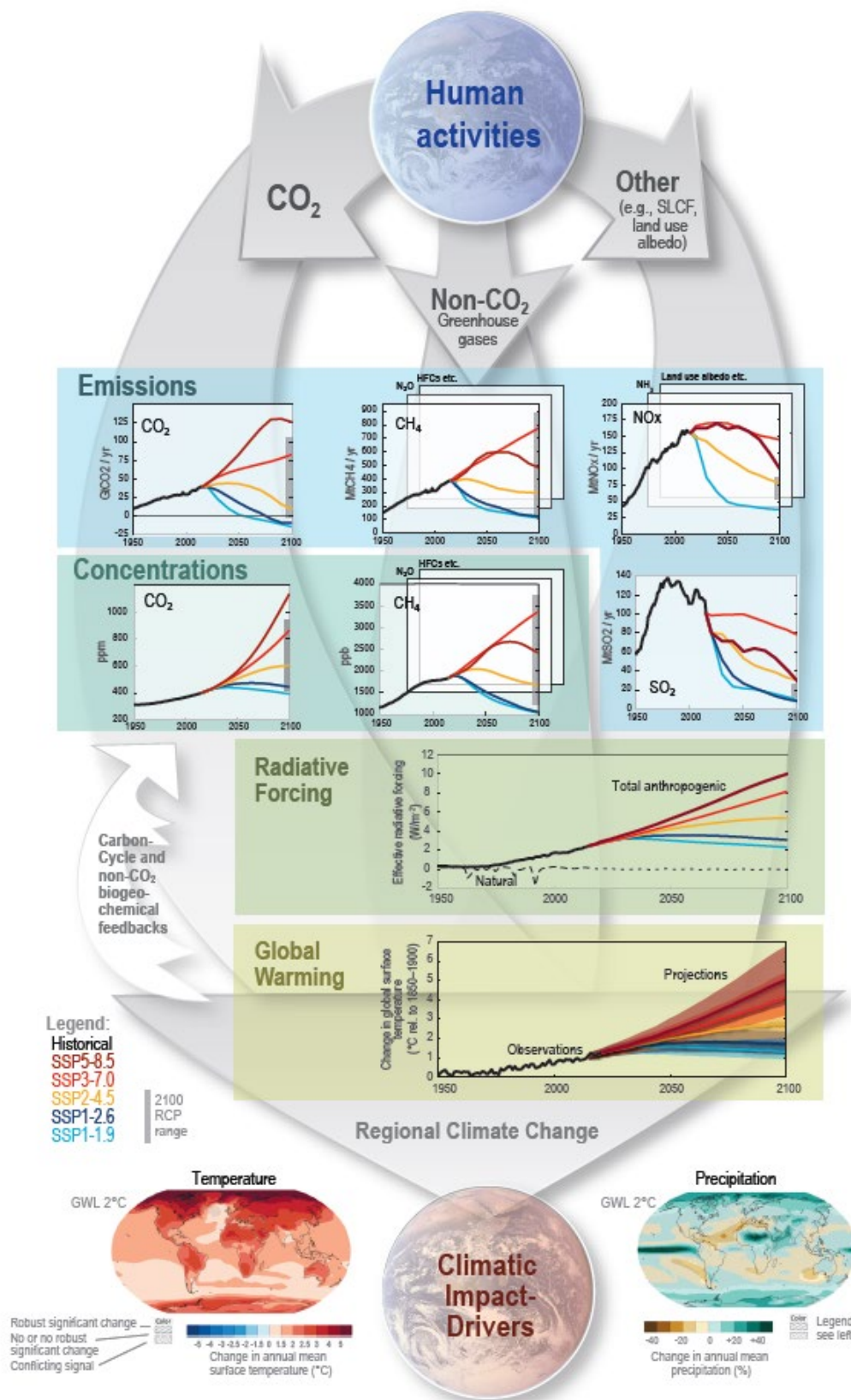
Scénářem změny klimatu rozumíme zjednodušený popis možného budoucího klimatu, který je založen na vnitřně konzistentní sadě klimatických vazeb, vytvořených s cílem posoudit možné dopady antropogenní změny klimatu. Tyto scénáře jsou často použity jako vstup do modelů dopadů v dalších oblastech. Při přípravě scénářů změny klimatu jsou analyzovány celé řetězce příčin a následků změn v klimatickém systému. Tento řetězec procesů začíná antropogenními emisemi skleníkových plynů (obr. 1).

Proces tvorby scénářů změny klimatu vychází ze souboru pěti vstupních scénářů označených SSP (Shared Socio-economic Pathways). Pro 21. století jsou využívány při přípravě hodnotících zpráv IPCC od Páté hodnotící zprávy z let 2013-2014. V předchozích hodnoceních byly vstupními emisními scénáři tzv. reprezentativní scénáře koncentrací RCP (Representative Concentration Pathway). Zatímco RCP scénáře vyjadřovaly přímo koncentrace skleníkových plynů, scénáře SSP zahrnují komplexnější pohled na možné vývoje lidské společnosti se zahrnutím některých zpětných vazeb, a teprve v kombinaci s nimi je odvozena míra emisí skleníkových plynů. Emisní scénáře jsou založeny na řídicích faktorech (např. demografický a socioekonomický vývoj, technologické změny, produkce a využívání energií a využití půdy) a jejich základních vztazích. Koncentrační scénáře, odvozené z emisních scénářů, se používají jako vstup do klimatických modelů pro výpočet klimatických projekcí.

Při přípravě klimatických projekcí jsou jednotlivé emisní scénáře promítnuty prostřednictvím míry radiačního působení radiačně aktivních látek (např. skleníkových plynů nebo aerosolů) a změn půdního pokryvu způsobených člověkem, které mohou být radiačně aktivní prostřednictvím změn albeda. Klimatické projekce jsou zpracovávány v globálním měřítku za použití globálních klimatických modelů většinou v podobě ansámbly možných realizací odvozených ze všech emisních scénářů. S ohledem na omezené prostorové rozlišení globálních modelů je regionální zpřesnění klimatických scénářů prováděno výpočtem podrobněji členěného regionálního modelu, který provádí výpočet na omezené ploše (například kontinentu nebo jeho části), a to na základě výsledků globálního modelu, který poskytuje výpočtu okrajové podmínky z oblastí mimo vlastní rozsah regionálního modelu. Tento postup se označuje za dynamický downscaling.

Výsledkem klimatického modelu je prostorově distribuovaný odhad změny hodnot klimatických prvků a indexů pro různá budoucí období nejčastěji prezentovaný ve srovnání s hodnotami modelem simulovanými pro referenční historické období.

Scénáře změny klimatu připravené na základě klimatického modelu ALADIN-CLIMATE/CZ speciálně připraveného pro území Česka byly poprvé prezentovány v roce 2011 jako výstup projektu VaV (ČHMÚ, 2011). Pro přípravu takových scénářů bývají využívány i regionální a globální klimatické modely připravené pro větší oblasti, a pro oblast Česka jsou výsledky dále statisticky upraveny metodami statistického downscalingu (Huth 2015) na základě pozorovaných dat. Takto bylo postupováno v např. projektu CECILIA (Farda et al 2007), ENSEMBLES (Holtanová et al 2011) nebo EuroCordex (Potopová et al 2018).



Obr. 1 – Příčiny a následky v oblasti změny klimatu. V horní řadě zobrazeny scénáře vývoje emisí oxidu uhličitého (CO₂), metanu (CH₄) a oxidů dusíku (NO_x), které jsou následně promítnuty do hodnot koncentrací atmosférického CO₂, CH₄ a SO₂ (druhá řada grafů). Dále je uvedeno efektivní radiační působení pro antropogenní i přirozené změny globální přízemní teploty vzduchu ve srovnání s referenčním obdobím 1850-1900 a mapy předpokládaných změn globální teploty a průměrných ročních srážek při globálním oteplení o 2 °C oproti stejnému období. Šipky vlevo odkazují na koloběh uhlíku a látek jiných než CO₂, biogeochemické zpětné vazby rovněž ovlivní konečnou reakci systému na antropogenní emise.

Literatura:

ČHMÚ, 2011. Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření. Závěrečná zpráva o řešení projektu VaV (SP/1a6/108/07). ČHMÚ, 139 s.

Farda, A., Štěpánek, P., Halenka, T., Skalák, P., Belda, M., 2007 Model ALADIN in climate mode forced with ERA-40 reanalysis (coarse resolution experiment). *Meteorological Journal*, Vol. 10, 3, 2007, pp 123-130.

Holtanová, E., Kalvová, J., Mikšovský, J., Pišoft, P., Motl, M., 2010. Analysis of uncertainties in regional climate model outputs over the Czech Republic. *Studia Geophysica et Geodaetica*, vol. 54, no. 3, s. 513-528. DOI: 10.1007/s11200-010-0030-x.

Huth, R., Mikšovský, J., Štěpánek, P., Belda, M., Farda, A., Chládová, Z., Pišoft, P., 2015: Comparative validation of statistical and dynamical downscaling models on a dense grid in central Europe: temperature, *Theoretical and Applied Climatology*, 120, 3-4, pp. 533-553.

Potopová, V., Štěpánek, P., Zahradníček, P., Farda, A., Türkott, L., Soukup, J. Projected changes in the evolution of drought on various timescales over the Czech Republic according to Euro-CORDEX models (2018). *International Journal of Climatology*, Vol 38, pp. 939-954, DOI: 10.1002/joc.5421.

IPCC, 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J. B. R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

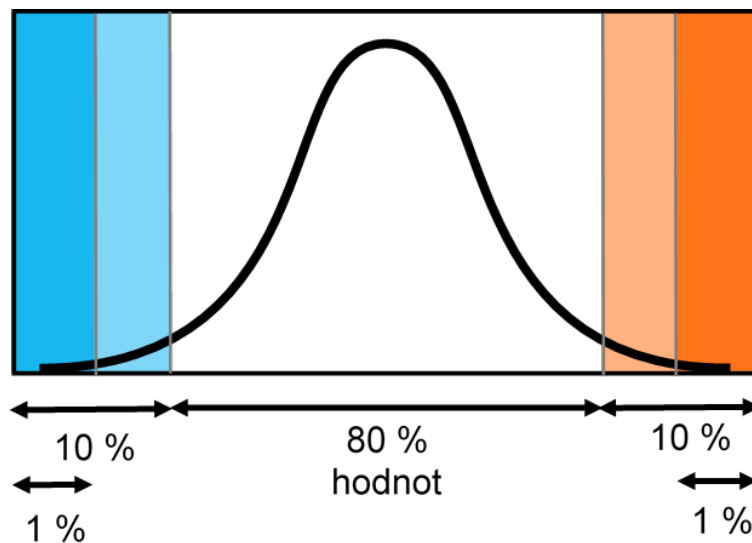
Extrémy a extremita

Termín **extrém** může být v různém kontextu používán v různém významu.

V klimatologii i hydrologii může být za extrém označena největší nebo nejmenší hodnota sledovaného prvku za určité období (ČMES, 2022). Například absolutním teplotním extrémem pro území České republiky je v tomto významu maximální teplota 40,4°C zaznamenaná 20. srpna 2012 v Dobřichovicích (Němec, 2012), a minimální teplota – 42,2 °C z 11. února 1929 naměřená v Litvínovicích (Krška, 2009). Extrémem roku 2021 byla teplota 36,5 °C naměřená 8. července 2021 ve Strážnici (Tolasz a kol, 2022).

Slovem extrém lze označit rovněž jev, který je svými vlastnostmi výrazně anomální, zejména pokud způsobuje významné dopady. Například povodně jsou extrém, s kterým musíme počítat v rámci plánů rozvoje území. Teplotu přesahující 35 °C lze pro naše území považovat za extrém. Stejně jako extrémem jsou odpolední teplotní maxima, která na Nový rok 2022 vyšplhala nad 10 °C.

Dalším možným významem je výskyt hodnoty či jevu nad (resp. pod) limitní hodnotou blízko hornímu (resp. dolnímu) konci rozptylu pozorovaných hodnot dané veličiny či charakteristiky jevu. Určení daného limitu, při jehož překročení označíme situaci za extrém, může být stanoveno různým způsobem. Statistické zpracování dat pro jevy s normálním rozložením často jako extrémní hodnoty definuje ty, ležící ve vzdálenosti více než 2s (směrodatné odchylky) od středové hodnoty. V klimatologii se často pro určení extremity používají vypočtené percentily dané časové řady. Za extrémní je poté označena hodnota větší než 90. nebo menší než 10. percentil (obr. 1).



Obr. 1 Ilustrace způsobu vymezení extrémních hodnot veličiny s normálním rozložením a dvěma různými limity pro určení extrémních hodnot.

Poněkud obtížnější je stanovení limitních hodnot pro určení extrémů u veličin, které nemají normální rozložení. Příkladem může být základní hydrologická veličina – průtok v konkrétním vodoměrném profilu. Protože rozložení hodnot průtoku je velmi asymetrické s převažujícími hodnotami podprůměrnými (které jsou zdola ohraničeny nulou) a malým množstvím velmi velkých hodnot vyskytujících se v čase povodní.

V hydrologii se ustálila praxe vymezení extrému v oblasti minim obdobně jako u normálních jevů stanovením X procent nejmenších hodnot. V českém prostředí je historicky používán postup stanovení hodnot tzv. m-denních průtoků. Principem je seřazení pozorovaných hodnot denních průměrných průtoků za referenční období (aktuálně 1991–2020 pro pozorované profily) podle velikosti a odvození hodnot průtoků, které jsou dosaženy nebo překročeny v průměru po m-dnů v roce (ČSN 75 1400). Za limit sucha je přitom považován 355denní průtok (tedy ca 3 % nejnižších hodnot), za extrémní sucho pak označujeme většinou hodnoty na úrovni 364denního průtoku (tedy okolo 0,5 %). Vzhledem ke skutečnosti, že průtoková řada vykazuje autokorelaci (hodnota dnešního průtoku je závislá na hodnotě včerejšího průtoku), dochází většinou ke kumulaci výskytu extrémních hodnot do delších „souvislých“ období v některých letech, zatímco v jiných letech jejich výskyt zaznamenán není.

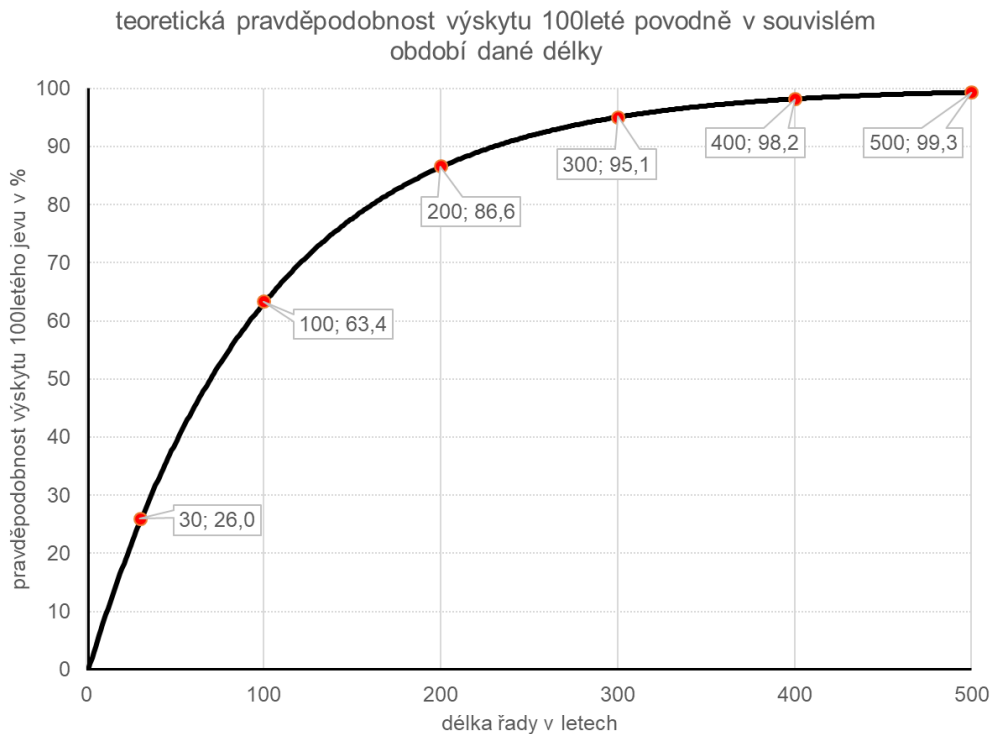
V případě maximálních průtoků hydrologie využívá pro určení extrému tzv. dobu opakování povodně (hodnoty N-letých průtoků). Hodnoty N-letých průtoků jsou odvozeny vždy na základě co nejdélejší řady pozorování ročních průtokových maxim (případně všech hodnot nad zvolenou velikost průtoku v dané vodoměrné stanici – metoda peak over the threshold - POT). Následně je určena teoretická průměrná doba trvání mezi výskytem dvou povodňových kulminací s danou nebo větší hodnotou průtoku. Stoletá povodeň je tedy povodeň, jejíž kulminační průtok by v hypotetické tisícileté řadě pozorování byl dosažen či překročen celkem desetkrát. Doba opakování je převrácenou hodnotou pravděpodobnosti výskytu povodně dané velikosti v jednotlivém roce (ve světové literatuře je často použito právě vyjádření z hlediska pravděpodobnosti). V roce 2022 tedy z definice v každém vodoměrném profilu existuje 1% pravděpodobnost výskytu stoleté povodně.

Zajímavé však je určení pravděpodobnosti, že se vyskytne 100letá povodeň v průběhu např. deseti let, nebo sta let. Z čistě statistického pohledu je pravděpodobnost, že se v jednom roce stoletá povodeň nevyskytne 0,99 (tedy 99 %). Pravděpodobnost, že se nevyskytne ve dvou letech za sebou je tedy $0,99 \cdot 0,99 = 0,98$, zbývající 2 % udávají pravděpodobnost, že se v průběhu dvou za sebou jdoucích let vyskytne 100letá povodeň. Obecně lze takový vztah vyjádřit rovnicí:

$$p_{N,i} = 1 - \left(1 - \frac{1}{N}\right)^i$$

kde p je pravděpodobnost výskytu povodně doby opakování N let v řadě i let, N je doba opakování povodně v letech, i je délka řady pro niž je pravděpodobnost určena.

Na obr. 2 je vykreslena pravděpodobnost výskytu 100leté povodně v období různé délky. Za pozornost stojí skutečnost, že pravděpodobnost, že ve stoleté řadě průtoků máme zachycenu 100letou povodeň, je „pouze“ 63 %. Dostatečnou jistotu, že řada obsahuje skutečnou 100letou povodeň, máme až u řad o délce okolo 400 let a více. Naopak u třicetiletých řad, které jsou často používány pro hodnocení změny klimatu, je šance na to, že v jejím rámci je 100letá povodeň jen 26 %. To ukazuje nutnost uvážlivého a střízlivého hodnocení potenciálních změn extrémů v kratších řadách. Z principu totiž porovnání jedné modelované řady simulující minulé klimatické podmínky souborem budoucích klimatických scénářů bude zatížena rozdílnou pravděpodobností výskytu extrémů z prostého důvodu celkově delší časové řady obsažené v součtu všech členů ansámblu (zatímco v jedné řadě je pravděpodobnost výskytu 100leté povodně 26 %, zatímco v desetičlenném ansámblu je přirozená statistická šance, že obsahuje 100letou povodeň 96,4 %).



Obr. 2 Závislost pravděpodobnosti výskytu 100leté povodně v časové řadě na její délce.

Statistická rozložení z pohledu extrémních hodnot

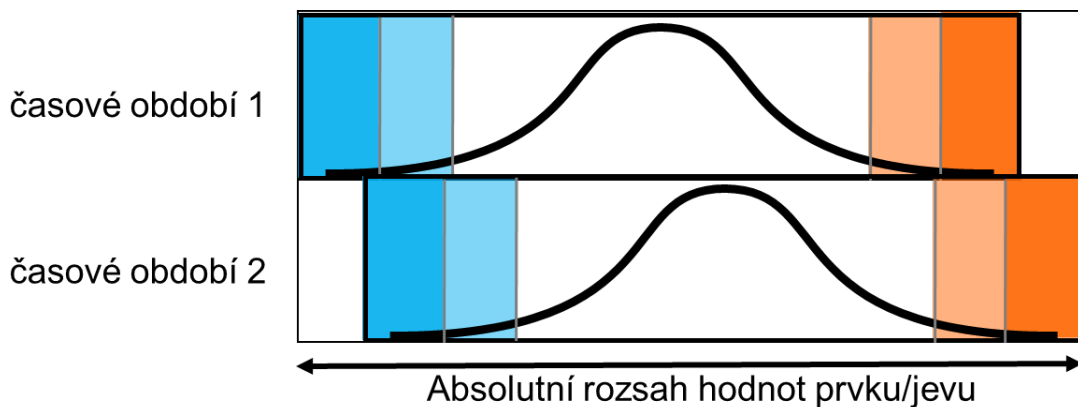
V běžném životě naši pozornost poutají častěji extrémní jevy a situace nežli „průměr“, protože extrémy jsou často spojeny s dopadem na náš život. I v meteorologii, klimatologii a hydrologii platí, že pro některé jevy a prvky je důležité hlavně to, jak se chovají v oblasti extrémních hodnot. Zatímco některé prvky vykazují normální rozložení svých hodnot, pro jiné to neplatí – například pro maximální denní srážky, průtoky aj. V literatuře se hovoří o rozloženích typu fat tail¹². Jedná se o rozložení, která mají větší hodnoty šikmosti a špičatosti a proto mají větší pravděpodobnost výskytu velmi odlehlých hodnot – extrémů.

V případě takových rozložení nevystačíme se zkušenostmi z chování normálního (Gaussova) rozdělení. Kvůli nim totiž máme tendenci podceňovat pravděpodobnost výskytu extrémů velmi odlehlých hodnot. Pokud má veličina či jev fat tail rozložení přináší to s sebou řadu konsekvencí pro život, neboť se mohou vyskytovat události někdy označované jako „černé labutě“ (black swan). Jedná se o události, které jsou na základě našich dosavadních znalostí a informací (třeba v podobě pravděpodobnostního rozložení veličiny v minulosti) nepředpověditelné, současně přinášejí extrémní dopady (kolaps burzy, válečné konflikty, revoluce, megatsunami, aj.) a v retrospektivě máme tendenci najít zdůvodnění (příběh), který na jejich nebezpečí ukazoval.

¹² Velmi podrobně se problematice jim věnuje Taleb (2020).

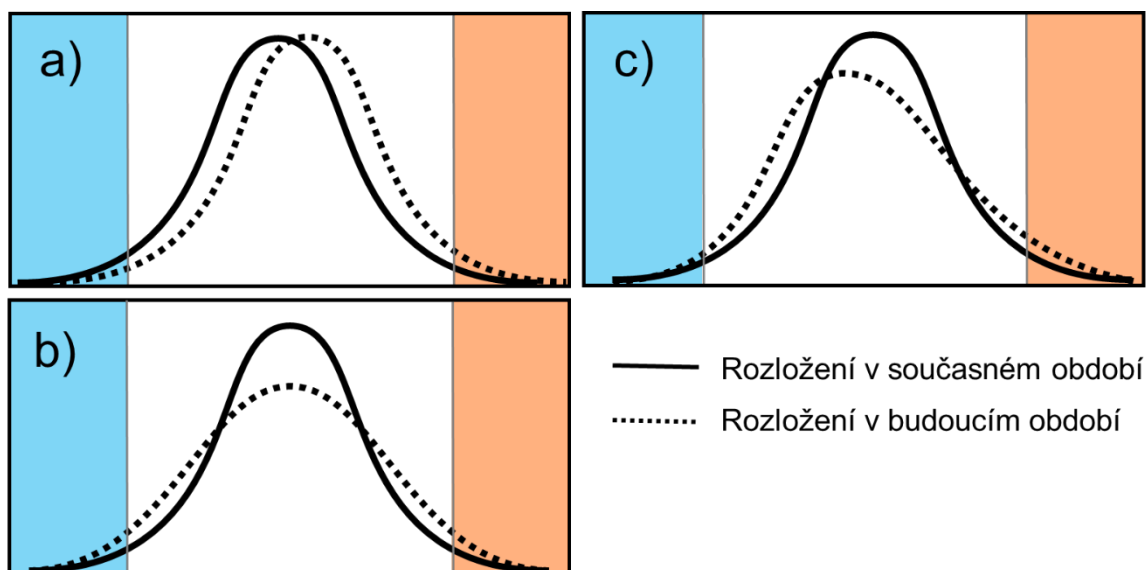
Extremita a její změny

Ve vědeckých studiích zabývajících se studiem změny klimatu se objevují závěry předpokládající změnu extremity výskytu některých jevů. Tyto závěry znamenají, že je předpoklad změny charakteristiky statistického rozložení hodnot určité veličiny, či charakteristik určitého jevu, a to ve srovnání s rozložením pozorovaným v průběhu **referenčního období** před změnou. Při změně statistického rozložení hodnot se při použití statistické definice extrému mění hodnota, která je považována za extrémní (dřívější extrém se stává hodnotou „běžnou“ – viz obr. 4). Proto je nutné porovnání provádět vůči původním limitům extrémů před změnou.



Obr. 4 Posun statistického rozložení posouvá hranice statisticky určených hodnot limitů toho, co je extrém.

Změna četnosti výskytu extrémů přitom nemusí být vždy výsledkem změny střední hodnoty sledovaného prvku. Zatímco v případě teploty vzduchu dochází k celkovému oteplení, jehož důsledkem je i častější výskyt extrémních teplotních maxim a naopak méně častá teplotní minima, v případě srážek se změna extrémů na hodnotu průměrné hodnoty srážek v předpokladech budoucího vývoje neváže.



Obr. 5 Změna extremity může být výsledkem různých změn charakteristik statistického rozložení hodnot prvku či jevu: a) posun střední hodnoty se zachováním tvaru rozložení, b) změna variability (tvaru) rozložení při zachování střední hodnoty, c) změna šikmosti a špičatosti rozložení.

Závěr

Z výše uvedeného vyplývají některá doporučení pro používání a hodnocení extrémů a extremity.

- Vždy je nutné jasně definovat, co je v rámci konkrétního dokumentu považováno za extrém pro konkrétní jevy/veličiny.
- Pro hodnocení výskytu extrémů a jejich změn je nutné používat dostatečně dlouhé časové řady odpovídající době opakování hodnocených extrémů a jejich povaze.
- Korektně diskutovat výsledky získané z vyhodnocení extremity a jejich změn, a to v kontextu zvolených metodik a jejich limitů.

Literatura:

ČMeS. 2022. Elektronický meteorologický slovník (eMS). Česká meteorologická společnost [online 2022-01-15]. Dostupné z: <http://slovník.cmes.cz>

ČSN 75 1400 - Hydrologické údaje povrchových vod. Česká technická norma. ICS 13.060.10 Leden 2014.

Gregor, A. 1931. Hiver arctique dans le sud et le centre de l'Europe en février 1929. Extrait de *La Météorologie*, No. 70-72, Janvier-Mars, 1–5.

Krška, K. 2009. Zima 1928/1929 v Česku se zřetelem k povaze extrémů a dobové literatuře. *Meteorologické Zprávy*, 62 (1). 5–9.

Němec, L. 2012. Český teplotní rekord – Dobřichovice 20. 8. 2012. *Meteorologické Zprávy*, 65 (5), 145–148.

Taleb, N.N. 2020. *Statistical Consequences of Fat Tails: Real World Preasymptotics, Epistemology, and Applications (The Technical Incerto Collection)*. STEM Academic Press, ISBN 978-1-5445-0805-4

Tolasz, R., Čekal, R., Lamačová, A., Škáchová, H., 2022. Rok 2021 v Česku. *Meteorologické zprávy*, 75, 1, s. 2–16. ISSN 0026-1173. Dostupné online: <https://www.chmi.cz/files/portal/docs/reditel/SIS/casmz/index.html>.

Strategické dokumenty v ČR

Smyslem strategie je definice dlouhodobého cíle a stanovení plánu postupu jeho dosažení. Zároveň slouží k uspořádání, sjednocení a usměrnění aktivit a jednání společnosti a jejich částí právě směrem k definovanému cíli.

Veřejné strategie připravují v ČR jednotlivé resorty pro oblasti jejich kompetencí, územní celky různé úrovně a existují i strategie národní, či mezinárodní. Příkladem mezinárodní strategie může být Agenda OSN pro udržitelný rozvoj 2030, Cíle udržitelného rozvoje - SDGs (UN, 2015). Za její projekci na národní úrovni je možné považovat dokument Strategický rámec Česká republika 2030 (MŽP, 2017).

V ČR jsou strategie zveřejňovány na webové databázi strategií (<https://www.databaze-strategie.cz/>).

Tvorba strategických dokumentů

Přípravy strategických dokumentů by měly respektovat jednotně stanovené principy (MF, 2013). Ve vybraných případech však některé principy nemohou (respektive nemusí) být z různých důvodů dodrženy. V takovém případě však musí vždy adekvátně zdůvodněno (zejména zadavateli, například ve vstupní či závěrečné zprávě zpracované v rámci tvorby strategie), proč některé principy tvorby strategických dokumentů nebyly dodrženy (např. při tvorbě strategie národní obrany není možné vždy postupovat absolutně transparentně, protože některé analýzy či strategické dokumenty musí zůstat nedostupné veřejnosti – tento postup však musí být tvůrci strategie popsán a zdůvodněn).

Základními principy tvorby strategických dokumentů jsou:

1. Strategie jsou připravovány transparentně a objektivně, do přípravy strategie je zahrnut široký okruh zainteresovaných stran (respektive každý, kdo se o přípravu strategie zajímá).
2. Strategické materiály musí být připraveny v podobě a kvalitě, která umožní učinit vládě (respektive orgánu schvalujícímu strategický dokument) informované a odpovědné rozhodnutí.
3. Strategie jsou zaměřené (zacílené) na řešení konkrétního významného problému (případně sady souvisejících problémů).
4. Jednotlivé strategie nejsou připravovány izolovaně, strategické práce jsou koordinovány jak horizontálně (např. napříč resorty), tak vertikálně (tedy s ohledem na strategické dokumenty na vyšší i nižší úrovni veřejné správy, včetně ohledu na strategický rámec EU) i z hlediska jejich časové návaznosti a konzistence.
5. Při tvorbě strategií jsou dodržovány základní postupy a mandatorní požadavky na kvalitu strategických dokumentů stanovené v metodických dokumentech, je aplikován projektový přístup k tvorbě strategií.
6. Vznikající strategie mají jasně definovaný způsob financování jejich implementace, realizace přijatých strategií je pravidelně promítána do rozpočtu (státního rozpočtu a ostatních veřejných rozpočtů, respektive rozpočtu dané instituce). Strategie by měly být při řešení daných problémů co nejvíce efektivní, zároveň by jejich negativní (nezamýšlený) dopad měl být minimalizován.
7. Strategie jsou vytvářeny na základě identifikovaných a reálných potřeb těch, jejichž problémy jsou (ve výhledu) řešeny. Přístup k tvorbě strategií je zejména, založený na důkazech a je hodnocen předpokládaný a reálný přínos a dopad strategií (minimálně ekonomický, sociální a environmentální přínos a dopad).
8. Strategie zahrnují konkrétní a adresná opatření, jasně určují odpovědnost za dosažení vytyčených cílů, definují implementační strukturu a procesy realizace dané strategie, stanovují metriky (a indikátory) pro měření úspěšnosti a postupu jejich implementace.
9. Každá strategie musí mít svého nositele (vlastníka), který bude mít celkovou odpovědnost za strategii, tj. za její implementaci, za splnění cílů strategie a realizaci očekávaných přínosů.

10. Efektivita opatření realizovaných v rámci strategie je průběžně vyhodnocována, jsou navrhovány korektivní mechanismy.
11. V rámci tvorby strategie musí být zodpovězeny následující základní otázky:
- proč je daná strategie vytvářena,
 - co daná strategie řeší (jaký problém) a v jakém hodnotovém kontextu (tj. na základě jakých kritérií),
 - jak bude daný problém řešen (a zda vůbec bude řešen),
 - jaký je cílový stav, kterého by mělo být realizací strategie dosaženo,
 - kdy se bude problém řešit a kdy bude vyřešen,
 - kdo bude problém řešit,
 - jak dlouho daná strategie platí,
 - kolik bude dané řešení stát (tj. jaké zdroje – finanční, lidské, organizační – bude nutno na dané řešení vynaložit) a kdo poskytne potřebné zdroje.

Typologie strategických dokumentů

Metodika (MMR, 2018) definuje tři kategorie (úrovně) strategických dokumentů, které se vzájemně odlišují délkou platnosti, úrovní obecnosti apod.:

Zastřešující strategické dokumenty (politika, bílá kniha, strategický rámec) – jedná se o vrcholové strategické dokumenty pro danou oblast nebo širší problematiku; mají vyšší míru obecnosti a nižší míru podrobnosti a dlouhodobou platnost (>7 let); kladou důraz na analytickou a strategickou část, stanoví strategické směřování, hlavní priority a cíle a základní nástroje k jejich naplňování resp. k rámcové implementaci; realizuje se zejména navazujícími strategickými a prováděcími dokumenty. Zastřešující strategické dokumenty stanovují strategické cíle.

Strategické dokumenty (koncepce, strategie, plán) - řeší konkrétní problematiku (resp. cíl); Koncepce bývá obecnější, klade důraz na analytickou a strategickou část, její implementace je řešena v samostatném prováděcím dokumentu (implementačním plánu), strategie obsahuje provázané a vyvážené části - analytickou, strategickou a implementační; implementační část zahrnuje všechny prvky implementace strategie. Plán klade důraz na implementační část, která zahrnuje všechny prvky implementace plánu. Strategické dokumenty stanovují strategické a specifické cíle.

Strategické prováděcí dokumenty (operační program, akční plán, implementační plán) - implementační plán – prováděcí dokument pokrývající realizaci příslušné koncepce či strategického rámce po celou dobu jejich platnosti; akční plán – prováděcí dokument pokrývající realizaci příslušných strategických dokumentů pouze v krátkodobém časovém horizontu.

Literatura:

MF, 2013. Metodika přípravy veřejných strategií, Ministerstvo financí, 2013

MMR. 2018. Metodika přípravy veřejných strategií, Ministerstvo pro místní rozvoj, 2018, dostupné z: https://www.mmr.cz/getmedia/70d00bf5-cec5-4ddd-9309-a3f54c216ea8/Metodika-pripravy-verejnych-strategii-plna-verze_1.pdf.aspx?ext=.pdf

MŽP, 2017. Strategický rámec Česká republika 2030. [online: 2022-01-20] dostupné z: <https://www.cr2030.cz/strategie/>

UN, 2015. Sustainable development goals. [online: 2022-01-20] dostupné z: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>