

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE**  
**FAKULTA MEDZINÁRODNÝCH VZŤAHOV**

Evidenčné číslo: 105002/I/2019/36069191762075140

**Aplikácia konceptov Planetárnych medzí a Prahov  
zlomu ekosystému Zeme v rámci  
environmentálnych politík**

**Diplomová práca**

**2019**

**Bc. Katarína Homolová**

**EKONOMICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE**  
**FAKULTA MEDZINÁRODNÝCH VZŤAHOV**

**Aplikácia konceptov Planetárnych medzí a Prahov  
zlomu ekosystému Zeme v rámci  
environmentálnych politík**

**Diplomová práca**

**Študijný program:** Hospodárska diplomacia  
**Študijný odbor:** Medzinárodné ekonomické vzťahy  
**Školiace pracovisko:** Katedra medzinárodných ekonomických vzťahov  
a hospodárskej diplomacie  
**Vedúci záverečnej práce:** Ing. Mikuláš Černota, PhD.

**Bratislava 2019**

**Bc. Katarína Homolová**

## Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že záverečnú prácu som vypracovala samostatne, a že som uviedla všetku použitú literatúru.

**Dátum:**

.....  
Bc. Katarína Homolová

## **Pod'akovanie**

Touto cestou by som chcela pod'akovať najmä vedúcemu mojej záverečnej diplomovej práce, Ing. Mikulášovi Černotovi, PhD., za odbornú pomoc, hodiny obetovaného času a množstvo cenných rád a zaujímavých štúdií, ktorými mi významne pomohol a motivoval ma pri písaní. Vďaka patrí tiež Ministerstvám životného prostredia Českej republiky, Fínskej republiky, Holandského kráľovstva, Nemeckej spolkovej republiky, Nórskeho kráľovstva, Slovenskej republiky a Španielskeho kráľovstva, ktoré nám poskytli vysoko relevantné informácie ohľadom svojich aktuálnych environmentálnych stratégií. Osobitné pod'akovanie patrí mojim rodičom, ktorí ma podporovali v priebehu celého štúdia.

## **ABSTRAKT**

HOMOLOVÁ, Katarína: *Aplikácia konceptov Planetárnych medzí a Prahov zlomu ekosystému Zeme v rámci environmentálnych politík*. – Ekonomická univerzita v Bratislave. Fakulta medzinárodných vzťahov; Katedra medzinárodných ekonomických vzťahov a hospodárskej diplomacie. – Vedúci záverečnej práce: Ing. Mikuláš Černota, PhD. – Bratislava: FMV EU, 2019, 78s.

Cieľom diplomovej práce je upriamiť pozornosť na komplexnosť ekosystému Zeme a zároveň nájsť spôsob aplikácie vedeckých konceptov Planetárnych medzí a Prahov zlomu, ktoré túto komplexnosť rešpektujú, ako východísk pre prijímanie politických environmentálnych stratégií. Práca je rozdelená do troch kapitol. V úvodnej časti prezentujeme podstatu konceptov Planetárnych medzí a Prahov zlomu a charakterizujeme jednotlivé subsystemy ekosystému Zeme pričom identifikujeme ich kritické hodnoty. V rámci druhej kapitoly zisťujeme rozsah súčasnej aplikácie princípov Planetárnych medzí v medzinárodných dohovoroch a zmluvách o životnom prostredí a súčasne rozsah aktuálnej aplikácie konceptu Prahov zlomu v rámci národných a regionálnych environmentálnych politík. Výskumom demonštrujeme existenciu priestoru pre aplikáciu konceptov a odvodzujeme model ich aplikácie. Na záver, v rámci tretej kapitoly, demonštrujeme potenciálny úspech nášho modelu prostredníctvom prípadových štúdií aplikácií konceptu Prahov zlomu v konkrétnych adaptačných opatreniach na regionálnej a národnej úrovni. Prípadové štúdie ako aj výsledky výskumu zároveň dokazujú, že aplikáciou konceptov Planetárnych medzí, resp. Prahov zlomu do environmentálnych politík môžeme dosiahnuť efektívnejšie riadenie globálnych ekosystémových zmien.

**Kľúčové slová:** Planetárne medze, Prahov zlomu, kritické hodnoty, environmentálne politiky

## **ABSTRACT**

HOMOLOVÁ, Katarína: *Application of Planetary Boundaries and Tipping Elements of the Earth System within Environmental Policies*. – University of Economics in Bratislava. Faculty of International Relations; Department of International Economic Relations and Economic Diplomacy. – Thesis Supervisor: Ing. Mikuláš Černota, PhD. – Bratislava: FMV EU, 2019, 78p.

The aim of the Master's thesis is to turn the attention to the complexity of the Earth's system and at the same time to find a way of application of the scientific concepts of Planetary Boundaries and Tipping Elements which respect this complexity that would form a scientific basis for the environmental strategy decision making. The paper is divided into three chapters. At the beginning Planetary Boundaries and Tipping Elements concepts are presented and particular ecosystems of the Earth system are characterized together with the identification of the corresponding critical values. Within the second chapter we analyse the extent of the current state of the Planetary Boundaries principles application within the international agreements on environment and at the same time we analyse the extent of the current state of the Tipping Elements application within national and regional environmental policies. By this research we demonstrate the opportunity of the concepts application and we derive the model of this application. At the end within the third chapter, the potential success of our model is demonstrated by the three case studies on application of the Tipping Elements in particular adaptation measures on regional and national level. The case studies as well as the results of our research prove that by the application of Planetary Boundaries and Tipping Elements within environmental policies, we can reach more effective management of the global ecosystem changes.

**Key words:** Planetary Boundaries, Tipping Elements, critical thresholds, environmental policies

# OBSAH

ZOZNAM SKRATIEK.....	9
ÚVOD.....	11
CIEĽ PRÁCE, METODIKA PRÁCE A METÓDY SKÚMANIA.....	13
1 KONCEPT PLANETÁRNYCH MEDZÍ A PRAHOV ZLOMU.....	15
1.1 Charakteristika konceptu Planetárnych medzí.....	16
1.1.1 Vymedzenie planetárnych hraníc.....	18
1.2 Kvantifikácia procesov planetárnych medzí.....	20
1.2.1 Klimatické zmeny.....	20
1.2.2 Integrita biosféry.....	20
1.2.3 Biogeochemický tok dusíka a fosforu.....	21
1.2.4 Stenčovanie stratosférického ozónu.....	21
1.2.5 Okysľovanie oceánov.....	22
1.2.6 Využívanie svetových zásob pitnej vody.....	22
1.2.7 Zmeny vo využívaní pôdy.....	23
1.2.8 Uvádzanie nových chemických látok.....	23
1.2.9 Zaťaženie prostredia aerosólmi.....	24
1.3 Prepojenie a hierarchia globálnych a regionálnych subsystémov Zeme.....	25
1.4 Charakteristika konceptu Prahov zlomu.....	26
1.4.1 Vymedzenie oblastí tipping elements.....	27
1.5 Kvantifikácia prahov zlomu.....	29
1.5.1 Arktická letná ľadovcová vrstva.....	30
1.5.2 Grónsky kontinentálny ľadovec.....	30
1.5.3 Západný antarktický ľadovec.....	31
1.5.4 Atlatické termohalínne prúdenie.....	32
1.5.5 Kolísanie El Niño.....	32
1.5.6 Indický letný monzún.....	33
1.5.7 Sahara/Sahel a západoafrický monzún.....	33
1.5.8 Amazonský dažďový prales.....	34
1.5.9 Boreálny les.....	34
2 ADAPTÁCIA A MITIGÁCIA AKO ZÁKLAD TRVALEJ UDRŽATEĽNOSTI.....	36
2.1 Mitigačné politiky a koncept Planetárnych medzí.....	36
2.2 Medzinárodné politické kroky smerujúce ku globálnej trvalej udržateľnosti.....	37
2.2.1 Agenda 2030.....	38

2.3	Medzinárodné dohovory o životnom prostredí a Planetárne medze .....	39
2.4	Adaptačné politiky a koncept Prahov zlomu .....	43
2.5	Regionálne a národné adaptačné politické kroky smerujúce k udržateľnosti .....	45
2.6	Matica scenárov ako základ pre politické rozhodovanie .....	47
2.6.1	Reprezentatívne smery vývoja koncentrácií (RCPs) .....	48
2.6.2	Spoločné socioekonomické scenáre (SSPs).....	51
2.7	Národné adaptačné stratégie, národné adaptačné plány a koncept Prahov zlomu	54
3	PRÍPADOVÉ ŠTÚDIE ADAPTAČNÝCH POLITÍK ZAHŔŇAJÚCICH PRAHY ZLOMU .....	61
3.1	Protipovodňová ochrana Rotterdamského prístavu .....	62
3.2	Program znovuuvedenia lososov v rieke Rýn .....	64
3.3	Produkcia vína v Toskánsku .....	65
	ZÁVER .....	68
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....	71
	ZOZNAM PRÍLOH.....	i

## ZOZNAM SKRATIEK

AOD	Hĺbka aerosólovej vrstvy
BII	Index nedotknuteľnosti biodiverzity
CLRTAP	Dohovor o znečisťovaní ovzdušia s diaľkovým dosahom presahujúcim hranice štátov
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
DU	Dobsonova jednotka
EEA	Európska environmentálna agentúra
EÚ	Európska únia
GHGs	Skleníkové plyny
IAM	Integrované hodnotiace modely
IPCC	Medzivládny panel o zmene klímy
LULUCF	Využívanie pôdy, zmeny vo využívaní pôdy a lesníctvo
MDGs	Miléniové rozvojové ciele
MŽP	Ministerstvo životného prostredia
N	Dusík
NAP	Národný adaptačný plán
NAS	Národná adaptačná stratégia
NGOs	Mimovládne organizácie
O <sub>3</sub>	Ozón
OSN	Organizácia Spojených národov
OSPAR	Konvencia pre ochranu morského životného prostredia v severovýchodnom Atlantiku
P	Fosfor
RCPs	Reprezentatívne smery vývoja koncentrácií
REDD+	Program Organizácie Spojených národov pre znižovanie emisií z odlesňovania a degradácie lesov
SDGs	Ciele trvalo udržateľného rozvoja
SSPs	Spoločné socioekonomické scenáre
UNCLOS	Dohovor Organizácie Spojených národov o morskom práve
UNECE	Hospodárska komisia OSN pre Európu

UNFCBD	Rámcový dohovor Organizácie Spojených národov o biologickej diverzite
UNFCCC	Rámcový dohovor Organizácie Spojených národov o zmene klímy
UNFCCD	Rámcový dohovor Organizácie Spojených národov o boji proti dezertifikácii
WHO	Svetová zdravotnícka organizácia
WWF	Svetový fond na ochranu prírody

## ÚVOD

„*Problémy, ktorým čelíme nemôžu byť vyriešené na rovnakej úrovni myslenia, na akej vznikli.*“ Tieto slová vyslovil na začiatku 20. storočia jeden z najvýznamnejších vedcov, Albert Einstein a jeho myšlienka rezonuje dodnes. Na začiatku 21. storočia sa ocitáme vo svete, ktorý čelí environmentálnym problémom akými sú globálne otepľovanie, klimatické zmeny, šieste hromadné vymieranie živočíchov či okysľovanie oceánov alebo nekontrolovateľné znečisťovanie morí a ovzdušia. Je nepochybné, že súčasná degradácia životného prostredia je problémom medzinárodného spoločenstva, ako to je tiež aj nástrojom pre zmenu k trvalo udržateľnému rozvoju. Riadiť komplexnú sústavu ekosystémov Zeme, ktorá sa pod nátlakom ľudských aktivít stala zraniteľnou, si ale vyžaduje nový systém plánovania rešpektujúci možné budúce dôsledky zmien v ekosystémoch. Takýto systém by mal byť schopný predchádzať negatívnym vplyvom či už na samotné životné prostredie alebo na spoločnosť, avšak tiež by mal byť schopný flexibilne reagovať v prípade, že zmeny už nastali.

V tejto diplomovej práci preto prezentujeme nové koncepty Planetárnych medzí a Prahov zlomu vymedzujúce kritické hodnoty premenných jednotlivých procesov ekosystému Zeme a konkrétnych oblastí podliehajúcich týmto procesom, ktorých prekročenie predpokladá zmenu. V kontexte environmentálnych politík môže kvantifikácia kritických hodnôt, ktoré nesmú byť prekročené, následne slúžiť ako východisko pre prijímanie potrebných politických opatrení. Tému aplikácie dvoch doposiaľ prevažne neznámych konceptov v rámci environmentálnych politík sme si vybrali z dôvodu narastajúceho politického skepticizmu vyvolaného predpokladmi o neúspechu súčasných cieľov environmentálnych politík ako aj pochybnosťami o úspechu multilaterálnej diplomacie ako nástroja medzinárodných klimatických rokovaní. V diplomovej práci preto prinášame nový model fungovania globálnych a národných environmentálnych politík, vychádzajúci z vedeckého základu konceptov Planetárnych medzí a Prahov zlomu. Tento model využíva počítačové scenáre potenciálneho vývoja, ktoré dokážu predpokladať kedy k prekročeniu kritickej hodnoty dôjde a teda kedy je nevyhnutné reagovať na zmenu politickými opatreniami.

Diplomová práca pozostáva z troch kapitol. V rámci prvej kapitoly charakterizujeme samotné koncepty Planetárnych medzí a Prahov zlomu, determinujeme ich kritické hodnoty a analyzujeme celistvosť a prepojenosť globálnych a regionálnych

ekosystémov Zeme. Chápanie komplexnosti Zemského ekosystému je kľúčové pre prijímanie politík reagujúcich na zmeny v súlade s koncepciou trvalej udržateľnosti a rešpektujúcich rozvoj v rámci možností našej planéty. Otázku realizovateľnosti cieľov harmonizovaných s vedeckými koncepciami Planetárnych medzí a Prahov zlomu rozoberáme v druhej kapitole. V rámci druhej kapitoly tiež zisťujeme do akej miery existujúce globálne dohovory a národné environmentálne politiky v súčasnosti už odzrkadľujú kritické oblasti ekosystému Zeme akými sú Planetárne medze a Prahy zlomu. Za týmto účelom sme uskutočnili výskum založený na sémantickej analýze a porovnávaní medzinárodných dohôd a národných environmentálnych stratégií s prioritami koncepcií. Podstatou výskumu je zistiť či v rámci jednotlivých politík existuje priestor pre aplikáciu konceptov. V poslednej, tretej kapitole, nakoniec prezentujeme tri prípadové štúdie adaptačných politík zahŕňajúcich adaptačné prahy zlomu, ktorými demonštrujeme eventuálnu úspešnosť implementácie nášho modelu.

## CIEĽ PRÁCE, METODIKA PRÁCE A METÓDY SKÚMANIA

Cieľom záverečnej práce je upriamiť pozornosť na komplexnosť ekosystému Zeme a súčasne nájsť spôsob aplikácie vedeckých konceptov Planetárnych medzí a Prahov zlomu, ktoré túto komplexnosť rešpektujú, ako východísk pre prijímanie politických stratégií. Za týmto účelom sme si stanovili dve výskumné otázky, nakoľko obe koncepcie v kontexte aplikácie do politík prejavujú špecifické osobitosti. Prvá nadväzuje na koncept Planetárnych medzí a pýta sa či existuje priestor pre aplikáciu princípov Planetárnych medzí ako mitigačného konceptu v rámci medzinárodných dohovorov. Druhou výskumnou otázkou sa snažíme zistiť či existuje priestor pre aplikáciu princípov Prahov zlomu ako adaptačného konceptu v rámci národných adaptačných stratégií, resp. adaptačných plánov. Zároveň sme si stanovili hypotézu, že *environmentálne politické stratégie vychádzajúce z konceptov Planetárnych medzí, resp. Prahov zlomu sú efektívnejšie ako súčasné priamočiare politiky*. So zámerom potvrdenia, resp. vyvrátenia tejto hypotézy je potrebné analyzovať priority súčasných globálnych, regionálnych a národných politík.

Informácie použité pre potrebu spracovania témy práce sú čerpané z adekvátne odborných zdrojov. Kvôli vysokej odbornosti a súčasnosti konceptov sme ťažili najmä z článkov odborných vedeckých časopisov, hodnotiacich správ, oficiálnych webových stránok a databáz medzinárodných organizácií, európskych inštitúcií a národných vlád, platných textov medzinárodných zmlúv, rezolúcií či nariadení ako aj z osobnej e-mailovej komunikácie s jednotlivými ministerstvami životného prostredia. Najmä v rámci charakteristiky konceptov sme pracovali s informáciami z pôvodne publikovaných článkov samotných autorov, profesora environmentálnych vied Štokholmskej univerzity a Postupimskej univerzity, *Johana Rockströma*, riaditeľa Štokholmského rezilienčného centra a riaditeľa Postupimského inštitútu pre výskum vplyvov klímy a profesora Univerzity v Exeter, *Timothy M. Lentona*, riaditeľa Inštitútu globálnych systémov. Koncepty profesorov Rockströma a Lentona, ktoré sú východiskom našej záverečnej práce, boli publikované formou vedeckých článkov v odborných časopisoch *Nature*, *Science*, *Ecology and Society* a *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *PNAS*. Vo výskumnej časti práce sme pri analýzach a porovnaníach využívali informácie z platných medzinárodných dohovorov a rezolúcií akými sú *Parižska dohoda*, *Montrealský protokol*, *UNCLOS*, *UNFCCC*, *UNFCCD*, *UNF CBD* či *SDGs* a materiály poskytnuté prostredníctvom e-mailovej osobnej komunikácie s *ministerstvami*

životného prostredia Českej republiky, Fínska, Holandska, Nemecka, Nórska, Slovenska a Španielska. V zvyšných častiach práce sme spracúvali informácie a údaje z odborných článkov vedeckých časopisov *Nature*, *Science*, *Ecology and Society*, *Climatic Change*, *Environmental Conservation* alebo *Global Environmental Change*, taktiež z oficiálnych webových stránok a databáz *OSN*, *IPCC*, *IISD*, *Európskej komisie*, *Európskej environmentálnej agentúry*, oficiálnych stránok národných vlád jednotlivých krajín a stránok organizácií ako *SHMÚ* či *Royal Meteorological Society*. Na doplnenie informácií sme pracovali tiež s poznatkami získanými v rámci online prednášok profesora Rockströma a prednášok profesorov na univerzite *Sciences Po* v Paríži.

V priebehu písania práce sme využili niekoľko metód vedeckého skúmania a prostredníctvom dedukcie sme pracovali s údajmi získanými z vyššie identifikovaných zdrojov. V teoretickej časti prvej kapitoly sme pomocou deskriptívnej metódy analýzy obsahu a kontextuálnej analýzy charakterizovali koncept a jednotlivé elementy procesov Planetárnych medzí a Prahov zlomu. Následne sme kvantifikovali kritické hodnoty prislúchajúce konkrétnym procesom a oblastiam ekosystému Zeme. Deskriptívnou analýzou nasledovanou syntézou sme tiež vysvetlili princíp zostavovania scenárov vývoja dôležitých pre politické rozhodovanie. V druhej, praktickej časti sme aplikovali sémantickú analýzu a komparáciu s cieľom výskumu aplikácie princípov Planetárnych medzí v rámci medzinárodných dohovorov a zmlúv o životnom prostredí. Taktiež sme uskutočnili prieskum aktuálnej aplikácie konceptu Prahov zlomu v rámci národných adaptačných politík prostredníctvom e-mailovej komunikácie stanovením otázok týkajúcich sa konceptu a jeho aplikácie. Na záver sme demonštrovali eventuálnu úspešnosť nášho modelu prostredníctvom metódy prípadových štúdií aplikácií konceptu Prahov zlomu v konkrétnych adaptačných opatreniach na regionálnej a národnej úrovni.

# 1 KONCEPT PLANETÁRNYCH MEDZÍ A PRAHOV ZLOMU

Posledných vyše 11 tisíc rokov sa Zem nachádzala vo výnimočne stabilnom geologickom období Holocénu, vďaka ktorému sa na planéte vyvinuli ustálené podmienky pre život a ekosystém aký poznáme dnes.<sup>1</sup> V priebehu ostatných desaťročí však vedecká komunita vo svetových ekosystémoch zaznamenáva zmeny, u ktorých je zrejmé, že sú zapríčinené ľudskou činnosťou.<sup>2</sup> Stenčovanie ozónovej vrstvy a klimatické zmeny sú dvomi oblasťami týchto zmien, na ktoré sa už v súčasnosti podarilo upriamiť medzinárodnú pozornosť. Pri najkritickejších hodnotách poklesu ozónovej vrstvy na 40 – 50 % pred podpisom Montrealského dohovoru<sup>3</sup> a pri 1,0 °C priemernom náraste globálnej teploty v roku 2017<sup>4</sup>, v porovnaní s pred-industriálnym obdobím, medzinárodná vedecká komunita varovala pred možným rizikom náhlych a nepredvídateľných zmien v ekosystéme Zeme.<sup>5</sup> Vďaka Montrealskému dohovoru obmedzujúcemu používanie konkrétnych plynov<sup>6</sup> prijatému v roku 1987 síce prišlo k zaceleniu ozónovej diery, klimatické zmeny sú ale omnoho komplexnejším problémom a preto je ich ťažšie vyriešiť na úrovni súčasných environmentálnych politík. Nie je však náhodou, že prejavy klimatických zmien pozorujeme od obdobia spätého so vznikom ozónovej diery. Podľa štúdií Medzivládneho panelu o zmene klímy (IPCC) totiž o. i. aj strata ozónovej vrstvy spôsobená halokarbónmi prispela k pozitívnemu radiačnému žiareniu o 0,33 W/m<sup>2</sup> v období od roku 1750 do roku 2000.<sup>7</sup> Je teda zrejmé, že jednotlivé oblasti životného prostredia sú vnútorne úzko prepojené, tvoriace ucelený systém a preto k nim nemôžeme naďalej pristupovať individuálne. Trvalo udržateľný rozvoj je cieľným, dlhodobým a komplexným procesom, pre ktorého dosiahnutie je nevyhnutné vnímať ekosystémy Zeme komplexne. Vymedzenie a kvantifikácia tzv. planetárnych hraníc, ktoré nesmú byť prekročené, by mohlo napomôcť pri predchádzaní náhlym environmentálnym zmenám

---

<sup>1</sup> STEFFEN, Will et. al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: *Science*. Washington, DC : AAAS, 2015. Vol. 347, Issue 6223, p. 1. ISSN 0036-8075.

<sup>2</sup> IPCC AR5. 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of WG I, II and III to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Geneva: IPCC, 2014. p. 13. ISBN 978-92-9169-143-2.

<sup>3</sup> IPCC. IPCC Special report: Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p. 85.

<sup>4</sup> IPCC. Special Report: Global Warming of 1.5C. Geneva: IPCC, 2018. 538pp. ISBN 978-92-9169-151-7

<sup>5</sup> IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Geneva: IPCC, 2007.

<sup>6</sup> Konkrétne Montrealský protokol reguluje používanie halokarbónov: CFC, HCFC, chlórkarbónov, brómkarbónov a halónov.

<sup>7</sup> IPCC. IPCC Special report: Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. p.86.

spôsobených ľudskou činnosťou. V nasledujúcich troch kapitolách preto prezentujeme nový koncept Planetárnych medzí (*Planetary Boundaries*) a Prahov zlomu (*Tipping Points*), ktoré rešpektujú ucelenosť ekosystémov Zeme a súčasne odporúčame spôsob ich aplikácie do medzinárodných environmentálnych politík.

## 1.1 Charakteristika konceptu Planetárnych medzí

Globálne zmeny v ekosystémoch Zeme sú úzko prepojené a regulované spleťou kombináciou regionálnych environmentálnych procesov – a *vice versa*.<sup>8</sup> Ak máme pochopiť globálne ekosystémové procesy je nutné porozumieť ich vzájomnému pôsobeniu a spätnej väzbe medzi prvkami naviazaných systémov nižšieho priestorového a časového rozsahu. Koncept planetárnych medzí nadväzuje na tieto biofyzikálne subsystémy resp. procesy a s rozsahom dnešných poznatkov o ich fungovaní definuje „bezpečný priestor“ pre ľudský rozvoj pri zachovaní ekosystémov Zeme<sup>9</sup>, t. j. pre udržateľný rozvoj. Podľa hlavného autora konceptu planetárnych medzí, Johanna Rockströma, existuje deväť environmentálnych procesov, pre ktoré je nutné definovať hranicu, prekročenie ktorej by vyvolalo pre život na Zemi neakceptovateľné zmeny či už v krátkodobom alebo dlhodobom období. Týmito procesmi sú:

1. klimatické zmeny,
2. integrita biosféry (strata biodiverzity),
3. biogeochemický tok dusíka a fosforu,
4. stenčovanie stratosférického ozónu,
5. okysľovanie oceánu,
6. využívanie svetových zásob pitnej vody,
7. zmeny vo využívaní pôdy,
8. uvádzanie nových chemických látok a
9. zaťaženie prostredia aerosólmi.<sup>10 11</sup>

Nasledujúca schéma zobrazuje subsystémy definované Rockströmom ako planetárne medze. Vnútorý zelený kruh predstavuje návrh bezpečného priestoru pre aktivity spojené s ľudským rozvojom. Žltá a červená farba predstavujú prekročenie

---

<sup>8</sup> Planetary Boundaries Research Network. Conceptualizing & Developing Boundaries. [online]. [cit. 2018-10-20]. Dostupné na: <http://www.pb-net.org/research/conceptualize>

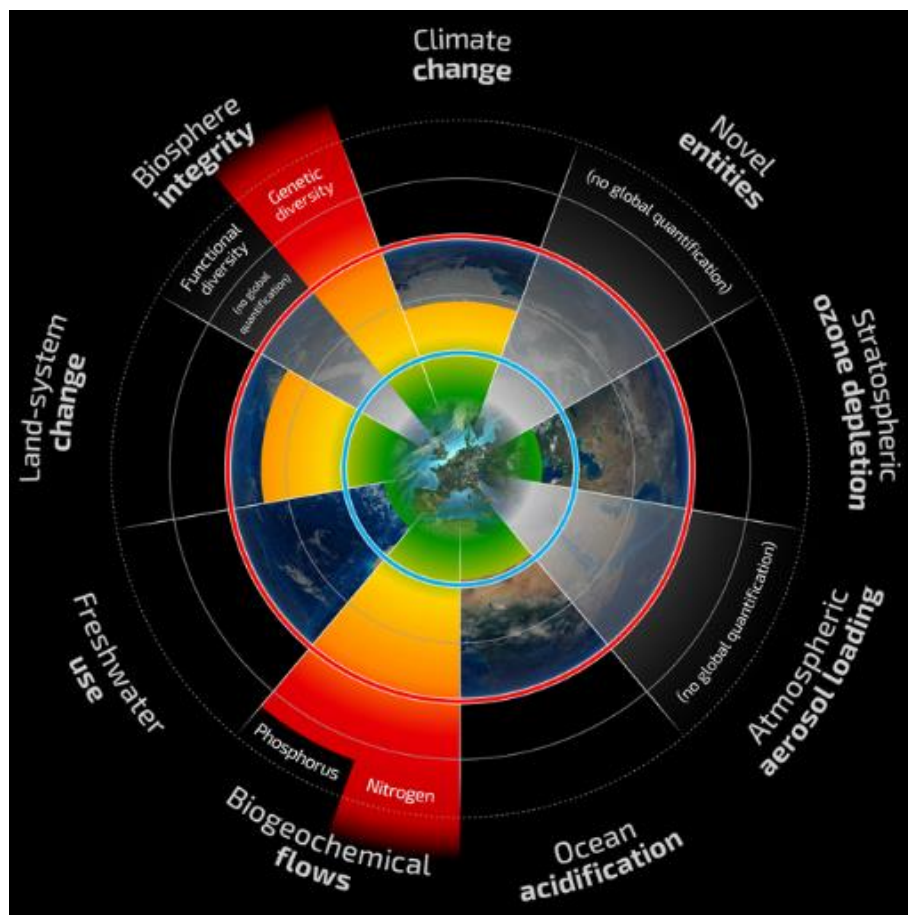
<sup>9</sup> ROCKSTRÖM, Johan et.al. A safe operating space for humanity. [online]. V *Nature*. London: Nature Research, 2009, vol. 461, no. 7263, pp. 472-475 [cit. 2018-10-20]. ISSN 1476-4687. Dostupné na: <https://www.nature.com/articles/461472a>

<sup>10</sup> Ibid.

<sup>11</sup> Jednotlivé procesy budú detailnejšie rozobrané v podkapitole 1.2 a Prílohe A.

planetárnej hranice, pričom žltá reprezentuje zónu neistoty – stúpajúce riziko možných nelineárnych zmien a červenou farbou je znázornená zóna vysokého rizika. Súčasný stav jednotlivých procesov je vyčíslený pomocou príslušných premenných.<sup>12</sup> Na základe schémy môžeme pozorovať, že hranice štyroch systémov, klimatické zmeny, integrita biosféry, biogeochemické toky dusíka a fosforu a zmeny vo využívaní pôdy, už boli prekročené.

**Schéma 1:** Procesy konceptu planetárnych medzí a ich súčasný stav.



Zdroj: STEFFEN, W. et al. 2015. Planetary Boundaries. V: *Science*.

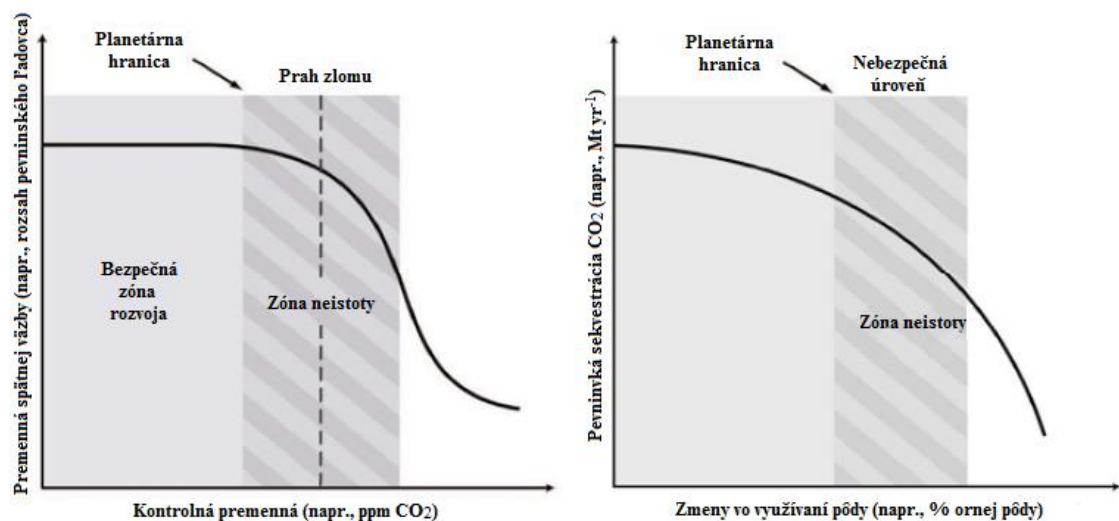
Niektoré ekosystémy Zeme síce reagujú plynule a relatívne predvídateľne na meniace sa podmienky, avšak tieto sú skôr výnimkou. Väčšina ekosystémov Zeme má nelineárnu, často náhlu a neočakávanú odozvu. Tieto ekosystémy sú špecificky citlivé pri určitých hodnotách premennej blížiacich sa k tzv. hranici, resp. prahu (*threshold*).<sup>13</sup>

<sup>12</sup> STEFFEN, Will et al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: *Science*. Washington, DC : AAAS, 2015. Vol. 347, Issue 6223, p.736 – 746. ISSN 0036-8075.

<sup>13</sup> ROCKSTRÖM, Johan et al. A safe operating space for humanity. [online]. V *Nature*. London: Nature Research, 2009, vol. 461, no. 7263, pp. 472-475 [cit. 2018-10-20]. ISSN 1476-4687. Dostupné na: <https://www.nature.com/articles/461472a>

*Threshold* môže byť definovaný ako „nelineárny prechod, zmena vo fungovaní kompaktného ľudsko-environmentálneho systému“<sup>14</sup> ako napríklad už spomínané zrýchlenie globálneho otepľovania spôsobené úbytkom ozónovej vrstvy alebo náhly ústup arktického ľadovca vyvolaný antropogénnym globálnym otepľovaním (pozri Graf 1a). Väčšina prahov v koncepte planetárnych hraníc je definovaná kritickou hodnotou jednej alebo viacerých premenných. Napríklad v prípade topenia arktického ľadovca vyvolaného procesom klimatickej zmeny je premennou koncentrácia oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) spolu so zmenou v radiačnom žiarení. Nie vo všetkých subsystemoch Zeme ale existuje konkrétna hodnota tohto prahu, avšak narušenie odolnosti týchto procesov ľudskou činnosťou môže na druhej strane zvýšiť riziko prekročenia prahu v inom, závislom procese.<sup>15</sup> Napríklad degradácia pôdy vyvolaná zmenou vo využívaní pôdy môže spôsobiť prekročenie prahu v procese klimatickej zmeny, nakoľko môže byť znížená schopnosť sekvestrácie CO<sub>2</sub> pri premene oblasti z lesného porastu na poľnohospodársku pôdu (pozri Graf 1b).

**Graf 1a, 1b:** Konceptný náčrt planetárnych medzí.



Zdroj: ROCKSTRÖM, J. et al. 2009. Planetary Boundaries. V *Ecology and Society*.

### 1.1.1 Vymedzenie planetárnych hraníc

Planetárne medze (planetary boundaries) na rozdiel od prahov zlomu (thresholds) sú konkrétne hodnoty jednotlivých premenných určených v „bezpečnej“ vzdialenosti od

<sup>14</sup> ROCKSTRÖM, Johan et al. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. In *Ecology and Society*. Canada: Resilience Alliance, 2009, vol. 14, no. 2, 32p. ISSN 1708-3087.

<sup>15</sup> ROCKSTRÖM, Johan et al. A safe operating space for humanity. [online]. V *Nature*. London: Nature Research, 2009, vol. 461, no. 7263, pp. 472-475 [cit. 2018-10-20]. ISSN 1476-4687. Dostupné na: <https://www.nature.com/articles/461472a>

ich globálneho prahu, resp. nebezpečnej úrovne pre procesy, ktoré nedisponujú konkrétnym prahom (pozri Graf 1a a 1b). Pozíciu planetárnych hraníc, na rozdiel od prahov zlomu určených vedeckými výpočtami, determinuje normatívny úsudok<sup>16</sup>. Kritériá pre stanovenie a vymedzenie planetárnych hraníc teda podľa Rockströma zohľadňujú a) čo je v skutočnosti neprijateľná environmentálna zmena spôsobená ľudskou činnosťou, b) úroveň rizika, ktoré je medzinárodná spoločnosť ochotná podstúpiť, resp. ako dlho a do akej miery je ochotná približovať sa k prahu zlomu, c) odolnosť dotknutých spoločenskí (napríklad malých ostrovných štátov), ako aj d) časové ohraničenie, v rámci ktorého prijaté rozhodnutia môžu ovplyvniť či dôjde alebo nedôjde k prekročeniu prahu zlomu. Výber kontrolnej premennej je naopak založený na posúdení takých premenných, ktoré poskytujú čo najkomplexnejší agregatívny a merateľný parameter pre jednotlivé planetárne hranice.<sup>17</sup>

Planetárna hranica je teda umiestnená tak, aby predchádzala prekročeniu kritického prahu, ktorý je začiatkom zmeny v globálnom ekosystéme Zeme.<sup>18</sup> Vzhľadom na súčasné nedostatočné vedecké poznatky o samotnej povahe biofyzikálnych prahov, neistote v tom ako sa komplexné Zemské ekosystémy správajú, ako mechanizmus spätnej väzby ovplyvňuje prvotné premenné a neistote späťou s časovým rozpätím, existuje v koncepte planetárnych medzí tzv. zóna neistoty pokrývajúca možnú odchýlku prahu zlomu (pozri Graf 1a a 1b). Považa a veľkosť tejto odchýlky je samozrejme kritická pri určovaní exaktnej polohy konkrétnej planetárnej hranice. Aby sa predišlo akémukoľvek riziku spojenému s prekročením prahu zlomu, Rockström a kol. definujú pozíciu bezpečnej hranice v mieste najnižšej hodnoty zóny neistoty (pozri Graf 1a a 1b). Zároveň pozícia každej planetárnej hranice predpokladá neprekročenie hranice iného planetárneho procesu.<sup>19</sup> Jednotlivé ekosystémy sú totižto na seba úzko naviazané a ak by prišlo k prekročeniu jednej hranice, potom môže prísť nielen k transformácii primárneho systému, ale aj k ďalším s ním zviazanými, s negatívnymi až katastrofálnymi dôsledkami pre človeka.

---

<sup>16</sup> Normatívny úsudok je druh psychologického odovzdania sa, ale je nejasné akému presvedčeniu. Niektorí ho chápu ako dôveru v osobitý normatívny obsah, iní ako určitý druh túžby; resp. ako spojenie oboch presvedčení. Považa normatívneho úsudku je široko spochybňovaná.

<sup>17</sup> ROCKSTRÖM, Johan et al. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. In *Ecology and Society*. Canada: Resilience Alliance, 2009, vol. 14, no. 2, 32p. ISSN 1708-3087.

<sup>18</sup> ROCKSTRÖM, Johan. Let the environment guide our development [video]. TED Global 2010, 2010. [cit. 2018-10-21]. Dostupné na: [https://www.ted.com/talks/johan\\_rockstrom\\_let\\_the\\_environment\\_guide\\_our\\_development](https://www.ted.com/talks/johan_rockstrom_let_the_environment_guide_our_development)

<sup>19</sup> ROCKSTRÖM, Johan et al. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. In *Ecology and Society*. Canada: Resilience Alliance, 2009, vol. 14, no. 2, 32p. ISSN 1708-3087.

## 1.2 Kvantifikácia procesov planetárnych medzí

(Prehľadná schéma jednotlivých planetárnych procesov spolu s konkrétnym vyčíslením planetárnej hranice, zvolenou premennou a aktuálnym stavom je priložená v prílohách.)

### 1.2.1 Klimatické zmeny

Globálne otepľovanie alebo klimatické zmeny sú označenia pre spleť a nie celkom objasnený proces, ktorého výsledkom je nárast priemernej teploty svetového oceánu a atmosféry v mierke celej planéty. Proces klimatických zmien je závislý od dvoch premenných, atmosférickej koncentrácie CO<sub>2</sub> (ppmv) a radiačného žiarenia (W/m<sup>2</sup>).<sup>20</sup> Konkrétny výpočet klimatickej hranice je kvôli možným nedostatkom súčasných klimatických modelov založený aj na zohľadnení historických dát a súčasných dôkazov o prebiehajúcich zmenách. Vymedzenie hranice, na rozdiel od súčasných klimatických predikcií, rešpektuje kritický efekt zosilňovania spätnej väzby jednotlivých ekosystémov, ktoré v dlhodobom období dodatočne zrýchľujú otepľovanie ako napríklad znižovanie albeda pri roztápaní ľadovcov. Historickým predpokladom pre vymedzenie klimatickej hranice sú paleoklimatické dáta, ktoré dokazujú úplné roztopenie svetových ľadovcov pri hodnotách 450 ppmv (±100 ppmv). V neposlednom rade, tretím predpokladom sú už v súčasnosti pozorovateľné dôkazy zmien, ktoré nastávajú v niektorých subsystémoch Zeme. Na základe týchto podmienok bola klimatická hranica antropomorfného zvýšenia koncentrácie CO<sub>2</sub> stanovená na 350 ppmv CO<sub>2</sub> a hodnota radiačného žiarenia na 1 W/m<sup>2</sup> v porovnaní s predindustriálnymi hodnotami.<sup>21</sup> Súčasnú hodnotu vykazujú 390 ppmv CO<sub>2</sub> a 1.5 W/m<sup>2</sup>, čo znamená, že proces klimatických zmien už prekročil svoju „bezpečnú“ planetárnu hranicu a za jeden z prvých dôsledkov môžeme považovať prekročenie prahu zlomu miery úbytku letného arktického ľadu, ktorý už môžeme považovať za nezvratný.<sup>22</sup>

### 1.2.2 Integrita biosféry

Narúšanie celistvosti biosféry v dôsledku ľudskej činnosti spôsobuje najmä rapidný nárast dopytu po pitnej vode, potrave a prírodných zdrojoch. Nadmerné vykorisťovanie

---

<sup>20</sup> STEFFEN, Will et al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: *Science*. Washington, DC : AAAS, 2015, vol. 347, Issue 6223, p.736 – 746. ISSN 0036-8075.

<sup>21</sup> ROCKSTRÖM, Johan et al. A safe operating space for humanity. [online]. In *Nature*. London: Nature Research, 2009, vol. 461, no. 7263, pp. 472-475 [cit. 2018-10-26]. ISSN 1476-4687. Dostupné na: <https://www.nature.com/articles/461472a>

<sup>22</sup> Stockholm Resilience Centre. [s.a.]. The nine planetary boundaries. [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné na: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/planetary-boundaries/about-the-research/the-nine-planetary-boundaries.html>

týchto prírodných zdrojov podnecuje proces straty biodiverzity a vedie k zmenám v tzv. službách ekosystému a rozsahu, v akom sú nám prirodzene poskytované. Keďže doposiaľ neexistujú dáta, z ktorých by sa dala odvodiť kvalitatívne korektnejšia premenná, planetárnu hranicu pre proces integrity biosféry bude zatiaľ predpokladať miera úhynu organizmov (vyjadrená v počte uhynutých druhov na milión druhov/rok) a tzv. index nedotknuteľnosti biodiverzity<sup>23</sup> (Biodiversity Intactness Index, BII) vyjadrený v percentách. V súčasnosti neexistujú empirické poznatky o úrovni straty biodiverzity, ktorá by bola rizikovou a zároveň existujú len obmedzené štúdie o aktuálnych hodnotách BII a jeho vzťahu k ekosystému Zeme. Hodnoty planetárnych hraníc integrity biosféry preto odzrkadľujú túto skutočnosť a stanovujú prvú z premenných na počet 10 vyhynutých organizmov na milión druhov za rok a BII na predbežnú hodnotu 90 %, s rozmedzím neistoty od 90 % - 30 %.<sup>24</sup>

### 1.2.3 Biogeochemický tok dusíka a fosforu

Dusík a fosfor sú dva prvky, ktoré každá rastlina potrebuje pre svoj rast. Oba sa prirodzene vyskytujú v pôde, avšak ich umelou transformáciou do podoby postrekov a hnojív a nadmernému používaniu dochádza k odplavovaniu ich prebytku z polí a následnému znečisťovaniu riek (na regionálnej úrovni) a oceánov (globálna úroveň). Ku kritickým hodnotám koncentrácie N a P dochádza, ale iba na relatívne malých územiach kde ako dôsledok prichádza k úhynu riečnej biodiverzity, resp. premnoženiu rias Algae a následnému dodatočnému poklesu biodiverzity.<sup>25</sup> Hraničnými hodnotami pre tok fosforu sú 11 Tg P/rok pri odplavovaní z riek do oceánu (globálna úroveň) a hodnota 6,2 Tg P/rok v samotných postrekoch vypustených do pôdy (regionálna úroveň). Pre N je to všeobecne globálne hodnota 62 Tg N/rok. Pre biogeochemický tok N a P je však dôležité poznamenať, že redistribúcia N a P na rozlohou väčšie územia by mohla rapídne zvýšiť globálnu produkciu plodín pri súčasnom znížení miery procesu biogeochemického toku dusíka a fosforu na regionálnej úrovni.<sup>26</sup>

### 1.2.4 Stenčovanie stratosférického ozónu

<sup>23</sup> Biodiversity Intactness Index vyhodnocuje zmenu vo veľkosti populácie vyvolanú ľudskou činnosťou (napr. využívaním pôdy pre poľnohospodárske účely) v konkrétnych biómoch. Rozmedzie indexu smeruje od 100% (veľkosť populácie rovná predindustriálnej úrovni) k nižším hodnotám, odrážajúcim mieru modifikácie populácie človekom. BII môže nadobudnúť aj hodnotu vyššiu ako 100%.

<sup>24</sup> STEFFEN, Will et al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: *Science*. Washington, DC : AAAS, 2015, vol. 347, Issue 6223, p.736 – 746. ISSN 0036-8075.

<sup>25</sup> ABBADIE, Luc. Ecological Science and Nature Based Solutions. [prednáška]. Paríž: Sciences Po, 2018.

<sup>26</sup> STEFFEN, Will et al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: *Science*. Washington, DC : AAAS, 2015, vol. 347, Issue 6223, p.736 – 746. ISSN 0036-8075.

Stenčovanie ozónovej vrstvy má za následok obmedzenú schopnosť filtrácie ultrafialového žiarenia zo slnka, pri ktorej sa zvyšuje pravdepodobnosť výskytu napr. rakoviny kože u človeka. Hrúbka ozónovej vrstvy sa meria v dobsonových jednotkách (DU), pričom planetárna hranica, za ktorou je ohrozené nielen zdravie človeka, ale aj prispievanie napríklad k procesu globálneho otepľovania spomenuté už v úvode kapitoly, je stanovená na 275 DU.<sup>27</sup> Hranica úbytku ozónovej vrstvy už v 90. rokoch bola prekročená, avšak vďaka prijatiu Montrealského dohovoru sa podarilo tento proces „vrátiť späť“ do bezpečných hodnôt.<sup>28</sup> Proces stenčovania ozónovej vrstvy má síce regionálne dôsledky, avšak klimatické zmeny môžu vyvolať aj jeho globálne následky (pozri podkapitolu 1.3).

### 1.2.5 Okysľovanie oceánov

Svetový oceán prirodzene absorbuje asi štvrtinu antropogénneho CO<sub>2</sub> z atmosféry, ktorý sa vo vode premieňa na kyselinu uhličitú a vyrovnáva oceánske Ph. Zvyšujúce sa množstvo emisií v atmosfére ale spôsobuje nelineárnu zmenu v chemickom zložení, zvyšuje koncentráciu vodíkových iónov (H<sup>+</sup>) v oceánoch a spôsobuje pokles množstva uhličitanov, ktoré sú základnými stavebnými jednotkami niektorých morských organizmov (napríklad koraly a mäkkýše).<sup>29</sup> Výsledkom je ďalšia strata biodiverzity s potenciálnou zmenou štruktúry a dynamiky oceánskeho ekosystému a drastickým redukovaním množstva rýb. Okysľovanie oceánov je demonštráciou komplexnosti Zemských ekosystémov a ich procesov, nakoľko atmosférický CO<sub>2</sub> je premennou nielen u klímy ale aj priamo reguluje koncentráciu H<sup>+</sup>.<sup>30</sup> V súčasnosti sa koncentrácia H<sup>+</sup> pohybuje na rozhraní planetárnej hranice, ktorá je stanovená na hodnotu 80 % zvýšenia koncentrácie H<sup>+</sup> v porovnaní s predindustriálnymi hodnotami.<sup>31</sup>

### 1.2.6 Využívanie svetových zásob pitnej vody

Ľudský nátlak je dnes dominantnejším faktorom v hydrologickom cykle ako prirodzené klimatické podmienky. Vo využívaní zdrojov pitnej vody preto determinuje

---

<sup>27</sup> STEFFEN, Will et al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: *Science*. Washington, DC : AAAS, 2015, vol. 347, Issue 6223, p.736 – 746. ISSN 0036-8075.

<sup>28</sup> ROCKSTRÖM, Johan. Abundance within planetary boundaries. [video]. Vienna: IIASA, 2015. [cit. 2018-10-28]. Dostupné na: <http://www.iiasa.ac.at/web/home/about/events/150312-Rockstrom.html>

<sup>29</sup> BARKER, S., RIDGWELL, A. Ocean Acidification. In *Nature Education Knowledge*. 2012, vol. 3, no. 10.

<sup>30</sup> Stockholm Resilience Centre. [s.a.]. The nine planetary boundaries. [online]. [cit. 2018-10-28]. Dostupné na: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/planetary-boundaries/about-the-research/the-nine-planetary-boundaries.html>

<sup>31</sup> STEFFEN, Will et al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: *Science*. Washington, DC : AAAS, 2015, vol. 347, Issue 6223, p.736 – 746. ISSN 0036-8075.

funkcionalitu a distribúciu globálnych systémov vody. Prekročením planetárnej hranice, resp. modifikáciou jednotlivých vodných sietí sa teda sami a priamo vystavujeme nevratným zmenám v tokoch riek, udržateľnosti jazier a posunoch v prúdení vodnej pary, čo môže narušiť ekosystémy závislé na tokoch vody (nadmerné odčerpávanie vody z riek Amudarja a Syrdarja – vysychanie Aralského jazera – zastavenie kolobehu vody – úhyn organizmov). Aby sa takémuto scenáru predišlo, Rockström a kol. určili planetárnu hranicu globálneho využívania vody z riek na max. objem 4000 km<sup>3</sup>/rok, pri súčasnom rešpektovaní regionálnych rozdielov v toku individuálnych riek. Fixnú planetárnu hranicu preto dopĺňa premenlivá premenná, ktorá závisí na sezónnej zmene objemu toku riek. Odčerpávanie vody z povodia je teda v mesiacoch slabého toku stanovená na max. 25 % objemu hlavného toku rieky, v období stredného toku je to 40 % a pri silnom toku rieky je možné pohybovať sa až do 55 %.<sup>32</sup>

### *1.2.7 Zmeny vo využívaní pôdy*

K zmene v účele využívania pôdy dochádza celosvetovo pri premene lesov, plání, mokradí alebo iných vegetácií na najmä poľnohospodársku pôdu. Táto zmena je hnacou silou kritického úbytku biodiverzity, no tiež má vplyv aj na kolobeh vody a biogeochemický cyklus uhlíka, vodíka či fosforu.<sup>33</sup> Keďže tropické, boreálne a lesy mierneho pásma sú 3 biómy pri ktorých regionálnej premene môžeme očakávať najvýraznejšie dôsledky globálneho charakteru, premennou tohto planetárneho procesu je ich zostávajúca rozloha. Tropické a boreálne lesy prejavujú najvýraznejšiu spätnú väzbu pri ich transformácii na poľnohospodársku pôdu, nakoľko okrem sekvestrácie uhlíka regulujú tiež evapotranspiráciu (tropické lesy) a albedo efekt (boreálne lesy). Tolerancia planetárnej hranice pre tropické a boreálne lesy je preto stanovená na max. hodnotu úbytku pôvodného lesa na 85 % a pre lesy mierneho pásma je to 50 %.<sup>34</sup>

### *1.2.8 Uvádzanie nových chemických látok*

Proces uvádzania nových látok sa javí veľmi hazardným, nakoľko v počiatku používania takýchto substancií často nemáme dostatočné poznatky o ich odolnosti či dlhodobej stope na ekosystém Zeme. Emisia najmä syntetických látok ako rádioaktívne

---

<sup>32</sup> STEFFEN, Will et al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: *Science*. Washington, DC : AAAS, 2015, vol. 347, Issue 6223, p.736 – 746. ISSN 0036-8075.

<sup>33</sup> IPCC. Land Use, Land-Use Change and Forestry. [online]. [cit. 2018-10-29]. Dostupné na: [http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land\\_use/index.php?idp=44](http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land_use/index.php?idp=44)

<sup>34</sup> STEFFEN, Will et al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: *Science*. Washington, DC : AAAS, 2015, vol. 347, Issue 6223, p.736 – 746. ISSN 0036-8075.

látky, nanomateriály, plastické polyméry alebo zlúčeniny ťažkých kovov môže nečakane vyvolať náhlu zmenu, akou bolo prudké stenčenie ozónovej vrstvy vyvolané emisiou chlórfluorokarbónov.<sup>35</sup> V súčasnosti sa aktívne používa viac ako 100 000 chemických zmesí, ktoré môžu mať potenciálny toxický účinok,<sup>36</sup> avšak, kvôli jedinečnosti, neznámych účinkoch a prahoch (napríklad zväčšenie ozónovej diery/ zrýchlenie otepľovania/ zníženie plodnosti/ genetické zmeny), ktoré by mohla prekročiť každá z nich, doteraz neexistuje jednotná planetárna hranica ako ani spôsob jej výpočtu.<sup>37</sup>

### 1.2.9 Zataženie prostredia aerosólmi

Zatiaľ poslednou oblasťou, v ktorej je podľa Rockströmovho konceptu potrebné stanoviť hraničnú hodnotu, je miera zataženia atmosféry aerosólmi a to najmä kvôli ich priamemu účinku na klimatický systém a ľudské zdravie. Konštantnou premennou je tzv. optická hĺbka aerosólovej vrstvy (AOD), ktorej kritické hodnoty dokážu ovplyvniť prirodzený model hydrologického cyklu a atmosférickej cirkulácie a teda výrazne pozmeniť tvorbu oblakov či systém monzúnových dažďov.<sup>38</sup> Súvislá vrstva čiaštočiek prachu, dymu, popola a kondenzovaných plynov v atmosfére tiež zvyšuje množstvo absorbovaného slnečného žiarenia atmosférou a dodatočne otepľuje Zem, ale negatívne pôsobí aj na zdravie človeka, nakoľko inhalácia takýchto toxických čiaštočiek vedie k respiračným problémom (znečistenie ovzdušia v Pekingu a Naí Dilí). Na základe už prebiehajúcich momentálnych výkyvov monzúnových dažďov v nadpriemerne znečistených oblastiach ako napr. India, bolo možné vyčíslíť regionálnu hodnotu planetárnej hranice pre mieru znečistenia aerosólmi a to na hodnotu 0,25 AOD, pričom pri vyšších hodnotách výrazne stúpalo riziko výkyvu juhoázijského monzúnu. Hodnota agregátnej hranice však doteraz nebola konkrétne vyčíslená, nakoľko správanie aerosólov v atmosfére je veľmi komplexné a závisí tiež na ich chemickom zložení, geografickej alokácii či výške v atmosfére.<sup>39</sup>

---

<sup>35</sup> Stockholm Resilience Centre. [s.a.]. The nine planetary boundaries. [online]. [cit. 2018-10-29]. Dostupné na: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/planetary-boundaries/about-the-research/the-nine-planetary-boundaries.html>

<sup>36</sup> EGEHY, Peter P., et al. The Exposure Data Landscape for Manufactured Chemicals. In *Science of the Total Environment*. 2012, vol. 414, pp. 159-166.

<sup>37</sup> VILLARRUBIA-GÓMEZ, P. et al.. 2018. Marine Plastic Pollution as a Planetary Boundary Threat – the Drifting Piece in the Sustainability Puzzle. V *Marine Policy*. 2018, vol. 96, pp. 213-220.

<sup>38</sup> NASA Earth Observatory. [s.a.]. Aerosol Optical Depth. [online]. [cit. 2018-10-29]. Dostupné na: [https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MODAL2\\_M\\_AER\\_OD](https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MODAL2_M_AER_OD)

<sup>39</sup> STEFFEN, Will et al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: *Science*. Washington, DC : AAAS, 2015, vol. 347, Issue 6223, p.736 – 746. ISSN 0036-8075.

### 1.3 Prepojenie a hierarchia globálnych a regionálnych subsystémov

#### Zeme

Ako sme už v úvode tejto kapitoly zdôraznili, pri politike udržateľného rastu je nevyhnutnosťou uvažovať aj o regionálnych subsystémoch, nielen o globálnych, ktorými podľa Rockströma a kol. sú len proces klimatických zmien a proces integrity biosféry. Na základe charakteristík jednotlivých planetárnych procesov a ich hraníc si totižto môžeme všimnúť ich úzke prepojenie a vzájomné podieľanie sa na fungovaní Zemského systému ako celku. To znamená, že nielen výkyv v premenných globálneho procesu môže ovplyvniť fungovanie komplexného systému Zeme, ale môže ho ovplyvniť aj zmena v hodnotách regionálnych, subglobálnych premenných. Globálny proces klimatických zmien a integrity biosféry je totiž „zospodu“ regulovaný tiež procesmi, ktoré prebiehajú regionálne. Zmena vo využívaní pôdy síce prebieha regionálne (najmä v tropických, boreálnych a miernych lesoch), ale premena lesov na poľnohospodársku pôdu má nepriamy vplyv na globálne otepľovanie cez zníženú schopnosť sekvestrácie uhlíka. Podobný vplyv existuje aj u ostatných regionálnych subsystémov. Neefektívne využívanie pitnej vody a znižovanie tokov riek prispieva napríklad ku strate biodiverzity a zmenám v integrite biosféry. Dusík a fosfor sú v podobe pesticídov nadmerne využívané najmä v poľnohospodársky intenzívnych oblastiach, avšak nadbytočné množstvá odplavené riekami do oceánov vplývajú na tok živín v biosfére. Vysoká koncentrácia aerosólov v znečistených oblastiach blokuje slnečné žiarenie a okrem regionálnych výkyvov v monzúnoch tiež dodatočne ohrieva atmosféru. Samotné regionálne procesy teda nemajú schopnosť zmeniť fungovanie komplexného Zemského systému, môžu však negatívne ovplyvniť proces klimatických zmien a integrity biosféry, ktoré, vyplývajú z historického vývoja, už túto schopnosť majú. Odhliadanie od hodnôt týchto premenných by tak mohlo prispieť k agregátnemu negatívnemu výsledku a dynamike zmien na úrovni planéty. Proces klimatických zmien a integrity biosféry sú teda vysoko integrované systémy priamo operujúce na úrovni Zemského systému a sú prepojené s ostatnými planetárnymi subsystémami, pričom spolu tvoria jeden ucelený systém.<sup>40</sup> Je zrejmé, že medzi jednotlivými procesmi existujú úzke prepojenia a závislosti. V rámci súčasných politík je preto nevyhnutné aby túto komplexnosť rešpektovali a preto sa dnešné priamočiare politiky nejavia byť naďalej efektívnymi.

---

<sup>40</sup> STEFFEN, Will et al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: *Science*. Washington, DC : AAAS, 2015, vol. 347, Issue 6223, p.736 – 746. ISSN 0036-8075.

## 1.4 Charakteristika konceptu Prahov zlomu

Koncept oblastí Prahov zlomu (Tipping elements), po prvýkrát predstavený profesorom Lentonom v roku 2008, je založený na podobnom princípe ako Rockströmove planetárne medze. Lenton sa zameriava na klimatický systém a nezávisle od konceptu planetárnych medzí definuje konkrétne oblasti – komponenty systému Zeme, ktoré za určitých okolností môžu byť pozmenené v kvalitatívne odlišný stav aj za relatívne malého vplyvu. Tieto subsystemy musia byť rozlohou najmenej subkontinentálneho charakteru a ku každému prislúcha určitý bod, prah zlomu, ktorý je predpokladom nastávajúcej kvalitatívnej zmeny vo fungovaní tohto subsystemu.<sup>41</sup> Označenie prah zlomu je zhodné s označením *threshold*, no zatiaľ čo podľa konceptu planetárnych medzí existuje niekoľko takýchto prahov pre každý z planetárnych procesov, Lenton svoju teóriu stavia výlučne na prahoch klimatického procesu ako príčiny globálnych výkyvov.<sup>42</sup> Koncept Prahov zlomu teda predstavuje konkrétne subsystemy Zeme, v ktorých sa z krátkodobého alebo dlhodobého hľadiska odzrkadľuje proces klimatických zmien a prináša konkrétne hodnoty, pri ktorých v týchto subsystemoch dochádza k zmene. Lenton, na rozdiel od Rockströma nestavia svoj koncept na antropomorfných procesoch v pozadí globálnych zmien, ale indentifikuje deväť subsystemov, ktoré skôr podliehajú zmenám vo svetovom ekosystéme:

1. arktická letná ľadovcová vrstva
2. grónsky kontinentálny ľadovec
3. západná antarktická ľadová plocha
4. atlantická termohalínna cirkulácia
5. kolísanie El Niño
6. indický letný monzún
7. saharský/sahelský a západoafrický monzún
8. Amazonský dažďový prales a
9. boreálny les.<sup>43</sup>

---

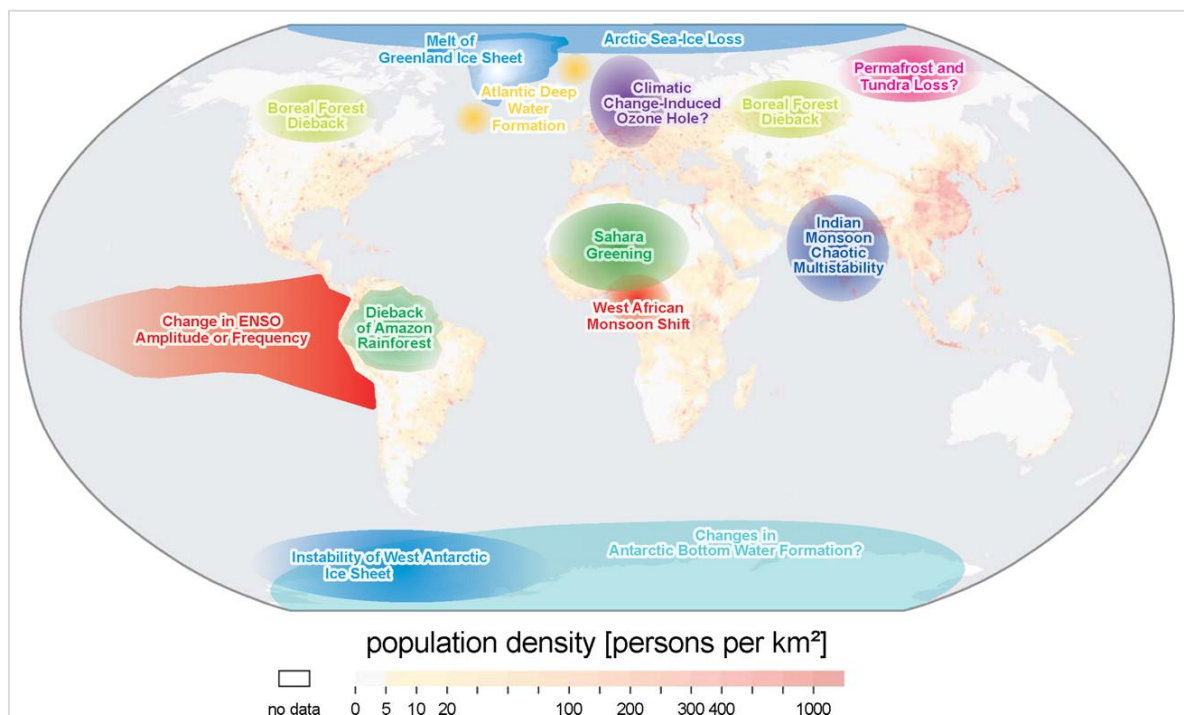
<sup>41</sup> LENTON, Timothy M. Early Warning of Climate Tipping Points. [online prezentácia]. 2017. [cit. 2018-11-01] Dostupné na: [http://www.to.isac.cnr.it/aosta/LecturesSeminars/Lenton\\_3.pdf](http://www.to.isac.cnr.it/aosta/LecturesSeminars/Lenton_3.pdf)

<sup>42</sup> O'RIORDAN, T., LENTON, T. Addressing Tipping Points for a Precarious Future. [online]. Oxford: Oxford University Press, 2013. [cit. 2018-11-01]. ISBN: 978-01-972-6553-6. Dostupné na: <http://britishacademy.universitypressscholarship.com/view/10.5871/bacad/9780197265536.001.0001/upso-9780197265536-chapter-2>

<sup>43</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

Schéma 2 znázorňuje oblasti, u ktorých existuje predpoklad prejavovania „zlomového správania“ ako odpovedi na antropomorfný klimatický nátlak. Kritický prah v týchto subsystemoch môže byť prekročený v 21. storočí, pričom nelineárny vývoj a následná kvalitatívna zmena ekosystému Zeme sa odrazí v priebehu tohto tisícročia. Otázniky v schéme označujú subsystemy, ktoré v koncepte boli uvažované, avšak ich status ako oblasť prahu zlomu je zatiaľ neistý.<sup>44</sup> Alternatívne potenciálne oblasti, ktoré by v budúcnosti mohli byť pridané na zoznam, môžeme nájsť v prílohe B.<sup>45</sup>

**Schéma 2:** Mapa subsystemov prahov zlomu.



Zdroj: LENTON, T. M. et al. 2008. Tipping elements in the Earth's climate system.

#### 1.4.1 Vymedzenie oblastí tipping elements

Na schéme 2 a v prílohe B môžeme vidieť, že existuje viac ako deväť subsystemov prahov zlomu. Pre Lentonov koncept je však dôležité aby oblasti, ktoré sú priamo ovplyvnené klimatickými zmenami mohli byť prístupné ľudským aktivitám a tak potenciálne relevantné pre súčasné politiky. Preto ako prah zlomu je uvažovaná len taká

<sup>44</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

<sup>45</sup> IVANOVICH Casey – OCKO, Ilissa. Everything you need to know about climate tipping points. [online]. 1. 11. 2017. [cit. 2018-11-01]. Dostupné na: <http://blogs.edf.org/climate411/2017/11/01/everything-you-need-to-know-about-climate-tipping-points/>

oblasť, ktorá spĺňa súčasne štyri podmienky. Prvá pre každý systém všeobecne určuje jediná kontrolnú premennú a jej kritickú hodnotu, pri ktorej akákoľvek odchýlka ( $\delta > 0$ ), po určitom pozorovanom čase ( $T > 0$ ), vedie ku kvalitatívnej zmene povahy tohto systému. Konkrétna povahová zmena ako aj premenná, ktorá ovplyvňuje daný systém nemusia byť výlučne klimatického charakteru.<sup>46</sup> Napríklad pri roztápaní Grónskeho kontinentálneho ľadovca je charakteristickou povahovou zmenou objem ľadu a kontrolnou premennou spôsobujúcou roztápanie Grónskeho ľadu je lokálna odchýlka v teplote vzduchu. Splnenie prvej podmienky vyžaduje predloženie spoľahlivej teoretickej základne v podobe modelových štúdií, ktoré dokazujú existenciu prahu, alebo historických dôkazov o jeho povahe. Druhou podmienkou je možnosť prostredníctvom politických rozhodnutí zasahovať do jednotlivých oblastí. Rozhodnutia prijaté v tzv. politickom časovom horizonte ( $0 < T_p < 100$ ) môžu determinovať či bude kritická hodnota dosiahnutá alebo naopak nie.<sup>47</sup> Takáto možnosť je základným predpokladom pre aplikáciu konceptu do environmentálnych politík, nakoľko dáva spoločnosti príležitosť zvrátiť negatívne následky globálneho otepľovania. Ďalšia podmienka zohľadňuje fakt, že dôsledky, ktoré sa potenciálne môžu odohrať, ale až v príliš vzdialenej budúcnosti nie sú „atraktívne“ pre dnešné politické rozhodovanie. Lenton teda zavádza tzv. etický časový horizont, resp. časový interval záujmu ( $T_E < 1000$ ) reprezentujúci časové rozpätie, v ktorom prebehne zmena v systéme konkrétnej oblasti prahu zlomu. Keďže úplná premena systému prebehne až v budúcnosti, pri posudzovaní tejto podmienky boli využívané modelové odhady, nedostatky modelov a paleodáta. Poslednou, štvrtou podmienkou je aby potenciálna kvalitatívna zmena, ktorá v rámci systému nastane, bola dostatočne veľká na to aby mohla ovplyvniť ľudský blahobyt v rámci aspoň subkontinentálneho rozmeru (dĺžka  $\approx 1000$  km). Jej splnenie bolo hodnotené na základe kolektívneho úsudku.<sup>48</sup>

Podmienky 2 – 4 teda okrem politickej relevantnosti zabezpečujú konceptu Prahov zlomu taktiež etickú dimenziu, ktorá je pre teóriu nevyhnutnou pokiaľ má byť aplikovaná v politike. Politické zameranie konceptu totiž vyžaduje nie len jeho logické a matematické vyčíslenie, ale aj zahrnutie normatívnych úsudkov, reprezentovaných v koncepte Prahov zlomu časovým rozmedzím potrebným a zaujímavým pre politické rozhodnutia

---

<sup>46</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

<sup>47</sup> Ibid.

<sup>48</sup> LENTON, T. M. et al. Appendix 1: Formal Definition of a Tipping Element and Its Tipping Point. In *PNAS*. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

a rozsahom hrozieb, ktoré prekročenie prahu môže priniesť či už pre človeka alebo pre ekosystém Zeme.

Pre účely politického rozhodovania je tiež užitočné klasifikovať systémy oblastí prahov zlomu podľa časového horizontu, v ktorom sa očakáva ich kvalitatívna zmena. Lenton et al. navrhuje rozdelenie do skupiny s rapidným, náhlým alebo nárazovým nelineárnym vývojom v prípade, ak rozdiel medzi časom prekročenia prahu a časom spozorovania zmeny je veľmi krátky (indický letný monzún, saharský/sahelský a západoafrický monzún a arktický ľadovec). Graduálnou alebo občasnou označujeme zmenu, ktorá nastane v strednodobom horizonte (atlantické termohalínne prúdenie, výkyvy El Niño, amazonský tropický prales a boreálne lesy) a pomalá zmena znamená, že z časového hľadiska nastane v dlhodobom období (grónsky kontinentálny ľadovec a západoantarktický ľadovec).<sup>49</sup> Rozdelenie klimatických oblastí do skupín sa javí prospešné najmä z hľadiska environmentálnej naliehavosti. Na základe klasifikácie je v rámci politického rozhodovania možné uprednostniť oblasti, v ktorých už došlo k prvým zmenám, resp. ktoré potrebujú aplikovať urgentné riešenia. Predbežný časový rámec zmeny v jednotlivých subsystemoch je možné vidieť v prílohe C (stĺpec 6).

## 1.5 Kvantifikácia prahov zlomu

Ako sme už spomenuli vyššie, prahy zlomu, resp. *thresholds* sú zhodným pojmom označujúcim kritickú hodnotu parametra určitého systému, ktorej prekročenie je predzvesťou nelineárnej a nekontrolovateľnej zmeny. Náhle zmeny subsystemov Zeme môžu byť spôsobené antropomorfne, ako tie, ktorým čelíme v súčasnosti, ale prebiehajú aj nezávisle od činnosti ľudí, ktorých dôkazy nájdeme v minulosti niekoľko.<sup>50</sup> Napríklad udalosti Dansgaard–Oeschger počas poslednej doby ľadovej boli vlastne rapidne klimatické výkyvy a zmeny medzi rovnovážnymi stavmi spôsobené kolísaním v žiarení a rozlohe ľadovcov.<sup>51</sup> Nový stav napokon ani nemusí byť negatívnou zmenou, jedným z pozitívnych prípadov klimatických dopadov je africký monzún a ozelenenie Sahary a koniec koncov aj stabilné obdobie holocénu bolo výsledkom neustálych zmien. Rozdiel medzi prechodmi k novému stavu v minulosti a v súčasnosti ale spočíva práve v tom, že

---

<sup>49</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

<sup>50</sup> IPCC. Special Report: Global Warming of 1.5C. Geneva: IPCC, 2018. 538pp. ISBN 978-92-9169-151-7.

<sup>51</sup> CIMATORIBUS, A. A., et al. Dansgaard-Oeschger Events: Tipping Points in the Climate System. In *Climate of the Past Discussions*. 2012, vol. 8, no. 5, p. 4269-4294. ISSN: 1814-9359.

nastávajúci nelineárny vývoj je vyvolaný antropomorfne, pričom tento nátlak je vo všeobecnosti odlišný a rapidnejší. Kvantifikácia potenciálnych budúcich prahov preto rešpektuje paleodáta a historické dáta, ale tiež využíva prognostické modely.<sup>52</sup> Prehľadná schéma jednotlivých oblastí prahov zlomu spolu so zvolenou premennou, konkrétnym vyčíslením prahu zlomu a časovým rámcom je priložená v prílohách.

### 1.5.1 *Arktická letná ľadovcová vrstva*

Pre arktický ľadovec je hrozbou náhle rozpúšťanie letnej, ale aj zimnej, ľadovcovej vrstvy vyvolané globálnym otepľovaním a zosilňované znižovaním albeda pri postupnom odhaľovaní tmavšej hladiny mora. Spätná väzba albedo efektu spôsobuje, že tmavšie vrstvy ľadovca a okolité arktické moria počas letných mesiacov prijímajú viac radiačného žiarenia, čo ďalej podporuje redukciu letného ľadovca v priemere viac ako 10 % za desaťročie. Modelové simulácie IPCC varujú, že pri súčasnom trende otepľovania bude vymiznutie letného arktického ľadovca permanentné od druhej polovice 21. storočia pri priemernej polárnej teplote  $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $9\text{ }^{\circ}\text{C}$  oteplenie oproti hodnotám v roku 2007). 2 modely dokonca naznačujú nelineárnu zmenu k stabilnému novému stavu, teda celoročné úplné ustúpenie arktického ľadovca v rozmedzí menej ako 10 rokov pri stúpnutí teploty na  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $>13\text{ }^{\circ}\text{C}$  oteplenie).<sup>53</sup> Kvôli neúplným poznatkom o presnom fungovaní spätnej väzby podmorského prúdenia a rôznym modelom rastu teploty doteraz nebol kvantifikovaný konkrétny prah zlomu pre oblasť arktického letného ľadovca, avšak Lenton et al. predpokladá, že tento už mohol byť prekročený v rozmedzí hodnôt globálneho otepľovania  $0,5 - 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .<sup>54</sup>

### 1.5.2 *Grónsky kontinentálny ľadovec*

Podobne ako arktický ľadovec, aj Grónsky pevninský ľadovec je ohrozený podobnými procesmi ako albedo efekt alebo otepľovanie periférnych častí, ktoré spôsobujú stenčenie ľadovca a postupné zvyšovanie povrchovej teploty. K takmer úplnému ústupu Grónskeho ľadovca, už podľa historických dát, prišlo v priebehu posledného

---

<sup>52</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

<sup>53</sup> IPCC AR4. 2007: Global Climate Projections. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007, p. 776. ISBN 978-0-521-88009-1.

<sup>54</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

interglaciálneho obdobia, kedy zvýšenie morskej hladiny o 4 – 6 m je pripisované práve roztopeniu ľadovca v Grónsku, resp. v Antarktíde. Samotný úplný ústup arktického ľadovca v tomto období spôsobil približne 3,5 °C letné oteplenie v Grónsku. Budúce projekcie sú preto odvodené práve od historických dát a premenná a jej hodnota pre bod zlomu grónskeho ľadovca sa odhaduje na lokálne oteplenie 3 °C, v porovnaní s predindustriálnou hodnotou, čo zodpovedá globálnemu otepleniu na úrovni 1 – 2 °C. Kvantifikácia tiež rešpektuje neistotu spojenú s rýchlosťou, akou prichádza k roztápaniu ľadovca, pretože zosilňovanie otepľovania nad Grónskom sa v posledných rokoch javí väčším, ako sa doteraz predpokladalo. Nedokonalá znalosť náhleho otepľovania Grónska a jeho odklon od globálneho trendu predpokladá, že po prekročení prahu 3 °C môže prísť k úplnému rozpusteniu pevninského ľadovca už o 300 rokov.<sup>55</sup>

### 1.5.3 Západný antarktický ľadovec

Aj keď atmosféra v oblasti južného pólu Zeme prejavuje nižšie hodnoty oteplenia ako oblasť Arktídy<sup>56</sup>, proces ústupu ľadovca je založený na rovnakých faktoroch. Západný antarktický ľadovec nie je pevninským ľadovcom, a preto jeho rýchlejšie roztápanie podporuje nielen oteplenie atmosféry, ale aj podmorské prúdenie. Historické dáta dokazujú, že aj u západného antarktického ľadovca už prišlo k min. jeho zmenšeniu v období Pleistocénu. Hoci teplota atmosféry Antarktídy rastie pomalšie ako nad Arktídou, prekročenie prahu zlomu v 21. storočí je reálne a vyžaduje lokálne oteplenie na hodnotu 5 – 8 °C, pričom sa predpokladá, že prah zlomu pre oteplenie oceánu je ešte nižší. Táto hodnota lokálneho oteplenia atmosféry západnej Antarktídy zodpovedá 3 – 5 °C globálneho oteplenia.<sup>57</sup> Kolaps západoantarktického ľadovca, ktorý tvorí 10 % celkovej plochy Antarktídy,<sup>58</sup> by mohol vyústiť v 1 – 4 m zvýšenie hladiny morí v priebehu 300 rokov, pri najkatastrofickjšom scenári.<sup>59</sup>

---

<sup>55</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

<sup>56</sup> NASA. [s.a.]. Long-term warming trend continued in 2017 [online]. 18. 1. 2018 [cit. 2018-11-03]. Dostupné na: <https://climate.nasa.gov/news/2671/long-term-warming-trend-continued-in-2017-nasa-noaa/>

<sup>57</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

<sup>58</sup> LYTHER, Matthew. B. – VAUGHAN, David. G. BEDMAP: A new ice thickness and subglacial topographic model of Antarctica. [online]. In: *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. vol. 106, no. B6, 2001, pp. 11335-11351. [cit. 2018-11-03]. ISSN: 2169-9356.

<sup>59</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

### 1.5.4 Atlatické termohalínne prúdenie

Základnými predpokladmi pre termohalínne oceánske prúdenie sú teplota a salinita vody. Čím je teplota vody nižšia a slanosť vyššia, tým má voda väčšiu hustotu a klesá smerom ku dnu oceánu. K najvýraznejšiemu a najhlbšiemu klesaniu dochádza v severnom atlantickom oceáne, kedy morská voda dosahuje vysokú salinitu vďaka evaporácii v oblasti karibiku a výrazne sa ochladzuje.<sup>60</sup> Objem sladkej vody z roztopených arktických ľadovcov, ktorý sa vmiešava do severného Atlantiku, na druhej strane znižuje hustotu morskej vody a zabraňuje jej klesaniu, čím sa znižuje objem toku vody v prúde. Na základe testovaných modelov potenciálneho prúdenia, ovplyvnených prítokom sladkej vody, bola hodnota prahu, po prekročení ktorého dôjde k postupnému kolapsu termohalínneho prúdenia stanovená na 0,1 – 0,5 Sv.<sup>61</sup> Berúc do úvahy otepľovanie a znižovanie hustoty prúdu, hodnota bodu zlomu môže byť dosiahnutá pri úrovni globálneho oteplenia 3 – 5 °C. V súčasnosti sa predpokladá, že spomalenie termohalínneho prúdenia zapríčiňuje najmä roztopenie arktického ľadovca a zvýšenie prítoku sladkej vody o 0,014 Sv, zvýšenie prítoku sladkej vody z grónskeho ľadovca o 0,007 Sv a 0,005 Sv majú na svedomí Eurázijské rieky. Aj keď je spomaľovanie oceánskeho prúdenia pomalým procesom a IPCC predpokladá, že zmena prúdenia do roku 2100 môže nastať len veľmi nepravdepodobne, je isté, že jeho kolaps spôsobí ochladenie atmosféry v Európe, ale aj výrazný nárast hladiny oceánu, najmä na východnom pobreží severnej Ameriky.<sup>62</sup>

### 1.5.5 Kolísanie El Niño

Periodické kolísanie prúdenia El Niño závisí od teploty oceánu v oblasti rovníka vo východnom Pacifiku, hĺbke a sklonu termoklíny, avšak presný mechanizmus fenoménu El Niño zatiaľ nebol spoľahlivo vysvetlený. Termoklína je prechodová vrstva medzi dvoma vrstvami vody s rozdielnou teplotou. Jej hĺbka môže zabrániť ochladzovaniu vrchnej vrstvy vody spodným studeným prúdom, nakoľko v nej dochádza k rapidnému klesaniu/stúpaniu teploty. Konkrétna hĺbka a sklon termoklíny, pri ktorej by došlo k takémuto javu a dosiahnutiu bodu zlomu, ale zatiaľ Lentonom a kol. nebola určená, avšak zintenzívnené kolísanie El Niña predpokladá pri hodnotách globálneho oteplenia na

---

<sup>60</sup> Royal Meteorological Society. [s.a.]. Tipping Points: Critical Thresholds for Climate Change. [online]. [cit. 2018-11-03]. Dostupné na: <http://www.metlink.org/climate/ipcc-updates-for-a-level-geography/tipping-points/#!/prettyPhoto/-1/>

<sup>61</sup> Sv je v oceánografii označenie pre jednotku Svedrup. 1 Sv = 1mil m<sup>3</sup>/s.

<sup>62</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

3 – 6 °C.<sup>63</sup> Teplý morský prúd, ktorý teda smeruje od rovníka v Tichom oceáne k západnému pobrežiu južnej Ameriky môže, pod vplyvom globálneho otepľovania, zintenzívniť výskyt dažďov a priniesť výrazné oteplenie do krajín južnej Ameriky. Takéto oteplenie sa, vzhľadom na výskyt termoklíny, môže stať permanentným, avšak viacero štúdií nepreukazuje možnú zmenu k trvalému El Niño.<sup>64</sup>

### 1.5.6 Indický letný monzún

Monzúnová cirkulácia vzniká v dôsledku nerovnomerného ohrievania oceánu a pevniny v priebehu roka.<sup>65</sup> Letný monzún je charakteristický teplým a vlhkým počasím, kedy je tlakový gradient medzi pevninou a oceánom zosilňovaný objemom vlhkosti, prinášanou od Indického oceánu samotným monzúnom. Akýkoľvek iný rušivý prvok, ktorý má tendenciu oslabiť hybnú silu tlakového gradientu, môže cirkuláciu monzúnu destabilizovať.<sup>66</sup> Globálne otepľovanie, ktoré je výraznejšie nad pevninou a v severnej hemisfére, prispieva k zosilneniu monzúnu, nakoľko teplejší vzduch dokáže uniesť väčší objem vlhkosti.<sup>67</sup> Na druhej strane, zvyšovanie albeda podporené aerosólovou vrstvou a/alebo zmenou vo využívaní pôdy má tendenciu monzún oslabiť. Podľa Lentona a kol., ku kolapsu indického letného monzúnu môže prísť pri presiahnutí regionálnej hodnoty albeda približne 0,5, čo následne, už v priebehu 1 roka, môže vyvolať jednak chaotický nelineárny monzúnový režim, oscilujúci medzi aktívnymi a slabými monzúnovými obdobiami, ale tiež môže prísť ku striedaniu chaotických, ustálených a slabých období.<sup>68</sup>

### 1.5.7 Sahara/Sahel a západoafrický monzún

Ozelenenie Sahary a Sahelu je ojedinelým príkladom potenciálne pozitívnej oblasti bodov zlomu. Klimatický systém Sahary a stepného Sahelu je úzko spätý s cirkuláciou západoafrického monzúnu, ktorého tvorba závisí od teploty morskej hladiny a obzvlášť od

---

<sup>63</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

<sup>64</sup> Ibid.

<sup>65</sup> SHMÚ. [s.a.]. Slovník klimatologických pojmov. [online]. [cit. 2018-02-26]. Dostupné na: <http://www.shmu.sk/sk/?page=1553>

<sup>66</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

<sup>67</sup> Potsdam Institute for Climate Impact Research. Tipping Elements In Earth's Climate System. [online]. In *ScienceDaily*. 2008. [cit. 2018-02-26]. Dostupné na: [www.sciencedaily.com/releases/2008/02/080204172224.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2008/02/080204172224.htm)

<sup>68</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

asymetrických modelov prúdenia medzi Zemskými hemisférami. Podobne ako pri Indickom monzúne, pretrvávajúca produkcia GHGs pravdepodobne spôsobí zvýšenie medzihemisférneho teplotného gradientu morskej hladiny Guinejského zálivu, v dôsledku čoho dôjde k zvýšeniu množstva zrážok v oblasti Sahelu a k postupnému ustupovaniu púšte. Najpravdepodobnejší scenár naznačuje, že už 3 °C oteplenie hladiny mora v Guinejskom zálive môže vyvolať bod zlomu - viac ako 100 mm/rok zrážok v oblasti Sahary a Sahelu, čo by mohlo vyvolať expanziu trávnatých plôch až na 45 % územia Sahary pri tempe 10 % územia za dekádu. Ozelenenie Sahary je teda rapidným procesom s prejavmi zmeny v regionálnom ekosystéme už po desiatich rokoch od prekročenia bodu zlomu. Na druhej strane, k opačnému scenáru môže prísť pri prevyšujúcich hodnotách aerosólov v atmosfére, ktoré spôsobujú ochladenie severnej hemisféry.<sup>69</sup>

### 1.5.8 *Amazonský dažďový prales*

Amazonský tropický prales je výnimočným druhom ekosystému, ktorý je schopný opätovnej recyklácie zrážok, čím si vytvára vlastný uzavretý kolobeh vody. Najväčšou hrozbou pre Amazonský prales preto paradoxne nie je samotný ročný úhrn zrážok, ale odlesňovanie, ktoré je príčinou poklesu zrážok, ako aj predlžovania obdobia sucha a zvyšovania priemerných letných teplôt na území pralesa. Lenton et al. predpokladá, že zmena vo využívaní pôdy Amazonského pralesa môže zastaviť efektívnu recykláciu vody a tým spôsobiť až 20 – 30 % zníženie zrážok, čo by už samotné mohlo priviesť Amazonský prales k prahu zlomu 1 100 mm/rok zrážok.<sup>70</sup> Lenton na základe výpočtov tiež predpokladá, že k postupnému vyschnutiu Amazonského pralesa dôjde už do 50 rokov, pri úrovni globálneho otepľovania 3 – 4 °C, a to tiež kvôli častejšiemu fenoménu El Niño, spôsobujúcemu dodatočné vysychanie v povodí Amazonu.<sup>71</sup>

### 1.5.9 *Boreálny les*

V rámci suchozemských biómov je boreálny les celosvetovo najväčším prírodným rezervoárom uhlíka, uchovávajúcim 208 mld. ton uhlíka, resp. ekvivalent objemu 26 rokov globálnych emisií.<sup>72</sup> Podobne ako u Amazonského dažďového pralesa, aj boreálnym

---

<sup>69</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

<sup>70</sup> Ibid.

<sup>71</sup> Ibid.

<sup>72</sup> Nature Conservancy. [s.a.] Boreal Forest. [online]. [cit. 2018-02-28]. Dostupné na: <https://www.nature.org/en-us/get-involved/how-to-help/places-we-protect/boreal-forest/>

lesom, pod vplyvom klimatických zmien, hrozí riziko odumierania. Boreálny systém totiž tvorí komplexná interakcia medzi fyziológiou stromu, permafrostom a požiarom a klimatické zmeny a vysoký letný teplotný nátlak môžu vyvolať náchylnosť stromov na choroby, pokles reprodukcie, či vznik lesných požiarov. Takáto zmena by mohla viesť k rozsiahlemu ústupu boreálneho lesa redšiemu lesu, príp. až lúkam, nakoľko nástup lesov mierneho pásma by bol, na niektorých územiach, vylúčený kvôli pretrvávajúcim silným zimným mrazom. Na základe štúdií Lenton et al. odhaduje umiestnenie prahu zlomu pri regionálnom oteplení na úroveň približne 7 °C, ktorému, v dôsledku rapídnejšieho otepľovania polárnych oblastí, zodpovedá už 3 – 5 °C globálne oteplenie, avšak nedostatočné poznatky o fyziológii boreálnych lesov tento predpoklad zneisťujú.<sup>73</sup>

---

<sup>73</sup> LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.

## 2 ADAPTÁCIA A MITIGÁCIA AKO ZÁKLAD TRVALEJ UDRŽATEĽNOSTI

### 2.1 Mitigačné politiky a koncept Planetárnych medzí

Klimatické zmeny sa stali pojmom a v dnešných dňoch je práve tomuto deju venovaná najväčšia pozornosť. Je to totiž proces, ktorý je priamo vyvolaný ľudskou činnosťou a jeho dôsledky priamo pozorujú ľudia vo všetkých častiach sveta. V rámci boja proti klimatickým zmenám preto tiež bolo rozvinutých množstvo rôznych prístupov a politik. Vo všeobecnosti sa sformovali tri stratégie ako odpoveď na hrozbu klimatických zmien, a to mitigačná, adaptačná a „business as usual“.<sup>74</sup> Obdobné prístupy ale nemusia byť asociované len s procesom klimatických zmien, ale aj so zvyšnými procesmi v kontexte planetárnych medzí a prahov zlomu. Prvým prístupom je politika mitigácie, teda snahy o zníženie miery a rozsahu dôsledkov potenciálne možných negatívnych zmien. Mitigačné politiky zahŕňajú kroky smerujúce k spomaleniu alebo zastaveniu jednotlivých procesov, čím sa snažia zamedziť prekročeniu kritických hodnôt predpokladajúcich náhle ireverzibilné zmeny. Ich cieľom je teda predísť negatívnym dôsledkom prudkých zmien v ekosystémoch prostredníctvom znižovania antropomorfného vplyvu v jednotlivých zemských procesoch – a teda aj v kontexte planetárnych procesov identifikovaných v koncepte Planetárnych medzí. Mitigačné opatrenia zahŕňajú napríklad znižovanie emisií skleníkových plynov vysádzaním stromov alebo umelou sekvestráciou skleníkových plynov z atmosféry, intenzívnejšie využívanie obnoviteľných zdrojov energie, efektívny manažment zdrojov, geoinžinierstvo<sup>75</sup> či tzv. „riešenia založené na prírodnej báze“<sup>76</sup>. Je však nutné dodať, že efektívna mitigačná politika, a to ani v kontexte procesov planetárnych medzí, nikdy nebude úspešná, pokiaľ bude aplikovaná nezávisle len nízkym počtom zúčastnených strán, a teda, podľa IPCC, predpokladá skôr rozsiahlu účasť a kooperáciu na globálnej úrovni.<sup>77</sup>

---

<sup>74</sup> NASA. [s.a.]. Responding to Climate Change. [online]. [cit. 2019-2-17]. Dostupné na: <https://climate.nasa.gov/solutions/adaptation-mitigation/>

<sup>75</sup> Geoinžinierstvo zahŕňa také postupy a praktiky, ktoré sú projektované vo veľkej miere s cieľom korekcie dôsledkov antropomorfného tlaku na životné prostredie. Je rozsiahlou intervenciou do prirodzeného cyklu životného prostredia. Jedným z najznámejších geoinžinierskych ideí je napríklad pridávanie železa do oceánu čím sa zvýši alkalinita vody – kontrola pH oceánov.

<sup>76</sup> Riešením založeným na prírodnej báze (*Nature-based solution*) je napríklad zvyšovanie biodiverzity prostredníctvom znovu zavádzania živých plotov, trávnatých pásov a stromových alejí v mestách a na poliach.

<sup>77</sup> IPCC AR5. 2014: Social, Economic and Ethical Concepts and Methods. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change: Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014, p. 211. ISBN: 978-1-107-65481-5.

## 2.2 Medzinárodné politické kroky smerujúce ku globálnej trvalej udržateľnosti

Paradigma udržateľného rozvoja sa v súčasnosti stáva ústredným modelom environmentálnych, ekonomických a sociálnych politík. Pojem udržateľného rozvoja bol definovaný už v roku 1987 Brundtlandskou komisiou, ktorá ho charakterizuje ako „rozvoj, ktorý umožňuje uspokojovanie potrieb súčasnej generácie bez obmedzenia možnosti budúcich generácií na uspokojenie ich vlastných potrieb.“<sup>78</sup> V rámci správy „Naša spoločná budúcnosť“ svetovej komisie pre životné prostredie a rozvoj sa ďalej uvádza, že z konceptu udržateľného rozvoja vyplývajú určité obmedzenia. Tieto hranice sú spôsobené aktuálnym vývojom a pôsobením vedecko-technologického pokroku a sociálnej organizácie na prírodné zdroje, ako aj schopnosťou biosféry, absorbovať dôsledky ľudskej činnosti.<sup>79</sup> Je preto zrejmé, že dosahovanie ekonomickej a sociálnej prosperity je možné len pri súčasnom zachovávaní životného prostredia. Ide teda o rozvoj v rámci určitých možností ekosystému Zeme.

Koncept udržateľnosti samotný ale explicitne nestanovuje „pravidlá“ pre dosiahnutie udržateľného rozvoja a aj množstvo vedeckých prístupov vedúcich k udržateľnosti, ako napríklad koncepcia kritického zaťaženia, aplikácia princípu prevencie alebo prístupy vyhodnocovania rizík, či rozličné scenáre znázorňujúce možný vývoj, sú aplikované v rozhodovacích procesoch skôr ako prostriedky adresovania neistoty o budúcich voľbách. Na druhej strane, koncept planetárnych medzí priamo nadväzuje na cieľ udržateľnosti a vytyčuje zamýšľanú cestu udržateľnosti. Poskytuje teda základnú kvantifikovanú definíciu globálnej udržateľnosti a vyčíslenie ústredných hraníc trvalo udržateľného rozvoja, v rámci ktorých individuálna, spoločenská a globálna prosperita môže prekvitať.<sup>80</sup>

Od 80. rokov 20. storočia sa koncepcia trvalo udržateľného rozvoja rozpracovala na všetkých úrovniach, na lokálnej, na úrovni spoločností, na národnej úrovni, regionálnej, ale aj na medzinárodnej a globálnej, prostredníctvom prijímania medzinárodných dohôd. Najvýznamnejšie medzinárodné dohovory, ktoré začleňujú koncepciu udržateľnosti, boli prijaté na Summitu Zeme v roku 1992: Rámcový dohovor Organizácie Spojených národov

---

<sup>78</sup> HOLDGATE, Martin W. Our Common Future: The Report of the World Commission on Environment and Development. [online]. In: Environmental Conservation. Oxford: Oxford University Press, 1987, vol. 14, no. 3, p. 282. [cit. 2018-02-10]. ISSN: 1469-4387. Dostupné na: [www.un-documents.net/ocf-02.htm](http://www.un-documents.net/ocf-02.htm)

<sup>79</sup> Ibid.

<sup>80</sup> SCHULTZ, Maria et al. Human prosperity requires global sustainability. *Stockholm Resilience Centre, Stockholm University*, 2013, 21p.

(OSN) o zmene klímy (UNFCCC), Dohovor OSN o biologickej diverzite (UNCBD) a Dohovor OSN o boji proti dezertifikácii (UNCCD).<sup>81</sup>

### 2.2.1 Agenda 2030

Koncept Planetárnych medzí a koncepcia trvalej udržateľnosti sú určitým spôsobom korešpondenčné. V súčasnosti sa Planetárne medze najviac stotožňujú s politickou debatou udržateľnosti, a to predovšetkým v kontexte Agendy 2030 Organizácie Spojených národov o udržateľnom rozvoji. Agenda 2030 sa síce explicitne nezmieňuje o pojme planetárnych medzí, avšak podľa nášho výskumu, až sedem z deviatich procesov planetárnych medzí je cieľmi udržateľného rozvoja Agendy 2030 (SDGs) do určitej miery adresovaných (pozri tabuľku 1). Aj keď len všeobecne, SDGs integrujú koncept environmentálne, spoločensky a ekonomicky bezpečného priestoru v rámci oveľa širšej koncepcie trvalo udržateľného rozvoja. Oba rámce rozpoznávajú komplexné prepojenia medzi rozličnými cieľmi medzinárodných dohôd a medzinárodného spoločenstva a medzi rozdielnymi planetárnymi procesmi. Oba tiež poukazujú na potrebu adresovania týchto prepojení v prípade, ak je to nevyhnutné pre dosiahnutie udržateľného rozvoja.<sup>82</sup>

Agenda 2030 pre udržateľný rozvoj bola prijatá v roku 2015 všetkými členskými krajinami OSN. Agenda sa zameriava na 17 cieľov udržateľného rozvoja (SDGs), ktoré volajú po urgentnej spolupráci všetkých krajín v riešení sociálnych a ekonomických otázok pri súčasnom boji s klimatickými zmenami a zachovaní vodných a suchozemských ekosystémov.<sup>83</sup> Historicky nadväzuje na osem Miléniových rozvojových cieľov (MDGs), ktoré sa, podľa OSN, stali najúspešnejším hnutím na boj proti chudobe vo svete.<sup>84</sup> Jedným z najväčších úspechov MDGs bolo dosiahnutie práve environmentálneho siedmeho cieľa a s ním zabezpečenie prístupu k pitnej vode pre 1,9 mld ľudí, eliminovanie 98 % častíc narúšajúcich ozón a zvýšenie podielu chránených území (v Latinskej Amerike a Karibiku

---

<sup>81</sup> SCHULTZ, Maria et al. Human prosperity requires global sustainability. *Stockholm Resilience Centre, Stockholm University*, 2013, 21p.

<sup>82</sup> HÄYHÄ, T. et al. From Planetary Boundaries to National Fair Shares of the Global Safe Operating Space — how can the Scales be Bridged? In: *Global Environmental Change*, vol. 40, 2016, pp. 60-72. ISSN: 0959-3780.

<sup>83</sup> Sustainable Development Goals Knowledge Platform. [s.a.]. SDGs. [online]. [cit. 2019-2-10]. Dostupné na: <https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300>

<sup>84</sup> GALATSIDAS, Achilleas – SHEEHY, Finbarr. What have the millennium development goals achieved? [online]. In: *The Guardian*, 6.7.2015 [cit.2019-2-10]. ISSN: 1756-3224 Dostupné na: <https://www.the-guardian.com/global-development/datablog/2015/jul/06/what-millennium-development-goals-achieved-mdgs>

až o 14,6 %) v porovnaní s rokom 1990.<sup>85</sup> Čiastočné dosiahnutie cieľov MDGs by teda mohlo signalizovať potenciálny úspech aj cieľov SDGs v kontexte Planetárnych medzí.

Agenda 2030 je v súčasnosti vedúcim globálnym rámcom pre medzinárodnú spoluprácu v oblasti udržateľného rozvoja a mohli by sme ju považovať za zatiaľ najextenzívnejšiu a potenciálne najvhodnejšiu štruktúru a nositeľu konceptu Planetárnych medzí.<sup>86</sup> Sumarizujúc výsledky nášho prieskumu, SDGs rozoznávajú sedem z deviatich Planetárnych medzí (pozri tabuľku 1). SDGs sa, v porovnaní s MDGs, nezameriavajú výlučne na rozvojové krajiny, ale volajú po mitigácii dopadov ľudskej činnosti všetkými štátmi sveta. Jednotlivých 17 cieľov SDGs sa okrem bezprostredne environmentálnych cieľov, zameriava aj na odstránenie hladu a chudoby, dosiahnutie rovnosti, ekonomickej prosperity, sociálneho a technologického pokroku, inkluzívnych spoločností, mieru a spolupráce, a to v súlade s princípmi udržateľnosti.<sup>87</sup> Jednotlivé ciele SDGs sú znázornené v nasledujúcej schéme, detailnejšie v prílohe D.

**Schéma 3:** Ciele udržateľného rozvoja



Zdroj: UNIS Vienna. Ciele udržateľného rozvoja.

### 2.3 Medzinárodné dohovory o životnom prostredí a Planetárne medze

Pri uvažovaní o aplikácii konceptu Planetárnych medzí ako mitigačnej stratégie do súčasných environmentálnych politík je náležité zvážiť, do akej miery sú existujúce medzinárodné environmentálne dohody, resp. politické ciele prepojené a do akej miery odzrkadľujú kritické procesy ekosystému Zeme, akými sú Planetárne medze. Aby sme to

<sup>85</sup> United Nations: The Millenium Development Goals Report 2015. [online]. UN, New York, 2015. [cit. 2019-2-12]. ISBN: 978-92-1101320-7. Dostupné na: <https://climate.nasa.gov/solutions/adaptation-mitigation/>

<sup>86</sup> IISD. [s.a.]. Sustainable Development. [online]. [cit. 2019-2-12]. Dostupné na: <https://www.iisd.org/topic/sustainable-development>

<sup>87</sup> A/RES/70/1: 2015: Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015: Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.

zistili, uskutočnili sme výskum založený na hľadaní prienikov medzi kvantitatívnym vyjadrením planetárnych medzí a ambíciami konkrétnych medzinárodných dohovorov.

Na základe nášho výskumu môžeme konštatovať, že jednotlivé procesy konceptu Planetárnych medzí sú v rámci súčasných platných medzinárodných environmentálnych dohôd čiastočne adresované (pozri tabuľku 1). Znamená to, že kvantitatívne vyjadrenie hraníc by mohlo byť prevzaté týmito dohodami a odzrkadlené v ich cieľoch. V niektorých prípadoch však, podľa nášho porovnania, existujúce priority jednotlivých medzinárodných zmlúv odrážajú Planetárne medze iba čiastočne, na základe geografickej polohy, resp. spúšťačov problému, ako napríklad biogeochemické cykly, zaťaženie prostredia aerosólmi alebo okysľovanie oceánov. V prípade procesu uvádzania nových látok na druhej strane doteraz neexistujú dostatočné politické opatrenia, a to aj z dôvodu nedostatočných vedeckých správ o ich dlhodobom vplyve na životné prostredie.<sup>88 89</sup> Navyše, v prípade klimatických zmien alebo zachovania biodiverzity zase môžeme pozorovať dlhodobú implementačnú medzeru.<sup>90 91</sup> Za úspešnú výnimku v kontexte účinkov záväzkov, aj na základe výsledkov nášho výskumu a porovnávania konceptu s globálnymi dohovormi, môžeme považovať Montrealský protokol a jeho efekt na limitovanie emisií látok spôsobujúcich stenčovanie ozónu.

V nasledujúcej tabuľke uvádzame porovnanie cieľov medzinárodných dohôd s kvantitatívnym vymedzením planetárnych medzí a ich spoločné prieniky. V ľavom stĺpci sú vždy uvedené hraničné hodnoty jednotlivých planetárnych medzí, rešpektovaním ktorých nepríde k ohrozeniu naviazaných ekosystémov. Na pravej strane uvádzame prehľad záväzkov medzinárodného spoločenstva, ku ktorým sa zaviazali v rámci globálnych dohôd. Z podrobnejšej analýzy vyplýva, že priority týchto zmlúv sú často všeobecné, univerzálne a vágne, čo môže spôsobovať nedostatočnú odozvu zo strany signatárov. Zavedenie rozmedzia, ako určitých styčných hodnôt, by mohlo usmerňovať mitigačné politiky štátov.

---

<sup>88</sup> LAPWORTH, D. J., et al. Persistent and Emerging Micro-Organic Contaminants in Chalk Groundwater of England and France. [online]. In: *Environmental Pollution*, vol. 203, 2015, pp. 214-225. ISSN: 0269-7491. [cit. 2019-2-12]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.02.030>

<sup>89</sup> DAUGHTON, Christian G. Non-Regulated Water Contaminants: Emerging Research. [online]. In: *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 24, no. 7, 2004, pp. 711-732. ISSN: 0195-9255. [cit. 2019-2-12]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2004.06.003Get>

<sup>90</sup> COCKBURN, Jessica et al. How to Build Science-Action Partnerships for Local Land-use Planning and Management: Lessons from Durban, South Africa. [online]. In: *Ecology and Society*. 2016, vol. 21, no. 1. ISSN: 1708-3087. [cit. 2019-2-12]. Dostupné na: <https://www.ecologyandsociety.org/vol21/iss1/art28>

<sup>91</sup> SCHULTZ, Maria et al. Human prosperity requires global sustainability. *Stockholm Resilience Centre, Stockholm University*, 2013, 21p.

**Tabuľka 1:** Prepojenie medzinárodne platných dohôd s konceptom Planetárnych medzí

Planetárna hranica	Medzinárodná environmentálna dohoda
<p><b>Klimatické zmeny</b>                      -koncentrácia CO<sub>2</sub> v atmosfére nepresahujúca 350 ppmv                      -zmeny radiačného žiarenia limitované hranicou +1 Wm<sup>-2</sup></p>	<p><b>UNFCCC</b>                      -„stabilizácia koncentrácie skleníkových plynov (GHGs) v atmosfére na úrovni, ktorá by predchádzala nebezpečnému antropogenickému narušeniu klimatického systému“ (Article 2)  <b>Parížska dohoda</b>                      -„udržiavať nárast globálnej priemernej teploty výrazne pod úrovňou 2 °C v porovnaní s predindustriálnymi hodnotami a pokračovať v úsilí o obmedzenie zvyšovania teploty na 1,5 °C“ (Decision 1/CP.21)  <b>SDGs</b>                      -„vynaložiť urgentné úsilie v boji proti klimatickým zmenám a ich dôsledkom“ (cieľ 13)</p>
<p><b>Zmena v integrite biosféry</b>                      -miera vyhynutia nepresahujúca 10 druhov živočíchov na milión druhov/rok</p>	<p><b>UNFCBD</b>                      -cieľ CBD: „uchovanie biologickej diverzity“ prostredníctvom Aichi cieľov a zabezpečiť, aby si jednotlivé krajiny nastavili politiku ochrany biodiverzity individuálne, podľa národných potrieb a priorít.  <b>SDGs</b>                      -Ciele 14 a 15 o zachovaní a udržateľnom využívaní vodných a suchozemských zdrojov a zamedzení straty biodiverzity</p>
<p><b>Biogeochemický tok N a P</b>                      -objem N<sub>2</sub> odstráneného z atmosféry pre účely ľudského využitia ≤ 62 mil. t/rok                      -objem P odplaveného do oceánov ≤ 11 mil. t/rok</p>	<p>Doteraz žiadna konkrétna globálna mitigačná, resp. adaptačná dohoda, existuje ale niekoľko regionálnych dohôd obmedzujúcich tok živín do regionálnych morí.                      napr. <b>OSPAR</b>,                      -„predchádzať a eliminovať znečistenie pochádzajúce z pevninských pôdných zdrojov“ v severovýchodnom Atlantiku (čl. 3)  <b>EU Water Framework Directive (Gothenburský protokol</b> o znížení kyslosti, eutrofizácie a úrovni prízemného ozónu), všeobecne tiež <b>SDGs</b> (cieľ 12.4), <b>UNFCBD</b> (Aichi cieľ 8) alebo <b>UNFCCC</b>, ktorý určuje politiky pre emisiu dusíkových GHGs</p>
<p><b>Stenčovanie stratosférického ozónu</b>                      -koncentrácia O<sub>3</sub> ≥ 276 DU</p>	<p><b>Montrealský protokol</b>                      - obsahuje záväzné zákazy a obmedzenia používania nebezpečných plynov spôsobujúcich stenčovanie ozónu</p>
<p><b>Okysľovanie oceánov</b>                      -priemerná saturácia aragonitu na hladine morskej vody ≥ 2,75</p>	<p>Doteraz žiadna globálna mitigačná, resp. adaptačná stratégia, problematiku okysľovania oceánov ale rozoznáva  <b>UNFCCC</b>,  <b>UNFCBD</b> (Aichi cieľ 10) a  <b>UNCLOS</b>                      -„zabezpečiť opatrenia potrebné pri predchádzaní, znižovaní a kontrole znečistenia morského prostredia od akéhokoľvek zdroja“ (UNCLOS čl. 194)</p>

	<b>SDGs</b> -„adresovať dôsledky oxidovania oceánov“ (cieľ 14.3)
<b>Využívanie pitnej vody</b> -spotreba pitnej vody nie vyššia než 4000 km <sup>3</sup> /rok	<b>SDGs</b> -„zefektívňovať využívanie vodných zdrojov a zaistiť udržateľné čerpanie a dodávky pitnej vody“ (Cieľ 6.4) <b>UNECE Water Convention</b> -„zaistiť aby medzinárodné vody boli využívané s úmyslom ekologického a racionálneho vodného manažmentu, konzervácie vodných zdrojov a environmentálnej ochrany“ (čl. 2.2 b)
<b>Zmeny vo využívaní pôdy</b> -percento pôvodnej svetovej zalesnenej plochy premenenej na ornú pôdu ≤ 15 %	<b>SDGs</b> -„podporovať udržateľné hospodárstvo v rámci všetkých druhov lesov, zastaviť odlesňovanie, obnoviť degradované lesy a výrazne zvýšiť podiel znovu zalesnených území“ (cieľ 15.2) <b>UNFCBD</b> -Aichi ciele 5, 7, 14 a 15 Nepriamo tiež UNFCCC (cez REDD+, LULUCF)
<b>Uvádzanie nových látok</b> -zatiaľ neurčená premenná	Žiadna medzinárodná dohoda regulujúca uvádzanie nových látok (ako napr. mikroplasty), ktorých dlhodobý vplyv na prostredie nie je známy
<b>Zaťaženie prostredia aerosólmi</b> -optická hĺbka aerosólovej vrstvy nepresahujúca 0,25 AOD (India)	<b>SDGs cieľ 11.6</b> <b>WHO (Geneva Action Agenda)</b> regionálne dohody, napr. <b>Bruselská deklarácia</b> a <b>CLRTAP</b> zaoberajúce sa atmosférickým znečistením ohrozujúcim ľudské zdravie, spôsobujúcim oxidovanie, eutrofizáciu, a iné environmentálne dôsledky

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe: ROCKSTRÖM, J. et al. 2009. A safe operating space for humanity., SCHULTZ, M. et al. 2013. Human prosperity requires global sustainability, Bruselská deklarácia o znečistení ovzdušia, CLRTAP, Geneva Action Agenda, Gothenburský protokol, Montreal protocol, OSPAR, Paris Agreement, SDGs, UNCLOS, UNECE Water convention, UNFCBD, UNFCCC, UNFCCD.

Vychádzajúc z porovnaní konceptu Planetárnych medzí a jednotlivých medzinárodne platných dohovorov môžeme dôjsť k záveru, že v rámci medzinárodných zmlúv existuje priestor pre aplikáciu konceptu Planetárnych medzí. Existujúce zmluvy by teda mohli byť využité efektívnejšie a mohlo by prísť k zjednoteniu, resp. k prispôbeniu a upresneniu politických cieľov, na základe vedeckých dôkazov o globálnych environmentálnych prahoch. Koncept Planetárnych medzí je totižto vedeckou koncepciou prinášajúcou vymedzenie hraníc, ktoré by predchádzali nepredvídateľnému vývoju v ekosystémoch Zeme a nepredstavuje návrhy zmien v politickej agende.

Na druhej strane, samotná koncepcia poukazuje na niektoré inštitucionálne problémy. Jednotlivé medzinárodné dohody so statickými cieľmi nie sú stavané na riadenie komplexných procesov Zeme založených na vzájomných interakciách, ako ani na

manažovanie komplexných dôsledkov prekročenia kritických hodnôt.<sup>92</sup> Implementácia konceptu Planetárnych medzí ako mitigačnej stratégie teda prináša so sebou výzvy fragmentácie medzinárodných dohôd, nedostatočnej spolupráce a koordinácie medzi konkrétnymi medzinárodnými rámcami. Je preto potrebné chápať interdependenciu jednotlivých planetárnych medzí a procesov a z nich vyplývajúcej komplexnosti ekosystémov.

## 2.4 Adaptačné politiky a koncept Prahov zlomu

Práve zložitosť komplexných procesov v Zemskom systéme a ich prudké a ireverzibilné dôsledky a nepredvídateľné spätné väzby, je často príčinou len obmedzeného úspechu mitigačných politík, obsiahnutých v medzinárodných dohovoroch. Koncept Prahov zlomu preto nestavia na procesoch zapríčiňujúcich globálne zmeny, ale identifikuje subsystemy, ktoré skôr podliehajú týmto zmenám vo svetovom ekosystéme. Prekročenie prahu zlomu v týchto ekosystémoch predstavuje obrovskú hrozbu pre ich trvalú udržateľnosť, avšak pomalá reakcia na klimatické zmeny transformuje samotnú výzvu trvalej udržateľnosti.

V posledných rokoch dochádza k posunu z paradigmy zachovávaní prírodných zdrojov pre budúce generácie na model zvyšovania odolnosti a adaptačnej kapacity v sociálno-ekologických systémoch. Tvorba politík v súčasnosti sústreďuje priority skôr do manažmentu, resp. zvládaniu a prispôsobovaniu sa klimatickým zmenám, ako do konzervácie a uchovávaní ekosystémov.<sup>93</sup> Tento fenomén uprednostňovania adaptačných politík pred mitigačnými môžeme prirovnať k tzv. teórii averzie voči stratám<sup>94</sup> a k empirickým, že ľudia majú tendenciu ukladať väčšiu váhu stratám ako ziskom. Niektoré štúdie dokonca naznačujú, že pocit straty je psychologicky až dvakrát intenzívnejší ako pocit zisku.<sup>95</sup> Identická teória sa vyskytuje najmä v sférach ekonomiky, vo vysvetleniach makroekonomického či finančného správania subjektov.<sup>96</sup> Oba prístupy,

---

<sup>92</sup> SCHULTZ, Maria et al. Human prosperity requires global sustainability. *Stockholm Resilience Centre, Stockholm University*, 2013, 21p.

<sup>93</sup> WERNERS, Saskia E., et al. Thresholds, Tipping and Turning Points for Sustainability Under Climate Change. [online]. In: *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 5, no. 3-4, 2013, pp. 334-340. ISSN: 1877-3435. [cit. 2019-2-15]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.06.005>

<sup>94</sup> Loss Aversion Theory, Prospect Theory – Tversky, Kahneman.

<sup>95</sup> TVERSKY, Amos – KAHNEMAN, Daniel. Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty. [online]. In: *Journal of Risk and Uncertainty*, vol. 5, no. 4, 1992, pp. 297-323. ISSN: 1573-0476. [cit. 2019-2-15]. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00122574>

<sup>96</sup> İRIŞAND, Doruk – TAVONI, Alessandro. Tipping points and loss aversion in international environmental agreements. [online]. 2016, p.1. [cit. 2019-2-15]. Dostupné na: [www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2016/05/Working-Paper-239-iris-and-Tavoni.pdf](http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2016/05/Working-Paper-239-iris-and-Tavoni.pdf)

mitigačný aj adaptačný, sú však dôležitými a komplementárnymi. Množstvo vedeckých expertov sa zhoduje, že aj keď mitigačné politiky zastávajú významnú úlohu v predchádzaní nepriaznivých následkov v ekosystémoch, adaptačné politiky budú do určitej miery aj tak potrebné, vzhľadom na už prebiehajúce zmeny.<sup>97</sup>

Na opačnom konci mitigačných politík teda definujeme adaptačné politiky, ktorých cieľom je prispôbienie sa nepriaznivým dôsledkom klimatických zmien. Adaptácia je teda druhým typom reakcie na klimatické zmeny, prístupom reagujúcim prostredníctvom podniknutia náležitých krokov predchádzajúcich alebo minimalizujúcich škodu, ktorá môže vzniknúť ako dôsledok klimatických zmien.<sup>98</sup> Jej cieľom je znížiť ľudskú zraniteľnosť voči škodlivým dôsledkom klimatických zmien, a teda aj voči oblastiam prahov zlomu – topeniu ľadovcov a zvyšovaniu hladiny morí alebo intenzívnejším a extrémnejším udalostiam počasia. Adaptačné politiky ale môžu ťažiť aj z prípadných príležitostí, spôsobených klimatickými zmenami, akou je napríklad zazelenanie Sahary.<sup>99</sup> Príkladom adaptačných opatrení je efektívnejšie využívanie vodných zdrojov, budovanie zábran proti záplavám a navyšovanie hrádzi, zavádzanie suchomilných rastlín či budovanie ekologických mostov, ktoré pomáhajú zvieratám migrovať.<sup>100</sup>

Na rozdiel od mitigácie, ktorá zabezpečuje globálny prospech, prínos z adaptácie je vnímaný skôr na nižších, regionálnych národných a lokálnych úrovniach. Najväčšia záťaž z implementácie politík preto pripadá na týchto aktérov. O koncepte Prahov zlomu, z hľadiska jeho adaptačného charakteru, by sme teda mohli uvažovať na úrovni regionálnych, národných a lokálnych politík, zatiaľ čo koncept Planetárnych medzí by mohol zastrešovať udržateľnosť ako globálna mitigačná politika, ako sme naznačili aj v predchádzajúcich podkapitolách. Pri aplikácii oblastí prahov zlomu a samotných prahov zlomu do národných, regionálnych a lokálnych adaptačných politík je nutné zvážiť, do akej miery tieto politiky s konceptom v súčasnosti rátajú. V ďalších častiach diplomovej práce za týmto účelom analyzujeme adaptačné stratégie a adaptačné plány vybraných krajín na regionálnej a národnej úrovni.

---

<sup>97</sup> Arizona State University. [s.a.]. Adaptation To Global Climate Change Is An Essential Response To A Warming Planet. V *ScienceDaily*. [online]. 8.2.2007 [cit. 2019-2-15]. Dostupné na: [www.sciencedaily.com/releases/2007/02/070207171745.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2007/02/070207171745.htm)

<sup>98</sup> Európska komisia. [s.a.]. Adaptation to climate change [online]. [cit. 2019-2-15]. Dostupné na: [https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation_en)

<sup>99</sup> NASA. [s.a.]. Responding to Climate Change. [online]. [cit. 2019-2-17]. Dostupné na: <https://climate.nasa.gov/solutions/adaptation-mitigation/>

<sup>100</sup> Európska komisia. [s.a.]. Adaptation to climate change [online]. [cit. 2019-2-15]. Dostupné na: [https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation_en)

## **2.5 Regionálne a národné adaptačné politické kroky smerujúce k udržateľnosti**

Ako sme už vyššie poznamenali, aj pri efektívnom zaradení mitigačných politík medzi priority svetového spoločenstva, tiež implementácia adaptačných politík bude nevyhnutná, vzhľadom najmä na časovú nesúrodosť a už pozorovateľné dôsledky klimatických zmien. Adaptačné politiky, ako komplement mitigačných, sa preto rozvinuli na všetkých politických úrovniach, od globálnych až po lokálne. Čo sa týka globálnej úrovne, UNFCCC a Parížska dohoda rozpoznávajú adaptáciu ako jeden z cieľov a súčasť boja proti klimatickým zmenám (čl. 7 Parížskej dohody).<sup>101</sup> Vyplývajú z povahy adaptačných opatrení, aplikovaných prevažne na nižších úrovniach, budeme prepojenie jednotlivých politík s konceptom Prahov zlomu hodnotiť na regionálnej a národnej úrovni. Región Európy pritom využijeme ako vzorovú oblasť výskumu, nakoľko práve v krajinách Európy a Európskej únie (EÚ) môžeme pozorovať najrozvinutejšie klimatické a environmentálne politiky.

### **Regionálna úroveň**

Počiatky vývoja prvých náznakov adopcie adaptačného rámca v EÚ siahajú do roku 2007, kedy bola prijatá Zelená kniha „Adaptácia na klimatické zmeny v Európe – možnosti EÚ“. Dokument uznal, že nepriaznivé dôsledky klimatických zmien budú citelné v rámci celého územia Európy.<sup>102</sup> V roku 2009 bola následne prijatá Biela kniha „Adaptácia na klimatické zmeny: Smerom k Európskemu rámcu“, vytyčujúci konkrétne kroky, ktoré bolo nutné zaviesť ako napríklad zahrnutie adaptácie do hlavných politických oblastí EÚ.<sup>103</sup> Finálna Európska adaptačná stratégia, prijatá Európskou komisiou v apríli v roku 2013, je založená na troch pilieroch: 1. národné adaptačné stratégie, 2. Európsky výskumný a inovačný program a Európska adaptačná platforma a 3. zraniteľné ekonomické sektory. Cieľom EÚ je teda, prostredníctvom Európskej adaptačnej stratégie, vytvárať priestor pre individuálne a špecifické národné adaptačné stratégie, najmä v najviac zraniteľných sektoroch, akými sú poľnohospodárstvo, vodohospodárstvo, lesníctvo či biodiverzita a zabezpečiť efektívne monitorovanie a vyhodnocovanie pokroku.<sup>104</sup>

---

<sup>101</sup> FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1: 2015: Adoption of The Paris Agreement.

<sup>102</sup> KOM(2007)354: 2007: Zelená kniha Komisie rade, Európskemu parlamentu, Európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru a Výboru regiónov: Prispôsobenie sa zmene klímy v Európe.

<sup>103</sup> KOM(2009)147: 2009: Biela kniha: Adaptácia na zmenu klímy: Európsky rámec opatrení.

<sup>104</sup> COM(2013) 216 final: 2013: Oznámenie Komisie Európskemu parlamentu, Rade, Európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru a Výboru regiónov: Stratégia EÚ pre adaptáciu na zmenu klímy.

## Národná úroveň

Schéma 5: Prehľad NAS a NAP v Európe.

Členské štáty EEA	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Rakúsko													
Belgicko													
Bulharsko													
Chorvátsko													
Cyprus													
Česká republika													
Dánsko													
Estónsko													
Fínsko										*			
Francúzsko													
Nemecko													
Grécko													
Maďarsko													
Írsko													
Taliansko													
Lotyšsko													
Litva													
Luxembursko													
Malta													
Holandsko												*	
Poľsko													
Portugalsko											*		
Rumunsko												*	
Slovensko													
Slovinsko													
Španielsko													
Švédsko													
Spojené kráľovstvo													
Island													
Lichtenštajnsko													
Nórsko													
Švajčiarsko													
Turecko													

	Žiadna politika
	Národná adaptačná stratégia
	Národná adaptačná stratégia (NAS) a/alebo Národný adaptačný plán (NAP)
*	Aktualizácia Národnej adaptačnej stratégie (NAS)

Zdroj: EEA. 2017. Overview of national and sectoral adaptation strategies and plans in Europe.

Národnú úroveň adaptačných politík pokrývajú tzv. národné adaptačné stratégie (NAS) a národné adaptačné plány (NAP). NAS a konkrétnejšie NAP poskytujú všeobecný politický rámec pre riadenie adaptačných aktivít štátu. Tvorba politík na národnej úrovni zohráva kľúčovú úlohu vo vytváraní a sprostredkovaní priestoru pre plánovanie a implementáciu konkrétnych krokov. Práve na úrovni štátov sa strednodobé až dlhodobé adaptačné ciele formulujú a získavajú politickú podporu a na tejto úrovni sa tiež zostavujú koordinačné mechanizmy, ktoré zabezpečujú zapojenie kľúčových aktérov. Národné adaptačné politiky, či už vo forme stratégie alebo plánu, teda slúžia ako prostriedok, ktorý

poskytuje potrebný rámec pre adaptáciu na dôsledky klimatických zmien v kontexte konkrétnej krajiny a jej špecifických a často jedinečných ohrozených oblastiach a sektoroch.<sup>105</sup> Jednotlivé NAS a NAP aplikované krajinami sú preto veľmi rôznorodé a závisia na konkrétnych adaptačných problémoch krajiny. Na základe Schémy 5, zostavenej Európskou environmentálnou agentúrou (EEA) vďaka informáciám podaným jednotlivými štátmi, si môžeme dovoliť konštatovať, že jednotlivé európske štáty majú záujem reagovať na dôsledky klimatických zmien prostredníctvom adaptačných politík. Až 28 z 33 členských krajín EEA do dnešného dňa zaviedlo svoju národnú adaptačnú stratégiu, resp. niektoré už aj konkrétny adaptačný plán. Zostavenie NAS/NAP na princípoch prahov zlomu by preto navyše mohlo viesť k rýchlejšim reakciám na náhle zmeny v klimatickom systéme a efektívnejšiemu zostaveniu adaptačných politík na vedeckom základe.

## **2.6 Matica scenárov ako základ pre politické rozhodovanie**

Ako sme už v predchádzajúcich podkapitolách poznamenali, samotné koncepty Planetárnych medzí a Prahov zlomu nie sú politickým nástrojom. Ich podstatou je vymedziť procesy, resp. oblasti ekosystému Zeme vystavené potenciálnej zmene v ich fungovaní. Na základe vedeckých dôkazov, simulácií a historických údajov následne vymedzujú hranice a odporúčajú bezpečný priestor rešpektujúci udržateľný rozvoj. V rámci environmentálnych politík je ich úlohou stanoviť také ciele adaptačných a mitigačných politík, ktoré neohrozia budúci chod ekosystému Zeme. Pri adopcii konkrétnych environmentálnych politík, stratégií a plánov následne vyvstáva otázka realizovateľnosti cieľov harmonizovaných s vedeckými koncepciami Planetárnych medzí a Prahov zlomu.

Vytýčeniu konkrétnej environmentálnej stratégie či už na globálnej, regionálnej, národnej alebo lokálnej úrovni totiž predchádza vyhodnocovanie rôznych scenárov možného vývoja daného procesu. Odpoveď na otázku realizovateľnosti cieľov Planetárnych medzí a Prahov zlomu môže priblížiť tzv. Matica scenárov (Scenario Matrix Architecture), ktorá spája projekcie socioekonomických podmienok (Spoločné socioekonomické scenáre, *Shared Socioeconomic Pathways*, SSPs) a projekcie možného budúceho vývoja emisií (Reprezentatívne smery vývoja koncentrácií, *Representative Concentration Pathways*, RCPs). Matica produkuje rôzne scenáre budúcej úrovne GHGs

---

<sup>105</sup> European Environment Agency. [s.a.]. National adaptation policy processes in European countries — 2014. [online]. 26.6.2014. p. 20. ISSN 1977-8449. [cit. 2019-2-15].

v závislosti od socioekonomických faktorov, akými sú napríklad vzdelanie, technologické zmeny, demografické činitele, či smer hospodárskeho rozvoja a na ich základe odporúča možnosť aplikácie mitigačných a adaptačných politík. V súčasnosti existuje množstvo scenárov predpokladajúcich budúci vývoj. Najdetailnejšie scenáre sú spojené najmä s emisiou GHGs a procesom zmeny klímy, ktoré sú využívané aj v hodnotiacich správach IPCC.<sup>106</sup> Nie je však vylúčená ich modifikácia aj na iné procesy ekosystému Zeme, nakoľko matice scenárov, určujúce realizovateľnosť cieľov, pozostávajú z dvoch samostatných projekcií: Reprezentatívnych smerov vývoja koncentrácií a Spoločných socioekonomických scenárov.

### 2.6.1 Reprezentatívne smery vývoja koncentrácií (RCPs)

Reprezentatívne smery vývoja koncentrácií sú v rámci matice scenárov ekosystémovou zložkou. Využívajú radiačné žiarenie ako determinant klimatickej zmeny a pomocou počítačových výpočtov znázorňujú rôzne úrovne GHGs a ostatného radiačného žiarenia, ktoré v budúcnosti môže byť dosiahnuté. Celkovo boli pôvodne zostavené štyri vzorové smery, ktoré vedú k radiačnému žiareniu na úrovni 8,5 W/m<sup>2</sup>, 6 W/m<sup>2</sup>, 4,5 W/m<sup>2</sup> a 2,6 W/m<sup>2</sup>, ku ktorým po zostavení paralelných SSPs boli pridané tiež úrovne 7 W/m<sup>2</sup> a 1,9 W/m<sup>2</sup>. Každý z RCPs pokrýva obdobie rokov 1850 – 2100, pričom existuje rozšírenie RCPs až do roku 2300. Podstatou RCPs je predpovedať potenciálne úrovne len komponentov radiačného žiarenia, nezahŕňa žiadne iné socioekonomické prvky, a preto sú zostavené ako vstupy pre ďalšie fázy modelovania.<sup>107</sup> Jednotlivé RCPs sú pomenované podľa približnej celkovej úrovni radiačného žiarenia v roku 2100, v porovnaní s rokom 1850. Tieto štyri scenáre zahŕňajú jeden mitigačný scenár (RCP2.6), vedúci k veľmi nízkej úrovni žiarenia, dva stabilizačné scenáre (RCP4.5 a RCP6) a jeden scenár s veľmi vysokou hodnotou GHGs (RCP8.5).<sup>108</sup> V nasledujúcom grafe môžeme vidieť predpokladaný vývoj

---

<sup>106</sup> HAUSFATHER, Zeke. Explainer: How 'Shared Socioeconomic Pathways' explore future climate change. [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné na: <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change>;

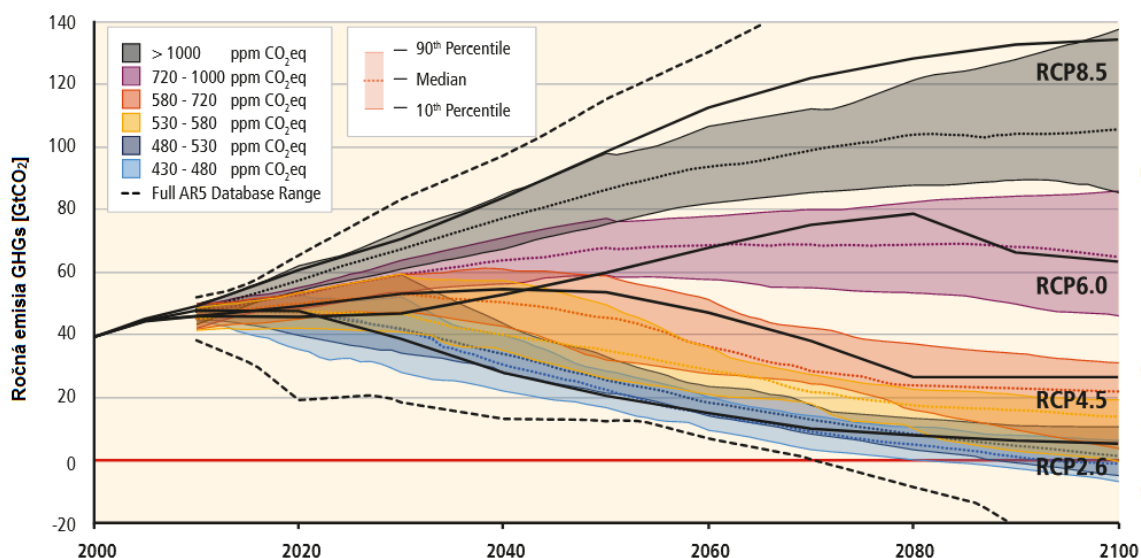
van VUUREN Detlef P. et al. A new scenario framework for Climate Change Research: scenario matrix architecture. [online]. In: *Climatic Change*. 2014, vol. 122, no. 3, pp. 373-386. [cit. 2019-03-04]. ISSN: 1573-1480. Dostupné na <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0906-1>

<sup>107</sup> van VUUREN, Detlef P. et al. The Representative Concentration Pathways: An Overview. [online]. In: *Climatic Change*. 2011, vol. 109, no. 1-2, pp. 5-31. [cit. 2019-03-05]. ISSN: 1573-1480. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-011-0148-z#citeas>

<sup>108</sup> IPCC AR5. 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. p. 29.

emisií hlavného komponentu radiačného žiarenia, CO<sub>2</sub> počas 21. storočia, predpovedaný na základe Reprezentatívnych smerov koncentrácií.

**Graf 2:** Reprezentatívne smery vývoja koncentrácií CO<sub>2</sub>.



Zdroj: IPCC AR5. 2013: Summary for Policymakers.

Scenár RCP2.6 predpokladá možnosť vývoja radiačného žiarenia s dosiahnutím vrchola na úrovni približne 3 W/m<sup>2</sup> ešte pred koncom 21. storočia a následný pokles na úroveň 2.6 W/m<sup>2</sup> v roku 2100. Takéto radiačné žiarenie zodpovedá približne 450 ppmv CO<sub>2</sub> a globálnemu nárastu teploty od 0,3 °C do 1,7 °C v porovnaní s obdobím 1986 – 2005.<sup>109</sup> Tento scenár je podmienený striktnými mitigačnými politikami s cieľom rapidného zníženia emisií GHGs, za využitia moderných technológií.

Kvôli menej ambicióznym mitigačným politikám, v rámci RCP4.5 dôjde k stabilizácii radiačného žiarenia do roku 2100 na maximálnej úrovni 4,5W/m<sup>2</sup> zodpovedajúcej 650 ppmv CO<sub>2</sub>. V porovnaní s obdobím 1986 – 2005, globálna priemerná teplota vzrastie na hodnotu 1,1 – 2,6 °C.<sup>110</sup>

RCP6, podobne ako RCP4.5, predpokladá stabilizáciu radiačného žiarenia v 21. storočí a tiež nepresiahnutie radiačného žiarenia 6 W/m<sup>2</sup> (850 ppmv CO<sub>2</sub>), pričom

<sup>109</sup> IPCC AR5. 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.;

van VUUREN, Detlef P. et al. The Representative Concentration Pathways: An Overview. [online]. In: *Climatic Change*. 2011, vol. 109, no. 1-2, pp. 5-31. [cit. 2019-03-05]. ISSN: 1573-1480. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-011-0148-z#citeas>

<sup>110</sup> IPCC AR5. 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

priemerná teplota môže globálne narásť na 1,4 °C až 3,1 °C v porovnaní s obdobím 1986 – 2005. Podľa piatej hodnotiacej správy IPCC, Reprezentatívne smery vývoja koncentrácií RCP6 a RCP8.5 už s vysokou pravdepodobnosťou nepredpokladajú dodržanie cieľa Parížskej dohody – 2 °C.<sup>111</sup>

Posledný scenár, RCP8.5, uvažuje o zvýšení koncentrácie radiačného žiarenia do konca 21. storočia na úroveň 8,5 W/m<sup>2</sup>. Tento scenár sa v rámci RCPs pokladá za tzv. východiskový alebo základný, nakoľko zobrazuje vývoj GHGs, za predpokladu nezavedenia žiadnych klimatických opatrení. Úroveň emisií CO<sub>2</sub> by v tomto prípade mohla dosiahnuť 1370 ppmv, čo je viac ako trojnásobok súčasnej hodnoty.<sup>112</sup> V porovnaní s obdobím 1986 – 2005, globálna priemerná teplota by dosiahla 2,6 °C až 4,8 °C.<sup>113</sup>

Jednotlivé RCPs boli zostavené ako všeobecné modelové scenáre určené na špecifickejši výskum medzinárodnej vedeckej komunity, ale taktiež sú akýmsi varovným signálom aj pre politických činiteľov a širokú verejnosť. Jedným z ich cieľov je totiž upozorniť na budúci vývoj či už radiačného žiarenia, koncentrácie GHGs (pozri Graf 2), priemernej globálnej teploty, resp. z nich odvodených dopadov na zmeny vo využití pôdy, nárast hladiny oceánov alebo na biodiverzitu. Aby boli RCPs využiteľné pre rôzne výskumy a modelované oblasti sú zostavené na báze univerzálnosti, a preto zohľadňujú len mieru emisnej zodpovednosti spoločnosti na procese zmeny klímy. Avšak, nie len samotná úroveň produkcie skleníkových plynov, ale aj faktory ako technologické zmeny a inovácie v oblasti obnoviteľných energií a ekologickej produkcie, tiež ekonomický rast, rast obyvateľstva, vzdelanie, či medzinárodné vzťahy rovnako ovplyvňujú možný vývoj emisií. Aby bolo možné komplexnejšie určiť potenciálne vývoje emisií, bolo nevyhnutné zohľadniť tiež možné spoločenské a ekonomické smerovanie medzinárodného spoločenstva. Za týmto účelom paralelne s RCPs vznikli tzv. Spoločné socioekonomické scenáre zohľadňujúce tieto faktory, čím vytvárajú akýsi „most“ medzi cieľmi vedeckých

---

<sup>111</sup> IPCC AR5. 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.;

van VUUREN, Detlef P. et al. The Representative Concentration Pathways: An Overview. [online]. In: *Climatic Change*. 2011, vol. 109, no. 1-2, pp. 5-31. [cit. 2019-03-05]. ISSN: 1573-1480. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-011-0148-z#citeas>

<sup>112</sup> Súčasná hodnota ppmv podľa NOAA-ESRL dosiahla v marci 2019 hodnotu 411 ppmv CO<sub>2</sub>.

<sup>113</sup> IPCC AR5. 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.;

van VUUREN, Detlef P. et al. The Representative Concentration Pathways: An Overview. [online]. In: *Climatic Change*. 2011, vol. 109, no. 1-2, pp. 5-31. [cit. 2019-03-05]. ISSN: 1573-1480. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-011-0148-z#citeas>

konceptí, ich realizovateľnosťou a následnou implementáciou konkrétnych politických environmentálnych stratégií.

### 2.6.2 Spoločné socioekonomické scenáre (SSPs)

Spoločné socioekonomické scenáre prinášajú do Matice scenárov socioekonomickú dimenziu. SSPs sa zaoberajú piatimi odlišnými smermi vývoja medzinárodného spoločenstva pri absencii klimatických politík a zároveň, v kombinácii s mitigačnými cieľmi RCPs, napomáhajú modelovať spôsob dosiahnutia rôznych úrovní mitigačných a adaptačných politík. Oba scenáre sú vytvorené komplementárne, zatiaľ čo RCPs určujú potenciálny rôzny vývoj GHGs, SSPs modelujú, či potenciálna redukcia emisií bude alebo nebude dosiahnutá v kontexte socioekonomického vývoja.<sup>114</sup> Na základe kvantitatívnych a kvalitatívnych faktorov, SSPs prinášajú päť najpravdepodobnejších smerov vývoja v kontexte rastu populácie, politickej efektívnosti, nerovnosti v rámci a medzi krajinami, socioekonomického pokroku, inštitucionálnych faktorov, technologických zmien a environmentálnych podmienok.<sup>115</sup>

Prvým scenárom je tzv. zelená cesta udržateľnosti, SSP1. SSP1 predpokladá iba nízke budúce výzvy pre mitigáciu a adaptáciu v prípade, ak sa svetové spoločenstvo vydá na cestu trvalej udržateľnosti rešpektujúcej environmentálne hranice. Toto smerovanie by do roku 2100 zabezpečilo inkluzívny rozvoj v súlade s plnením cieľov SDGs a zníženie nerovností medzi, ako aj v rámci krajín. Investície do vzdelania, zdravia a technológií a inovácií zabezpečia demografickú tranzíciu a rapidný technologický vývoj šetrný k životnému prostrediu, vrátane energetických a poľnohospodárskych odvetví.<sup>116</sup> SSP1 predpokladá najviac ambicióznou cestu v kontexte trvalo udržateľného rozvoja a ľudského blahobytu. Spomedzi piatich socioekonomických scenárov ho preto môžeme pokladať za najekologickejší.

---

<sup>114</sup> HAUSFATHER, Zeke. Explainer: How 'Shared Socioeconomic Pathways' explore future climate change. [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné na: <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change>

<sup>115</sup> van VUUREN Detlef P. et al. A new scenario framework for Climate Change Research: scenario matrix architecture. [online]. In: *Climatic Change*. 2014, vol. 122, no. 3, pp. 373-386. [cit. 2019-03-04]. ISSN: 1573-1480. Dostupné na <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0906-1>

<sup>116</sup> O'NEILL, Brian C. et al. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. [online]. In: *Climatic Change*. 2014, vol. 122, no. 3, pp. 387-400. [cit. 2019-03-09] ISSN: 1573-1480. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0905-2> ;

RIAHI, Keywan et al. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview [online]. In: *Global Environmental Change*. 2017, vol. 42, pp. 153-168. [cit. 2019-03-04]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300681>

Stredné výzvy pre mitigáciu a adaptáciu predstavuje scenár tzv. Strednej cesty, SSP2. Na rozdiel od SSP1, pri tomto vývoji nedôjde k markantnému posunu v sociálnych, ekonomických a technologických trendoch. Rozvoj je v rámci SSP2 zostavený na princípoch SDGs, avšak medzinárodné spoločenstvo bude schopné dosiahnuť len pomalý pokrok v ich plnení. Rast príjmov bude preto nerovnomerný, rast obyvateľstva sa stabilizuje až v druhej polovici 21. storočia a aj keď celkové využívanie prírodných zdrojov a energií poklesne, naďalej bude nevyhnutné čeliť degradácii životného prostredia.<sup>117</sup> SSP2 preto predstavuje strednú cestu medzi striktnou cestou udržateľného rozvoja a SSP3.

Vývoj podľa scenára SSP3 bude vyžadovať vysoké mitigačné a adaptačné opatrenia v prípade, že medzinárodné spoločenstvo chce uvažovať o dosiahnutí cieľa 2 °C. Tzv. kamenistá cesta predpokladá na konci 21. storočia svet regionálnej rivality, v ktorom sa krajiny, kvôli znovu ožívajúcemu nacionalizmu a regionálnym konfliktom, zameriavajú predovšetkým na domáce, max. regionálne problémy. S cieľom energetickej a potravinovej bezpečnosti v rámci jednotlivých území, krajiny abstrahujú od rastúcich nerovností vo svete a pomalšieho ekonomického rastu. Investície na vzdelanie a výskum klesajú, čo spôsobuje rýchly rast populácie v rozvojových krajinách, pretrvávajúci rast emisií a silnú degradáciu prostredia, náchylnosť na klimatické zmeny a nízku adaptačnú kapacitu v niektorých častiach sveta.<sup>118</sup>

V prípade, že dôjde k vývoju založenému na výraznej nerovnosti regiónov, medzi rozvinutými a rozvojovými krajinami bude vznikať vývojová medzera, odzrkadľujúca sa najmä v schopnosti zmiernovať a adaptovať sa na zmeny v ekosystéme Zeme. V rozvinutých krajinách, resp. u historicky najväčších emitentov, dôjde k implementácii rapídneho technologického pokroku, pretože na nich bol vyvíjaný najväčší tlak ohľadom zmiernovania následkov klimatických zmien. Na druhej strane, v ostatných regiónoch dôjde len k pomalému ekonomickému rastu a zvyšujúcej sa nerovnosti a izolovanosti, čo ich predurčí na vysokú náchylnosť zároveň s limitovanými kapacitami na adaptáciu.<sup>119</sup>

---

<sup>117</sup> O'NEILL, Brian C. et al. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. [online]. In: *Climatic Change*. 2014, vol. 122, no. 3, pp. 387-400. [cit. 2019-03-09] ISSN: 1573-1480. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0905-2> ;

RIAHI, Keywan et al. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview [online]. In: *Global Environmental Change*. 2017, vol. 42, pp. 153-168. [cit. 2019-03-04]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300681>

<sup>118</sup> Ibid.

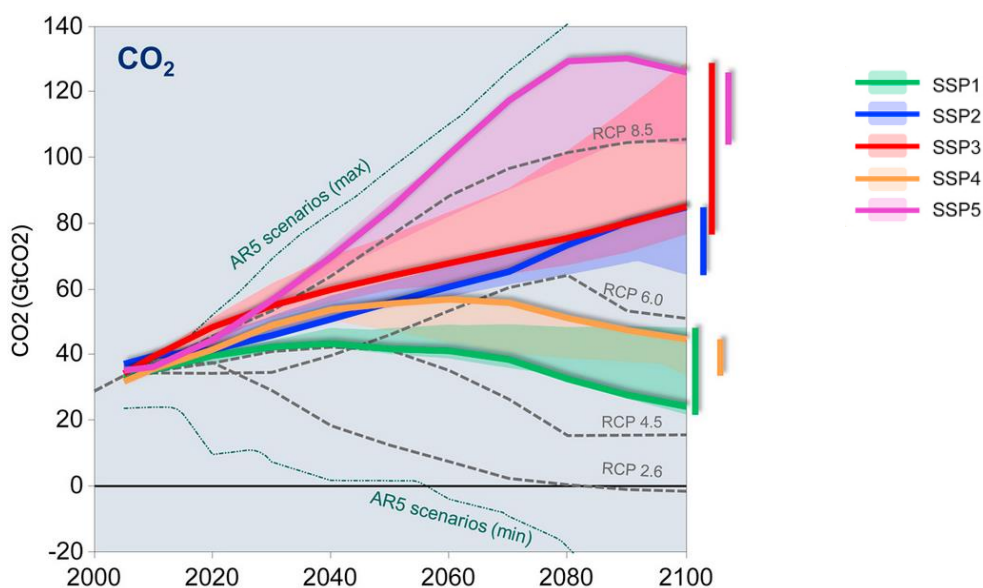
<sup>119</sup> Ibid.

Scenár SSP4 preto predstavuje nízke výzvy pre mitigáciu, avšak vysoké pre následnú adaptáciu.

Scenár SSP5 naopak prinesie vysoké výzvy pre mitigáciu a nízke pre adaptáciu, nakoľko je založený na predpoklade rozvoja na základe fosílnych palív. SSP5 predpokladá vznik vysoko konkurenčných a integrovaných trhov, rapidný technologický a inovačný pokrok, rozvoj ľudského kapitálu a vysoké investície do zdravia a vzdelania. Všetky tieto faktory, spolu s intenzívnym využívaním fosílnych zdrojov energie, vedú k rýchlemu ekonomickému rastu, zatiaľ čo životné prostredie je spravované aj na základe alternatívnych technológií, akou je napríklad geoinžinierstvo.<sup>120</sup>

Na základe Spoločných socio-ekonomických scenárov sa, podobne ako pri RCPs, dá modelovať vývoj koncentrácií GHGs v rôznych odvetviach. Pre lepšiu predstavu vývoja, na základe scenárov SSPs, uvádzame nasledujúci graf potenciálnych koncentrácií CO<sub>2</sub> do roku 2100. Zámerné vyberáme vplyv SSP na koncentráciu práve CO<sub>2</sub>, kvôli možnému porovnaniu s Grafom 2 zobrazujúcim RCPs.

**Graf 3:** Vplyv Spoločných socioekonomických scenárov na vývoj CO<sub>2</sub>.



Zdroj: RIAHI, K. et al. 2017. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview.

<sup>120</sup> O'NEILL, Brian C. et al. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. [online]. In: *Climatic Change*. 2014, vol. 122, no. 3, pp. 387-400. [cit. 2019-03-09] ISSN: 1573-1480. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0905-2> ;

RIAHI, Keywan et al. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview [online]. In: *Global Environmental Change*. 2017, vol. 42, pp. 153-168. [cit. 2019-03-04]. Dostupné na: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300681>

Každý zo scenárov SSPs predstavuje určité podmienky pre vývoj či už radiačného žiarenia, GHGs alebo s nimi spojenými dôsledkami. V rámci jednotlivých vývojových scenárov preto môžu nastať viaceré (alebo aj všetky) scenáre RCPs. To znamená, že napríklad predpoklad RCP2.6 môže nastať rovnako vo svete trvalej udržateľnosti (SSP1) ako aj vo svete regionálnej rivality (SSP3). Rozdiel je však v pravdepodobnosti dosiahnutia cieľov RCPs, ako aj úrovni dodatočných mitigačných alebo adaptačných opatrení. Pri tvorbe environmentálnych stratégií a plánov je preto rozhodujúci výber najvhodnejšej kombinácie SSPs a RCPs pre danú krajinu, resp. región. K takémuto účelu môže slúžiť práve Matica scenárov kombinujúca potenciálne budúce obrazy vývoja sveta so scenármi vývoja radiačného žiarenia. Matica scenárov na základe Integrovaných hodnotiacich modelov (IAM)<sup>121</sup> zobrazuje realizovateľnosť a pravdepodobnosť dosiahnutia predpokladov RCPs v jednotlivých svetoch SSPs a tiež odporúča úroveň mitigácie a adaptácie dodatočne potrebnú na ich dosiahnutie.<sup>122</sup>

Matica umožňuje konkrétnym politickým činiteľom vybrať pre svoju krajinu najvhodnejší scenár pre budúci vývoj podľa toho, aký cieľ radiačného žiarenia chcú dosiahnuť a aké socioekonomické smerovanie majú vytýčené vo svojej národnej stratégii. V kontexte aplikácie konceptov Planetárnych medzí a Prahov zlomu ju teda považujeme za nevyhnutný rozhodovací nástroj, ktorý tak ako pri procese klimatických zmien, rovnako aj pri ostatných procesoch dokáže odporučiť najvhodnejšiu stratégiu pre rozvoj v rámci Planetárnych hraníc.

## **2.7 Národné adaptačné stratégie, národné adaptačné plány a koncept Prahov zlomu**

Pri uvažovaní o aplikácii konceptu Prahov zlomu ako adaptačnej stratégie v rámci súčasných environmentálnych stratégií a plánov štátov je tiež náležité zvážiť, do akej miery existujúce environmentálne politiky, resp. politické ciele, odzrkadľujú kritické oblasti ekosystému Zeme, akými sú Prahov zlomu. Je preto vhodné zistiť, ktoré krajiny koncept Prahov zlomu využívajú pri tvorbe svojich environmentálnych stratégií. Za týmto účelom sme uskutočnili výskum, založený na hľadaní prienikov medzi kvantitatívnym

---

<sup>121</sup> Integrované hodnotiace modely (Integrated Assessment models) sú počítačové simulácie využívajúce podmienky SSPs a na ich základe generujúce rôzne scenáre pre potenciálne dosiahnuteľnú úroveň radiačného žiarenia.

<sup>122</sup> HAUSFATHER, Zeke. Explainer: How 'Shared Socioeconomic Pathways' explore future climate change. [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné na: <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change>

vyjadrením Prahov zlomu a základnými princípmi a metodikou tvorby jednotlivých environmentálnych politík štátov. S cieľom získania čo možno najaktuálnejších údajov o súčasných politikách sme kontaktovali ministerstvá životného prostredia (MŽP) so žiadosťou o informáciu ohľadom konkrétnych environmentálnych stratégií spočívajúcu v nasledovných dvoch otázkach:

1. Uvažuje environmentálna stratégia, resp. plán vašej krajiny o koncepte Prahov zlomu?
2. V prípade, že áno, mohli by ste nám poskytnúť príklad konkrétnej aplikácie?

Kvôli možnému porovnaniu stanovísk s existenciou NAS a NAP, ale aj kvôli väčšej pravdepodobnosti implementácie konceptu v krajinách EÚ, sme ako cieľovú skupinu zvolili priestor EEA. Maďarská republika a Lotyšská republika do výskumu neboli zaradené pre nezverejnenie kontaktu na MŽP (v prípade Lotyšska) a pre aktuálnu nedostupnosť webovej stránky MŽP (v prípade Maďarska).

Prieskumu sa zúčastnilo 7 z 31 opýtaných členských štátov EEA: Česká republika, Fínsko, Holandsko, Nemecko, Nórsko, Slovensko a Španielsko. Na základe výsledkov nášho výskumu a v porovnaní so schémou 5 môžeme konštatovať, že napriek osvojeniu adaptačných stratégií a plánov, prevažnou väčšinou krajín EEA, ani jedna explicitne nehovorí o koncepte Prahov zlomu. Napriek tomu však niektoré z politík podstatu konceptu čiastočne adresujú (pozri tabuľku 2). Princípy Spoločnej politiky životného prostredia Českej republiky napríklad odzrkadľujú podstatu konceptu Prahov zlomu, ktorou je vyhýbanie sa nezvratným dôsledkom zmien v ekosystémoch Zeme. Adaptačná stratégia ČR taktiež priamo hovorí o niektorých oblastiach Prahov zlomu, Arktickej letnej ľadovcovej vrstve a Atlantickej termohalínnej cirkulácii a nepriamo o faktoroch západného Antarktického ľadovca a Grónskeho ľadovca, ktoré následne využíva ako východiská pre adaptačné opatrenia v jednotlivých oblastiach hospodárstva. Niektoré národné stratégie (napríklad Nórska stratégia) z konceptu Prahov zlomu zatiaľ síce nevychádzajú, ale v súčasnosti už uskutočňujú výskum v oblasti špecifických dôsledkov budúcich zmien v ekosystémoch a prekročenia Prahov zlomu v rámci územia svojej krajiny. Vďaka informáciám poskytnutých MŽP Slovenskej republiky sa podobný výskum momentálne uskutočňuje aj na úrovni EÚ, v rámci pripravovanej Správy o stave a výhľadoch životného prostredia 2020, ktorá sa bude zaoberať konceptami Prahov zlomu ako aj Planetárnych

medzí.<sup>123</sup> Autor konceptu Prahov zlomu, profesor Lenton v osobnej komunikácii uvádza, že v roku 2012 bola publikovaná štúdia EEA<sup>124</sup> pod vedením A. Levermana, ktorá sa zameriavala na oblasti klimatických prahov zlomu s potenciálnym vplyvom na Európu.<sup>125</sup> Táto štúdia analyzovala šesť klimatických subsystémov s významným vplyvom na územie Európy: Padovcov Arktídy, Antarktídy, Grónska a Álp, Atlantickú termohalínnu cirkuláciu a arktický ozón.<sup>126</sup> Úspešným príkladom je tiež adaptačná politika Holandska, tzv. Program Delta, ktorý ako východisko pre konkrétne adaptačné projekty využíva práve princípy konceptu Prahov zlomu a scenáre vývoja, aj keď podobne ako ostatné krajiny, samotný koncept v stratégii priamo neuvádza. Na druhej strane, krajiny ako Fínsko či Španielsko koncept neadresujú vôbec.

V nasledujúcej tabuľke uvádzame konkrétne reakcie zúčastnených krajín na nami položené vyššie uvedené otázky. V rámci odpovede uvádzame tiež príslušný orgán a oddelenie, ktoré nám stanovisko v mene ministerstva poskytlo. Stanoviská považujeme za rozhodujúce v kontexte smerovania environmentálnych politík jednotlivých krajín, avšak berieme do úvahy ich obmedzený obsah. Jednotlivé politiky síce, aj na základe reakcií ministerstiev, priamo o koncepte Prahov zlomu nehovoria, avšak len kvôli tomu nemôžeme tvrdiť, že koncept (podobne ako v ČR alebo v Holandsku) implicitne neadresujú. Hrozba presiahnutia prahov zlomu, nevratných zmien a konkrétne vyčíslené kritické hodnoty totiž často stimulujú prijímanie adaptačných politík, ako aj ich smerovanie. Implementácia konceptu Prahov zlomu by teda mohla uľahčiť prijímanie konkrétnych adaptačných opatrení a spolu s využitím scenárov tiež zefektívniť realizáciu špecifických projektov uskutočňovaných v rámci území jednotlivých krajín.

---

<sup>123</sup> Ministerstvo životného prostredia SR. CHRENKO M. Prosba o informáciu; Environmentálna politika SR. [e-mail]. Správa pre: Homolová K. 15.3.2019. [cit. 2019-03-16]. Osobná komunikácia.

Ministerstvo životného prostredia ČR. ZAMYSLICKÝ P. Prosba o informáciu; Environmentálna politika ČR. [e-mail]. Správa pre: Homolová K. 15.3.2019. [cit. 2019-03-16]. Osobná komunikácia.

Ministerstvo klímy a životného prostredia Nórska. HÅMSØ B. Request: Environmental Policy Information. [e-mail]. Správa pre: Homolová K. 08.3.2019. [cit. 2019-03-16]. Osobná komunikácia.

<sup>124</sup> Štúdia EEA „Potential Climatic Transitions with Profound Impact on Europe: Review of the Current State of Six ‘tipping Elements of the Climate System‘“ pod vedením Andersa Levermana, s účasťou prof. Lentona rozoberá potenciálne následky prekročenia prahov zlomu na území Európy a pravdepodobnosť ich nastania.

<sup>125</sup> LENTON T. M. Request: Environmental Policy Information. [e-mail]. Správa pre: Homolová K. 07.3.2019. [cit. 2019-03-16]. Osobná komunikácia.

<sup>126</sup> LEVERMANN, Anders et al. Potential Climatic Transitions with Profound Impact on Europe: Review of the Current State of Six ‘tipping Elements of the Climate System’. In: *Climatic Change*, vol. 110, no. 3, 2012, pp. 845-878. ISSN: 1573-1480.

**Tabuľka 2:** Stanoviská ministerstiev životného prostredia členov EEA o environmentálnej stratégii krajiny.

Členské štáty EEA	Reakcia na výskumnú otázku	Zodpovedný úrad a stanovisko
Belgicko	nie	
Bulharsko	nie	
Chorvátsko	nie	
Cyprus	nie	
Česká republika	áno	<p>Ministerstvo životného prostredia - Odbor energetiky a ochrany klímy</p> <p><b>„Samotná stratégia ČR (SPŽP) priamo termín Tipping Elements / Tipping Point neuvádza, avšak základné princípy politiky životného prostredia s konceptom viac-menej pracujú. Dva zo šiestich princípov (s. 3 – 5) zdôrazňujú: „Včasné zavádzanie preventívnych opatrení je efektívnejšie než náprava škôd v prípade nezvratne narušených ekosystémov,...“</b> (princíp prevencie); <b>„Ak hrozí nevratná škoda a jav nie je preskúmaný, aj napriek tomu sú prijímané preventívne opatrenia,...“</b> (princíp opatrnosti) Princípy sú kľúčové, nakoľko sú základom pre ďalšie dokumenty, ktoré vychádzajú zo SPŽP. Napr. Adaptačná stratégia ČR pracuje s niekoľkými scenármi zahŕňajúcimi koncept tipping elements: <i>„všetky scenáre naznačujú pokračovanie znižovania priemernej výšky a rozsahu snehovej pokrývky, roztápania permafrostu a pevninských, arktických, v obmedzenejšej miere i antarktických ľadovcov“</i>. (s. 11) <i>„Atlantická meridionálna cirkulácia bude mierne zoslabovať, avšak je veľmi nepravdepodobné, že by už počas tohto storočia mohla nastať jej náhla a nevratná zmena.“</i></p> <p><b>Adaptačná stratégia ČR priamo hovorí o „Arctic Sea-Ice“ a „Atlantic Thermohaline Circulation (THC)“ a nepriamo o faktorech „West Antarctic Ice Sheet“ (WAIS) a „Greenland Ice Sheet“ (GIS). Tieto faktory sú následne v rámci dokumentu použité ako východiská pre adaptačné opatrenia v jednotlivých oblastiach hospodárstva.“</b></p>
Dánsko	nie	
Estónsko	nie	
Fínsko	áno	<p>Ministerstvo životného prostredia -Odbor ochrany životného prostredia</p> <p><b>„koncept Prahov zlomu nie je známym pojmom“</b> v rámci environmentálnych politík Fínskej republiky</p>
Francúzsko	nie	
Grécko	nie	
Holandsko	áno	<p>Holandsko vo svojej stratégii explicitne nespomína pojem tipping points. V rámci klimatickej agendy avšak o niektorých oblastiach hovorí: <i>...výskum dokazuje rozsah ako aj nenávratnosť dopadov klimatických zmien ako napr. roztápanie permafrostu a ľadovcov a následné uvoľňovanie CO<sub>2</sub> a metánu či roztápanie Grónskeho ľadovca, a západnej Antarktídy za následku zvyšovania morskej hladiny. Môžeme a musíme sa vyhnúť nezvratným a nekontrolovateľným dôsledkom prudkého nárastu teploty a to v najväčšom možnom rozsahu. Holandsko sa musí adaptovať na klimatické zmeny a za tým účelom musí napr. posilniť hrádze a duny ako aj modifikovať búrkové odtoky aby bolo schopné ustáť nápor objemu vody.</i></p> <p><i>Klimatické scenáre rozpracované Kráľovským Holandským Meteorologickým Inštitútom (KNMI) v tomto smere slúžia na oboznámenie vlády o rizikách, ktorým naša krajina čelí.</i></p>
Island	nie	

Írsko	nie	
Lichtenštajnsko	nie	
Litva	nie	
Lotyšsko	-	-
Luxembursko	nie	
Maďarsko	-	-
Malta	nie	
Nemecko	áno	<p>Federálne ministerstvo pre životné prostredie, zachovanie prírody a nukleárnu bezpečnosť -Odbor všeobecných aspektov environmentálnej politiky</p> <p>„Spoločný environmentálny program 2030 publikovaný na úrovni ministerstva v roku 2016 bol vypracovaný v súlade s víziou udržateľného rozvoja, princípmi prevencie, systematického myslenia a inovácií a s ohľadom na limity životného prostredia. Hlavnou výzvou tohto programu je preto udržiavanie životného prostredia, ako v rámci Nemecka, tak globálne, v rámci Planétárnych medzí.</p> <p>Environmentálna stratégia Nemecka, Stratégia udržateľného rozvoja 2016 sa taktiež odvoláva na tzv. planetárne medze. Jej konkrétnymi cieľmi sú o. i., znižovanie využívania dusíka v poľnohospodárstve a jeho odplavovanie z riek do morí, znižovanie GHGs, udržateľné využívanie pôdy či prevencia deforestácie v rozvojových krajinách.</p> <p><b>Environmentálna stratégia Nemecka je teda postavená na mitigačnom koncepte Planétárnych medzí a priamo neadresuje koncept Prahov zlomu.“</b></p>
Nórsko	áno	<p>Ministerstvo klímy a životného prostredia -Klimatické oddelenie</p> <p>„Vo svojej stratégii sa Nórsko snaží zahŕňať najaktuálnejšie poznatky o dôsledkoch klimatických zmien. Environmentálna politika Nórska je úzko spätá s politikou EÚ a vážne berie aj poslednú správu IPCC o dôsledkoch 1,5 – 2 °C globálneho oteplenia. V októbri v roku 2017 nórska vláda zvolala expertný výbor s cieľom vyhodnotiť riziká spojené s klimatickými zmenami a ich význam pre ekonomiku Nórska. <b>Správa výboru</b> doručená v decembri 2018, okrem iného, <b>zahŕňa tiež následky prekročenia tipping points v klimatickom systéme.“</b></p>
Poľsko	nie	
Portugalsko	nie	
Rakúsko	nie	
Slovensko	áno	<p>Ministerstvo životného prostredia -Sekcia environmentálnej politiky EÚ a medzinárodných vzťahov -Inštitút environmentálnej politiky</p> <p>„Nevylučujeme, že by odborníci vytvárajúci podklady pre tvorbu stratégie SR mohli byť inšpirovaní konceptom Prahov zlomu. <b>Inštitút environmentálnej politiky, ktorý tvorbu Environmentálnej stratégie SR zastrešoval, sa však vyslovene tomuto konceptu nevenoval.</b></p> <p>Koncept tipping points (zatiaľ) nie je explicitne uvádzaný v EÚ legislatíve. Predpokladáme však, že budúci rok by už mali byť zverejnené konkrétne výsledky analýzy na EÚ úrovni v rámci Správy o stave a výhľadoch životného prostredia 2020 (SOER 2020), ktoré sa zaoberajú konceptmi tipping points či planetary boundaries.“</p>
Slovinsko	nie	
Spojené kráľovstvo	nie	
Španielsko	áno	<p>Ministerstvo pre ekologickú tranzíciu</p> <p>[V rámci environmentálnych politík] <b>„neadresujeme problematiku Prahov zlomu“</b></p>
Švajčiarsko	nie	

Švédsko	nie	
Taliansko	nie	
Turecko	nie	

Zdroj: Vlastné spracovanie na základe reakcií ministerstiev životného prostredia Českej republiky, Fínska, Holandska, Nemecka, Nórska, Slovenska a Španielska a profesora Lentona na otázky zaslané prostredníctvom e-mailovej pošty a na základe materiálov poskytnutých jednotlivými ministerstvami.

Napriek skutočnosti, že na položené otázky reagovala iba približne štvrtina oslovených MŽP EEA môžeme konštatovať, že v rámci environmentálnych politík krajín existuje priestor pre samotnú aplikáciu konceptu Prahov zlomu. Na základe odpovedí ministerstiev a poskytnutých materiálov o aktuálnych environmentálnych stratégiách sa totižto dozvedáme, že niektoré krajiny nepriamo princípy konceptu zahŕňajú. Ako sme už vyššie analyzovali, napríklad Česká republika či Holandsko vo svojich stratégiách rozoznávajú hrozbu v konkrétnych oblastiach Prahov zlomu v rámci svojho regiónu a tieto využívajú ako východiská pre následné adaptačné opatrenia. Práve faktor priamej hrozby, a to najmä pre spoločnosť, je v kontexte implementácie environmentálnych politík rozhodujúcim. Faktor hrozby stimuluje prijímanie politík, čo je možné vidieť aj v rámci nášho výskumu. Bezpochyby najviac ohrozené krajiny EEA ako Holandsko zvyšujú adaptáciu na klimatické zmeny na úroveň národnej priority, z čoho sa následne odvíjajú aj osobitosti ich politiky. Na druhej strane politiky krajín, ktoré sú priamymi a pretrvávajúcimi následkami ohrozené len krátkodobo a v menšej miere, neprejavujú znaky intenzívnej implementácie špecifických adaptačných opatrení.

Na základe bližšej analýzy a porovnania osobitostí, ktoré vykazujú jednotlivé environmentálne politiky krajín zúčastnených na výskume, pozorujeme pre krajiny charakteristické modely v kontexte spôsobu implementácie stratégie. Každá z krajín totiž vykazuje rôzne možnosti vedy ako aj rôznu úroveň politickej priority v rámci environmentálnych otázok. Tieto modely môžeme rozdeliť do štyroch kategórií. Prvý typ je charakteristický pre Slovenskú republiku. Implementácia stratégie je v rámci tohto modelu založená na preberaní a integrácii priorít medzinárodných organizácií a regionálnych zoskupení akými sú, v prípade SR napríklad EEA alebo EÚ, a preto ho nazývame integračným modelom. Napriek tomu, že environmentálna stratégia na základe integrácie implementuje najdôležitejšie ciele medzinárodného spoločenstva, na národnej úrovni často abstrahuje od politických a výskumných aktivít zameraných na špecifické problémy na území krajiny. Navyše, integračný model predpokladá tiež oneskorenie v implementácii politík na národnej úrovni, čo nakoniec môže viesť k zavedeniu

neaktuálnych politík<sup>127</sup>. Takýto model je teda vhodný pre krajiny, ktoré nemajú dostatočné kapacity potrebné pre dosiahnutie vysokej úrovne výskumu v oblasti komplexných zmien v ekosystémoch, a tiež pre krajiny, ktoré nie sú ohrozené následkami týchto zmien. Na druhej strane, ako model vedecký sme charakterizovali Nórsku implementáciu stratégie, ktorá sa vo veľkej miere opiera o vedecké hodnotiace správy tak medzinárodného charakteru, ako aj národného. Takýto prístup, vďaka vysokej úrovni výskumu, umožňuje využitie najaktuálnejších poznatkov o možných špecifických dôsledkoch ekosystémových zmien v rámci konkrétneho územia. V prípade absencie politického záujmu a spolupráce by však mohol byť neefektívnym. Tretím a najbežnejším typom je model založený na interakcii politík a vedeckej komunity, a teda ho nazývame interakčným modelom. Na základe nášho výskumu je charakteristický pre stratégiu Českej republiky, ale aj Nemecka. Čo sa týka efektívnosti, spolupráca medzi politickou a vedeckou komunitou predpokladá úspešné zavedenie stratégií, ktoré rešpektujú špecifickosť regiónu a nároky vedy. Takýto prístup je dôležitý najmä z hľadiska dostatočne rýchlej politickej reakcie na nové vedecké zistenia a včasné prispôbovanie politík, ktoré je nevyhnutné pri adaptácii na zmeny v ekosystéme. Takýto model teda považujeme vo všeobecnosti za najvhodnejší aj v kontexte aplikácie konceptu Prahov zlomu v environmentálnych stratégiách. Posledný štvrtý model je charakteristický pre environmentálnu politiku Holandska. Z hľadiska pozície vedy vo vytváraní politík je tento model blízky Nórskemu vedeckému. Kvôli zvyšujúcej sa priamej hrozbe a pozorovateľným dôsledkom najmä klimatickej zmeny avšak Holandsko uskutočňuje okamžité adaptačné kroky. Vďaka vysokej úrovni výskumu a priamej hrozbe prekročenia kritickej úrovne uskutočňuje Holandsko už niekoľko desaťročí adekvátne adaptačné opatrenia prostredníctvom konkrétnych národných adaptačných plánov. Holandský model, podobne ako Nórsky vedecký, by však bolo náročné aplikovať v rámci krajín, ktoré environmentálnu politiku nepovažujú za národnú prioritu.

---

<sup>127</sup> V niektorých prípadoch.

### 3 PRÍPADOVÉ ŠTÚDIE ADAPTAČNÝCH POLITÍK ZAHŔŇAJÚCICH PRAHY ZLOMU

*„Jednou z najväčších výziev [environmentálnych politík] je vysporiadanie sa s neistotou nie len v budúcom klimatickom systéme a životnom prostredí, ale tiež v kontexte populácie, hospodárstva a spoločnosti. Toto vyžaduje nový spôsob plánovania.“*

#### **Wim Kuijken, Splnomocnenec vlády Holandska v programe Delta, 2010**

Slová Wima Kuijkena naznačujú dve primárne východiská, od ktorých nemožno abstrahovať pri vytváraní nových politík rešpektujúcich neistotu v meniacich sa procesoch ekosystému Zeme. Dosiahnutie Prahov zlomu, resp. presiahnutie hranice Planetárnych medzí, či už na globálnej, regionálnej, národnej alebo lokálnej úrovni, môže mať nie len environmentálne následky, ale tiež aj ekonomické, spoločenské, bezpečnostné či politické. Na druhej strane, rovnako ako meniace sa prostredie vplýva na životné prostredie, ekonomiku, vytváranie politík a spoločnosť a jej bezpečnosť, tak aj tieto oblasti ovplyvňujú potenciálne dosiahnutie kritických hodnôt. Komplexnosť problému si preto vyžaduje zavedenie nového systému plánovania, ktorý by zahŕňal spomenuté faktory a neistotu ich vývoja, pričom by takýto systém bol schopný pružne reagovať na zmeny a flexibilne meniť už účinné politické stratégie.

Identifikácia a prispôbovanie politických cieľov, v súlade so zmenami v ekosystémoch, sú dôležitými súčasťami v riadení adaptácie. V súčasnosti sa stále viac venuje pozornosť otázke či dnešné postupy riadenia sú schopné vysporiadať sa so zmenami v ekosystémových procesoch, najmä s klimatickou zmenou a premenlivosťou klímy. Tento prístup naznačuje zmenu k *bottom-up* princípu, kedy základom pre implementáciu nových politík je vedomie politického zlyhania a neprijateľných zmien. Tieto nastávajú, v momente, keď je ako dôsledok zmien v ekosystéme prekročený sociálno-politický prah záujmu vyžadujúci zváženie nových stratégií, tzv. adaptačný prah zlomu. Či a ako dlho dokážu súčasné politiky byť efektívnymi v podmienkach globálnych zmien, je možné predpovedať na základe využitia rôznych scenárov vývoja a konceptu adaptačných prahov zlomu. Analýza pozostáva z identifikácie reťaze príčin a dôsledkov začínajúcej s definíciou súčasnej environmentálnej stratégie a opatreniami potrebnými na jej dosiahnutie. Následne sa vymedzuje optimálna a kritická hranica pre cielenú adaptačnú oblasť, konkrétny korešpondujúci proces, ktorý môže spôsobiť prekročenie tejto hranice a podmienky, za ktorých dôjde k nenaplneniu cieľov danej národnej stratégie. Scenáre

potenciálneho vývoja následne, na základe týchto údajov, dokážu predpokladať časový horizont, v ktorom môže dôjsť k prekročeniu adaptačných prahov zlomu.<sup>128</sup> Významným následkom koncipovania dopadov ekosystémových zmien v kontexte potenciálneho zlyhania politik a neprijateľných následkov zmien je vyvolanie diskusie o prahoch, ktoré spoločnosť nechce prekročiť. *Bottom-up* hodnotenie stimuluje dialóg medzi vedeckou a politickou komunitou o rozsahu potenciálne akceptovateľnej zmeny, časového zaradenia prahu zlomu, pravdepodobnosti nastania podmienok zmeny a ako odpoveď odporúča adaptačné opatrenia.<sup>129</sup> Obdobný prístup sa teda javí úspešným z hľadiska politickej reakcie na možnú priamu hrozbu pre spoločnosť, ako aj z hľadiska významnej spolupráce s vedeckou komunitou.

V tejto kapitole preto prinášame tri prípadové štúdie, ktoré demonštrujú priestor pre aplikáciu konceptu Prahov zlomu v adaptačných politikách. Aj keď z nášho výskumu vyplýva, že k aplikácii konceptu Prahov zlomu dochádza len v niekoľkých prípadoch adaptačných plánov a zatiaľ tento koncept nie je naplno prevzatý jednotlivými politickými stratégiami, nasledujúce prípadové štúdie dokumentujú jeho možný úspech. Implementáciou konceptu, či už environmentálnych, politických alebo spoločenských Prahov zlomu spolu so scenármi vývoja SSPs a RCPs, totiž krajiny môžu včas identifikovať hroziace ireverzibilné zmeny pri aktuálnych politických rozhodnutiach. Rovnako tak, z hľadiska podobných princípov konceptov Prahov zlomu a Planetárnych medzí, môžeme predpokladať potenciálny úspech aplikácie tiež Planetárnych medzí, ktoré na základe sémantickej analýzy odzrkadľujú podobný priestor pre aplikáciu v rámci medzinárodných dohôd.

### **3.1 Protipovodňová ochrana Rotterdamského prístavu**

Holandsko je krajinou ležiacou v rozsiahlej delte viacerých riek a na jeho území sa nachádza množstvo jazier, riek a kanálov. Navyše je nízko položenou krajinou a až tretina územia sa nachádza pod hladinou mora. Územie Holandska je preto jedným z najohrozenejších v rámci krajín EEA, a to nie len z hľadiska sezónnych záplav z roztápanjúceho sa snehu, ale tiež zo zvyšujúceho sa počtu búrkových záplav

---

<sup>128</sup> KWADIJK, J. C. J., et al. Using Adaptation Tipping Points to Prepare for Climate Change and Sea Level Rise: A Case Study in the Netherlands. [online]. In: *Wiley Interdisciplinary Reviews. Climate Change*. 2010, vol. 1, no. 5, pp. 729-740. [cit. 2019-03-12]. Dostupné na: <https://onlinelibrary-wiley-com-s.access-distant.sciences-po.fr/doi/full/10.1002/wcc.64>

<sup>129</sup> WERNERS, Saskia E., et al. Turning Points in Climate Change Adaptation. In: *Ecology and Society*. 2015, vol. 20, no. 4, p. 2. ISSN: 1708-3087.

prichádzajúcich od mora a ohrozujúcich prímorské mestá, ako aj podzemné zásoby pitnej vody a teda bezpečnosť pitnej vody pre obyvateľov. Čo sa týka manažmentu povodňových rizík, môžeme konštatovať, že v tomto smere je Holandsko priekopníkom, keď už po ničivých záplavách v roku 1953 začala vláda podnikat kroky smerujúce k ochrane obyvateľov.<sup>130</sup> V súčasnosti sú adaptačné plány krajiny súčasťou tzv. Programu Delta, ktorý bol implementovaný v roku 2010. Cieľom programu Delta je ochrániť územie Holandska od záplav ako v súčasnej dobe, tak aj v budúcnosti, tiež zabezpečiť dostatočné zásoby pitnej vody a vytvoriť z Holandska krajinu odolnú voči klimatickým zmenám. Program Delta je založený na adaptívnom manažmente územia delty a teda prispôsobovaniu a upravovaniu stratégie v čase, čo umožňuje zabezpečiť dodatočné nevyhnutné opatrenia potrebné pre správne smerovanie stratégie v súlade s najnovšími vedeckými poznatkami.<sup>131</sup>

Jednou z oblastí, na ktorú sa vzťahuje program Delta, je ochrana Rotterdamského prístavu. Kľúčovou pre ochranu tejto oblasti je bariéra Maeslant, umiestnená medzi prístavom a morským pobrežím (pozri prílohu E). V súlade s opatreniami Delta je bariéra uzatvorená v prípade, že nárast vodnej hladiny presiahne 3 m. Takéto opatrenie predchádza náhlemu zvýšeniu hladín riek vo vnútrozemí, na úrovni ktorej by vybudované priehrady neboli schopné odolať. K návratnosti podobnej udalosti v súčasnosti dochádza priemerne raz za približne 10 rokov, avšak rastúca hladina mora spôsobí, že k uzatvoreniu bariéry bude dochádzať častejšie. Na druhej strane, uzatvorenie bariéry bráni frekventovanej plavbe z a do prístavu, pričom podľa orgánov Rotterdamského prístavu, max. jedno uzavretie za rok je v tomto kontexte prípustné. Táto hranica je považovaná za jeden z dvoch adaptačných prahov zlomu pre prístav v Rotterdame. Frekvencia uzatvárania Maeslantskej bariéry teda závisí na výške hladiny mora, priebehu búrok a prietoku riek. Keď dôjde k uzatvoreniu bariéry, dochádza tiež k spätnému efektu a stúpaniu hladiny riek vo vnútrozemí. Z počítačových modelov po zakomponovaní týchto faktorov následne vyplýva, že nárast hladiny mora na úrovni 85 cm by znamenal dosiahnutie adaptačného prahu zlomu. Vzhľadom na to, že bariéra bola skonštruovaná pri max. náraste hladiny

---

<sup>130</sup> Government of the Netherlands. [s.a.]. Delta Programme: flood safety, freshwater and spatial adaptation. [online]. [cit.2019-03-14]. Dostupné na: <https://www.government.nl/topics/delta-programme/introduction-to-the-delta-programme>

<sup>131</sup> Government of the Netherlands. [s.a.]. Delta Programme 2019: Continuing the work on the delta: adapting the Netherlands to climate change in time. [online]. 2018, 118p. [cit.2019-03-14]. Dostupné na: <https://english.deltacommissaris.nl/documents/publications/2018/09/18/dp2019-en-printversie>

mora o 50 cm, výška bariéry predstavuje druhý adaptačný prah zlomu.<sup>132</sup> Z analýzy scenárov vývoja hladiny mora a aktuálnej stratégie pre ochranu Rotterdamského prístavu vyplýva, že Maeslantská bariéra môže byť v budúcnosti nedostatočným opatrením pre ochranu regiónu Rotterdamu. V prípade modelového scenáru s najmiernejším vývojom, t. j. 35 cm nárastom hladiny v roku 2100, by bariéra zostala naďalej efektívnou. Na druhej strane, 105 cm nárast hladiny ako najhorší scenár, by spôsobil dosiahnutie adaptačného prahu zlomu už okolo roku 2050 a frekvencia uzatvárania by prekročila hranicu jedno uzavretie za rok už v priebehu nasledujúcich niekoľko rokov.<sup>133</sup> Prípadová štúdia poukazuje na efektívnosť súčasných opatrení v podmienkach klimatických zmien, pričom využíva koncept adaptačných prahov zlomu a vývojové scenáre. V prípade bariéry Maeslant do dnešného dňa zatiaľ neboli prijaté konkrétne úpravy, avšak samotná prípadová štúdia bola základom pre štúdiu budúcich adaptačných opatrení Programu Delta a prijatie nových štandardov pre budovanie ochranných záplavových systémov.

### 3.2 Program znovuuvedenia lososov v rieke Rýn

Nasledujúca prípadová štúdia skúma účinok presiahnutia teplotného Prahu zlomu na program znovuuvedenia lososa vo vodách Rýnu a udržateľnosť samotného plánu. Losos atlantický bol v minulosti bežným druhom migrujúcim z oblastí severného Atlantiku do horských vôd Rýnu kvôli rozmnožovaniu. Rieka Rýn bola kedysi najväčšou riekou a útočiskom pre lososy atlantické v Európe, ktoré po nej migrovali až na územie Švajčiarskych Álp (pozri prílohu F). V 50. rokoch 20. storočia však losos z povodia Rýnu vymizol aj kvôli budovaniu hydroelektrární, ktoré migrácii vytvorili neprekonateľnú prekážku.<sup>134</sup>

Znovuuvedenie lososa atlantického do povodia Rýnu začalo v roku 1987 prijatím Rýnskeho akčného plánu, kedy sa jednotlivé krajiny, ale aj regionálne správne orgány a nevládne organizácie (NGOs) zapojili do implementácie plánu. Úsilie krajín vyvrcholilo v roku 2001, kedy bol adoptovaný Program Rýn 2020 o udržateľnom rozvoji Rýnu a navrátení migrácie lososa atlantického. V rámci programu boli vybudované alternatívne migračné trasy obchádzajúce hydroelektrárne až po územie Štrasburgu vo Francúzsku

---

<sup>132</sup> KWADIJK, Jacob C. J., et al. Using Adaptation Tipping Points to Prepare for Climate Change and Sea Level Rise: A Case Study in the Netherlands. [online]. In: *Wiley Interdisciplinary Reviews. Climate Change*. 2010, vol. 1, no. 5, pp. 729-740. [cit. 2019-03-14]. Dostupné na: <https://onlinelibrary-wiley-com-s.access-distant.sciences-po.fr/doi/full/10.1002/wcc.64>

<sup>133</sup> Ibid.

<sup>134</sup> Salmon come back initiative. [s.a.]. The River Rhine Salmon. [online]. [cit.2019-03-14]. Dostupné na: <http://www.salmoncomeback.org/the-river-rhine-salmon/>

a následne sa spustilo samotné uvedenie lososov. Najväčšou prekážkou pre dosiahnutie úspechu projektu je však klimatická zmena a s ňou spojené zvýšenie teploty vody, ktorá zhoršuje podmienky pre rozmnožovanie. Kritická hodnota závisí práve od teploty vody, ktorú losos atlantický dokáže tolerovať. Adaptačný prah zlomu je preto stanovený na hodnote 23 °C ako maximálnej možnej adaptačnej teplote, pričom pravdepodobnosť prekročenia tohto prahu stúpa aj s počtom dní, kedy teplota vody dosahuje túto hodnotu. Na základe faktorov teploty vody, počtu dní s hraničnou teplotou vody a zmeny klímy, boli vytvorené scenáre potenciálneho vývoja počtu dní v priebehu roka s teplotou vody nad 23°C. Zo scenárov vyplýva, že k prekročeniu adaptačného prahu zlomu, a teda k zlyhaniu programu, môže dôjsť pri zvýšení počtu takýchto dní na 40 dní/rok zo súčasných 20 dní/rok.<sup>135</sup> Na základe determinovania kritickej hodnoty pre adaptáciu lososa atlantického a využitia scenárov vývoja klímy môžeme následne určiť potenciálnu úspešnosť programu v roku 2100. Najkritickejší scenár vývoja predpokladá prekročenie adaptačného prahu už približne v roku 2030. Päť z ôsmich scenárov na druhej strane síce naznačujú presiahnutie hraničnej hodnoty, avšak následne by podľa nich mal počet „tropických“ dní znovu klesnúť pod úroveň 40 dní/rok, pričom tri scenáre neprekročia prah zlomu vôbec.<sup>136</sup>

Prípadová štúdia poukazuje na neistotu výsledného úspechu, resp. neúspechu programu Rýn 2020. Súčasné politické opatrenia pre znovuuvedenie lososov v rieke Rýn sa avšak môžu stať efektívnymi, nakoľko do scenárov v tom čase neboli zahrnuté niektoré faktory moderného modelovania na základe RCPs a SSPs, ako ani neistota spojená s adaptačnou kapacitou lososa atlantického. Dôkazom sú aj predbežné správy o počiatočnom úspechu programu a návrat lososov až po územie Štrasburgu vo Francúzsku.<sup>137</sup> Program znovuuvedenia lososov v rieke Rýn teda pravdepodobne môže byť úspešným a udržateľným, avšak kvôli existujúcim faktorom, ktorých charakter v súčasnosti nie je zrejмый, v tomto prípade existuje vyššia neistota.

### **3.3 Produkcia vína v Toskánsku**

Posledná prípadová štúdia sa zaoberá otázkou vplyvu klimatických zmien na produkciu vína v regióne Toskánska v Taliansku a udržateľnosťou súčasných postupov produkcie za podmienok zvyšujúcich sa teplôt. Taliansko je celosvetovo najväčším

---

<sup>135</sup> WERNERS, Saskia E., et al. Turning Points in Climate Change Adaptation. In: *Ecology and Society*. 2015, vol. 20, no. 4, p. 5. ISSN: 1708-3087.

<sup>136</sup> Ibid.

<sup>137</sup> Salmon come back initiative. [s.a.]. The River Rhine Salmon. [online]. [cit.2019-03-14]. Dostupné na: <http://www.salmoncomeback.org/the-river-rhine-salmon/>

producentom vína a vďaka komplexným podnebným podmienkam registruje až 2000 pôvodných druhov vín, čo je oproti druhému najväčšiemu producentovi, Francúzsku o 1600 druhov viac.<sup>138</sup> V regióne Toskánska sa pestovanie hrozna avšak nesústreďuje na kvantitu, ale najmä na kvalitu produkcie a návrat k tradičnému pestovaniu a pôvodným vínam, čomu nasvedčuje aj viac ako polovica územia s označením pôvodu. Viaceré združenia a odborové zväzy v Taliansku preto ponúkajú stimuly pre zvyšovanie kvality, ako aj zvyšovanie povedomia o estetických a environmentálnych komparatívnych hodnotách Toskánska.<sup>139</sup> Ochrana a prísna konzervácia regiónu Toskánska a kvality jeho vín však môže byť narušená vplyvom globálneho otepľovania. Vinohradníci už od počiatku nového milénia pozorujú dôsledky klimatických zmien v podobe narastajúceho počtu rokov s nadpriemernými teplotami, a preto volajú po adaptačných opatreniach. Vládi Talianska, ktorá presadzuje stratégiu zlepšovania kvality vín pri súčasnom zachovávaní estetiky krajiny, následne vyvstáva otázka či, resp. kedy sa produkcia vína v súčasnej forme stane neudržateľnou a či klimatická zmena prinúti vinohradníkov zmeniť pestovanú odrodu hrozna alebo skôr presunúť vinohrady do iných lokalít.

Medzi nárastom teploty a skracovaním vegetačného cyklu viniča existuje priamy vzťah. S rastúcou teplotou hrozno v súčasnosti dozrieva už o mesiac skôr ako pred 20 rokmi, čo postupne posúva obdobie zberu. Kvalita vína sa dokonca s rastúcou teplotou spočiatku taktiež zvyšuje, avšak za určitou hranicou začne klesať. Úroveň tejto hranice, resp. adaptačného prahu zlomu, závisí tiež od odrody, od zemepisnej šírky a nadmorskej výšky viníc. Na výpočet, kedy k adaptačnému prahu zlomu môže prísť, boli využité počítačové modely, ktoré vytvorili scenáre vývoja kvality vín v rámci rôznych nadmorských výšok pri meniacej sa teplote, zrážkach a úrovni CO<sub>2</sub>. Kvalita vín vyhovujúca národnej stratégii a neprekračujúca Prah zlomu bola určená na základe tzv. *vintage* hodnotenia, ktoré meria kvalitu vín na stupnici 0 – 100, pričom najkvalitnejšie vína, so známkou „vynikajúce, výnimočné“ dosahujú hodnotenie 90 – 100 bodov. Adaptačný prah zlomu bol teda, kvôli dosiahnutiu požadovanej kvality, kvantifikovaný na min. 85 bodové *vintage* hodnotenie. Scenáre vývoja následne predpokladajú, že kvalita vína vyprodukovaného z vinohradov vo vyšších nadmorských výškach do konca 21. storočia presiahne dnešné najkvalitnejšie vína, pestované v nižších nadmorských výškach.

---

<sup>138</sup> MIGLIETTA, P. P. – MORRONE, D. – LAMASTRA, L.. Water Footprint and Economic Water Productivity of Italian Wines with Appellation of Origin: Managing Sustainability through an Integrated Approach. In: *Science of the Total Environment*, 2018. vol. 633, p. 1281. ISSN: 0048-9697.

<sup>139</sup> Ibid.

To znamená, že počas nastávajúcich dvoch dekád bude najvhodnejšou oblasťou pre produkciu kvalitných vín pásmo medzi 200 – 500 m. n. m., avšak po prekročení prahu zlomu približne v roku 2040 bude kvalita vín z nižších nadmorských výšok postupne klesať pod úroveň 85 kvalitatívnych bodov. Model scenárov taktiež zobrazuje, adaptačné prahy zlomu pre presun viníc do vyššie položených regiónov. Napríklad pre vinice v súčasnosti vysadené v nadmorskej výške 300 m, bude okolo roku 2040 nutná adaptácia spočívajúca v zmene lokality o 100 m vyššie, inak by mohol hroziť pokles kvality pod hranicu 85 bodov v roku 2060. Adaptačný prah zlomu pre zmenu lokality je identifikovaný o približne 10 – 20 rokov v predstihu pred kvalitatívnym prahom zlomu kvôli časovej rezerve potrebnej pre vysadenie a narastenie nových viníc.<sup>140</sup>

Scenáre potenciálneho vývoja kvality vín v Toskánsku teda predpovedajú atraktivnosť vyššie položených viníc pre produkciu vín v druhej polovici 21. storočia (pozri prílohu G). Cieľom prípadovej štúdie je preto poukázať práve na túto skutočnosť a varovať vinárov pred možnými následkami klimatickej zmeny. Scenáre vývoja poskytujú časový „návod“ pre vinohradníkov v kontexte adaptácie. Takáto zmena si síce vyžaduje zmenu stratégie rovnako vlády ako aj samotných vinohradníkov, avšak na druhej strane zníži riziko prekročenia prahu zlomu, ktorý by pre oboch znamenal stratu príjmov a živobytia.

---

<sup>140</sup> WERNERS, Saskia E., et al. Turning Points in Climate Change Adaptation. In: *Ecology and Society*. 2015, vol. 20, no. 4, p. 5. ISSN: 1708-3087.

## ZÁVER

Vzájomné pôsobenie jednotlivých ekosystémov Zeme utvára charakter globálnych environmentálnych zmien objavujúcich sa v rozsahu ekologických, spoločenských a ekonomických systémov. Vedecké koncepcie Planetárnych medzí a Prahov zlomu sa snažia poukázať na a rešpektovať komplexnosť ekosystému Zeme, pričom vymedzujú hraničné hodnoty jednotlivých jeho subsystémov. Vymedzenie bezpečného priestoru pre ľudské aktivity sa ale, z politického hľadiska, javí veľmi kontroverzným a často predurčuje neúspech implementácie v konkrétnych politikách. Touto diplomovou prácou sme sa preto pokúsili nájsť spôsob aplikácie vedeckých konceptov Planetárnych medzí a Prahov zlomu ako východísk pre politické rozhodovanie a poukázať na možnosti, ktoré by vymedzenie kritických hodnôt v rámci predpokladaných scenárov vývoja mohlo priniesť v kontexte rozhodovania.

Na základe detailných analýz a porovnania medzinárodných environmentálnych zmlúv a regionálnych a národných stratégií s princípmi konceptov Planetárnych medzí a Prahov zlomu sme zistili, že pre ich aplikáciu existuje priestor a teda na výskumné otázky existuje kladná odpoveď. Toto tvrdenie podporuje aj skutočnosť, že jednotlivé environmentálne politiky, či už na globálnej, regionálnej alebo národnej úrovni, nepriamo princípy rozoberaných konceptov implementujú a často na ich základe aj formujú globálne ciele (napríklad SDGs), národné stratégie (napríklad Česká republika) a konkrétne adaptačné plány (napríklad Holandsko). Na základe prípadových štúdií môžeme navyše potvrdiť stanovenú hypotézu a konštatovať, že environmentálne politické stratégie vychádzajúce z konceptov Planetárnych medzí a Prahov zlomu, by boli efektívnejšie ako súčasné nepružné politiky. Aplikácia týchto konceptov, a najmä adaptačného konceptu Prahov zlomu, totiž vyžaduje implementáciu *bottom-up* princípu, ktorý umožňuje flexibilne reagovať na nepredvídateľné ekosystémové zmeny. Model environmentálnej politiky, postavený na komplexnom vedeckom základe kritických hodnôt prahov zlomu a kombinujúci prístup *bottom-up* a najnovšie scenáre vývoja RCPs a SSPs, je podľa nás spôsobom modernizácie súčasných environmentálnych adaptačných politík v podmienkach globálnych zmien. Na druhej strane, podstata koncepcie Planetárnych medzí tento koncept charakterizuje skôr ako mitigačný, a preto je, na rozdiel od adaptačného konceptu Prahov zlomu, aplikovateľný v medzinárodných dohovoroch, v rámci ktorých sa krajiny spoločne zaväzujú na zmierňovaní následkov zmien. Zostavením tohto modelu sme nakoniec

dosiahli stanovený cieľ práce. Koncepty sú teda komplementárnymi z hľadiska mitigácie a adaptácie, a preto by bolo vhodné aplikovať ich súčasne.

Aby bola implementácia koncepcií Planetárnych medzí a Prahov zlomu pri súčasných komplexných environmentálnych problémoch úspešná, vyžaduje si rešpektovanie nového systému, resp. modelu plánovania, ktorého podstatu sme už vyššie naznačili. Možnou prekážkou implementácie takéhoto modelu však môže byť súčasná fragmentácia jednotlivých globálnych dohôd, ako aj nedostatočná spolupráca a koordinácia pri plnení cieľov jednotlivých rámcov. Nezosúladenie globálnych priorít totiž často vedie k duplikácii, resp. k vytyčovaniu neefektívnych a vágnych cieľov. Na národnej úrovni na druhej strane hrozí pasívny prístup krajín, ktoré pred životným prostredím uprednostňujú alternatívne priority. Tieto štáty (podobne ako Slovensko) potom nasledujú integračný model zostavovania národných stratégií. Takýto model je, aj keď predpokladá implementáciu aktuálnych politík, podmienený adekvátnou úrovňou diskusie, výlučne ktorá zaručí praktickosť prevzatej politiky. Abstrahovaním od diskusie ako prekondicionality integračného modelu sa implementácia často stáva neúčinnou a neefektívnou nakoľko nedochádza k stotožneniu jej cieľov s prioritami jednotlivých sektorov. V tomto prípade integračného modelu hrozí riziko časovej medzery implementácie a teda často nedostatočne rýchla reakcia na nepredvídateľné zmeny.

Konkrétne prahy zlomu avšak nemusia byť výlučne globálneho, regionálneho či národného charakteru, ktorú sme rozoberali v práci. Riziko prekročenia kritickej hodnoty hrozí rovnako aj v lokálnych ekosystémoch, akými sú v rámci Slovenska napríklad územia smrekových lesov a ich ohrozenie lykožrútom alebo ohrozenie poriečnych častí Bratislavy tzv. storočnou či päťstoročnou vodou. Čo sa týka udržateľného riadenia lokálnych ekosystémov, v tomto smere je vhodné rešpektovať výskumné štúdie konkrétnych problémových oblastí zameraných na špecifický vlastný problém v rámci geografickej rozmanitosti krajiny. Integračný model vychádzajúci z preberania všeobecných cieľov EÚ či EEA je preto v riešení špecifických problémov krajiny nedostatočný a prepojenie vedy s vytváraním politickej stratégie je teda esenciálne.

Navyše koncepcia hraničných hodnôt je aplikovateľná nie len v oblasti environmentalistiky, ale s určitými obmenami rovnako aj v ekonomických, spoločenských a politických oblastiach, ako aj v oblasti ľudského zdravia. Všetky tieto sféry sú na seba totižto naviazané. Politickú oblasť reprezentujú adaptačné prahy zlomu, ktoré sme uvádzali

v rámci prípadových štúdií. Ďalší výskum aplikácie hraničných hodnôt, tiež v ostatných oblastiach, je však žiaduci.

V tejto diplomovej práci sme sa venovali zostaveniu nového modelu environmentálnych politík, ktorý rešpektuje komplexnosť ekosystému Zeme. Práve komplexnosť a ucelenosť ekosystému je podľa nás základom, od ktorého nemožno v rámci politík abstrahovať. Na druhej strane, pochopiť všetky súvislosti a systémy, na ktoré nadväzuje životné prostredie je utópiou. Príroda je mocnou a neprekonateľnou súperkou pokiaľ proti nej bojujeme. V prvej kapitole sme sa dozvedeli, že aj keď hrozí zánik niektorého z ekosystémov (napr. Amazonský prales), očakávame tiež zrod nového a možno dôležitejšieho ekosystému, ktorý prinesie život do doteraz nehostinných podmienok Sahary. Príroda si teda vždy nájde svoju cestu a aj keď sa domnievame, že sme ju premohli, ona si na nás zrejme len zvykla. Úlohou ľudstva je preto rešpektovať životné prostredie tak ako ono rešpektuje nás. Udržateľný rozvoj v rámci možností našej Planéty sa tak musí stať základom nielen environmentálnych politík, ale aj prioritou každého človeka, ktorý už dávno zabudol, že bol stvorený a existuje len vďaka prírode. Nie vždy je nutné ochraňovať životné prostredie, avšak nevyhnutným je nepretržite rátať so životným prostredím. *„Začnime teda pekne od začiatku. Príroda to robí každý rok.“* (Valeriu Butulescu, rumunský básnik a románopisec)

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] A/RES/70/1: 2015: Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015: Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.
- [2] ABBADIE, Luc. Ecological Science and Nature Based Solutions. [prednáška]. Paríž: Sciences Po, 2018.
- [3] AIM. Brussels Declaration on air pollution and health. [online]. 15.11.2018. [cit. 2019-2-12]. Dostupné na: <https://www.aim-mutual.org/wp-content/uploads/2018/11/AIM-Brussels-declaration-on-Air-Pollution-1.pdf>
- [4] Arizona State University. [s.a.]. Adaptation To Global Climate Change Is An Essential Response To A Warming Planet. V *ScienceDaily*. [online]. 8.2.2007 [cit. 2019-2-15]. Dostupné na: [www.sciencedaily.com/releases/2007/02/070207171745.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2007/02/070207171745.htm)
- [5] BARKER, S., RIDGWELL, A. Ocean Acidification. In *Nature Education Knowledge*. 2012, vol. 3, no. 10.
- [6] CIMATORIBUS, A. A., et al. Dansgaard-Oeschger Events: Tipping Points in the Climate System. In *Climate of the Past Discussions*. 2012, vol. 8, no. 5, p. 4269-4294. ISSN: 1814-9359.
- [7] COCKBURN, Jessica et al. How to Build Science-Action Partnerships for Local Land-use Planning and Management: Lessons from Durban, South Africa. [online]. In: *Ecology and Society*. 2016, vol. 21, no. 1. ISSN: 1708-3087. [cit. 2019-2-12]. Dostupné na: <https://www.ecologyandsociety.org/vol21/iss1/art28/>
- [8] COM(2013) 216 final: 2013: Oznámenie Komisie Európskemu parlamentu, Rade, Európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru a Výboru regiónov: Stratégia EÚ pre adaptáciu na zmenu klímy.
- [9] DAUGHTON, Christian G. Non-Regulated Water Contaminants: Emerging Research. [online]. In: *Environmental Impact Assessment Review*, vol. 24, no. 7, 2004, pp. 711-732. ISSN: 0195-9255. [cit. 2019-2-12]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2004.06.003Get>
- [10] Discover Tuscany. [s.a.]. Tuscany Pictures.com. [online]. [cit. 2019-03-26]. Dostupné na: <https://www.discovertuscany.com/>
- [11] ECE/EB.AIR/114: 2013: 1999 Protocol to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone to the Convention on Long- range Transboundary Air Pollution, as amended on 4 May 2012.

- [12] EGEGHY, Peter P. et al. The Exposure Data Landscape for Manufactured Chemicals. In *Science of the Total Environment*. 2012, vol. 414, pp. 159-166. ISSN: 0048-9697.
- [13] European Environment Agency. [s.a.]. National adaptation policy processes in European countries — 2014. [online]. 26.6.2014. 130pp. ISSN 1977-8449. [cit. 2019-2-15].
- [14] European Environment Agency. [s.a.]. Overview of national and sectoral adaptation strategies and plans in Europe. [online]. 30.11.2017. [cit. 2019-2-15]. Dostupné na: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/overview-of-national-and-sectoral-2national-and-sectoral-2>
- [15] Európska komisia. [s.a.]. Adaptation to climate change [online]. [cit. 2019-2-15]. Dostupné na: [https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/adaptation_en)
- [16] FCCC/CP/2015/10/Add.1: 2015: Paris Agreement.
- [17] FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1: 2015: Adoption of The Paris Agreement.
- [18] FCCC/INFORMAL/84: 1992: United Nations Framework Convention on Climate Change.
- [19] GALATSIDAS, Achilleas – SHEEHY, Finbarr. What have the millennium development goals achieved? [online]. In: *The Guardian*, 6.7.2015 [cit.2019-2-10]. ISSN: 1756-3224 Dostupné na: <https://www.theguardian.com/global-development/datablog/2015/jul/06/what-millennium-development-goals-achieved-mdgs>
- [20] Government of the Netherlands. [s.a.]. Delta Programme 2019: Continuing the work on the delta: adapting the Netherlands to climate change in time. [online]. 2018, p.13. [cit.2019-03-14]. Dostupné na: <https://english.deltacommissaris.nl/documents/publications/2018/09/18/dp2019-en-printversie>
- [21] Government of the Netherlands. [s.a.]. Delta Programme: flood safety, freshwater and spatial adaptation. [online]. [cit.2019-03-14]. Dostupné na: <https://www.government.nl/topics/delta-programme/introduction-to-the-delta-programme>
- [22] HAUSFATHER, Zeke. Explainer: How ‘Shared Socioeconomic Pathways’ explore future climate change. [online]. [cit. 2019-03-04]. Dostupné na: <https://www.carbonbrief.org/explainer-how-shared-socioeconomic-pathways-explore-future-climate-change>

- [23] HÄYHÄ, Tiina, et al. From Planetary Boundaries to National Fair Shares of the Global Safe Operating Space — how can the Scales be Bridged? In: *Global Environmental Change*, vol. 40, 2016, pp. 60-72. ISSN: 0959-3780.
- [24] HOLDGATE, Martin W. Our Common Future: The Report of the World Commission on Environment and Development. [online]. In: *Environmental Conservation*. Oxford: Oxford University Press, 1987, vol. 14, no. 3, p. 282. [cit. 2018-02-10]. ISSN: 1469-4387. Dostupné na: [www.un-documents.net/ocf-02.htm](http://www.un-documents.net/ocf-02.htm)
- [25] Ch\_XXVII\_2\_a: 1987: Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer.
- [26] Ch\_XXVII\_8: 1992: Convention on biological diversity.
- [27] IISD. [s.a.]. Sustainable Development. [online]. [cit. 2019-2-12]. Dostupné na: <https://www.iisd.org/topic/sustainable-development>
- [28] IPCC AR4. 2007: Global Climate Projections. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press, 2007, p748 – 845. ISBN 978-0-521-88009-1.
- [29] IPCC AR5. 2013: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press. 29pp.
- [30] IPCC AR5. 2014: Social, Economic and Ethical Concepts and Methods. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change: Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014, p. 211- 282. ISBN: 978-1-107-65481-5.
- [31] IPCC AR5. 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of WG I, II and III to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Geneva: IPCC, 2014. 151pp. ISBN 978-92-9169-143-2.
- [32] IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the IPCC. 2007. Geneva: IPCC. 104 pp.
- [33] IPCC. IPCC Special report: Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons. Cambridge: Cambridge University Press, 2005. 478pp.
- [34] IPCC. Land Use, Land-Use Change and Forestry. [online]. [cit. 2018-10-29]. Dostupné na: [http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land\\_use/index.php?idp=44](http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land_use/index.php?idp=44)

- [35] IPCC. Special Report: Global Warming of 1.5C. Geneva: IPCC, 2018. 538pp. ISBN 978-92-9169-151-7.
- [36] İRIŞAND, Doruk – TAVONI, Alessandro. Tipping points and loss aversion in international environmental agreements. [online]. 2016, 31pp. [cit. 2019-2-15]. Dostupné na: <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2016/05/Working-Paper-239-iris-and-Tavoni.pdf>
- [37] IVANOVICH Casey – OCKO, Ilissa. Everything you need to know about climate tipping points. [online]. 1. 11. 2017. [cit. 2018-11-01]. Dostupné na: <http://blogs.edf.org/climate411/2017/11/01/everything-you-need-to-know-about-climate-tipping-points/>
- [38] KLIJN F. et al. Towards climate-change proof flood risk management. [online]. 2012. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na: [https://www.researchgate.net/publication/324991625\\_Towards\\_climate-change\\_proof\\_flood\\_risk\\_management\\_Interim\\_report\\_full\\_text](https://www.researchgate.net/publication/324991625_Towards_climate-change_proof_flood_risk_management_Interim_report_full_text)
- [39] KOM(2007) 354: 2007: Zelená kniha Komisie rade, Európskemu parlamentu, Európskemu hospodárskemu a sociálnemu výboru a Výboru regiónov: Prispôsobenie sa zmene klímy v Európe – možnosti na uskutočnenie opatrení na úrovni EÚ.
- [40] KOM(2009) 147: 2009: Biela kniha: Adaptácia na zmenu klímy: Európsky rámec opatrení.
- [41] KWADIJK, Jacob C. J., et al. Using Adaptation Tipping Points to Prepare for Climate Change and Sea Level Rise: A Case Study in the Netherlands. [online]. In: *Wiley Interdisciplinary Reviews. Climate Change*. 2010, vol. 1, no. 5, pp. 729-740. [cit. 2019-03-12]. Dostupné na: <https://onlinelibrary-wiley-com-s.access-distant.sciences-po.fr/doi/full/10.1002/wcc.64>
- [42] L 171/13: 1981: Convention on long-range transboundary air pollution.
- [43] LAPWORTH, D. J., et al. Persistent and Emerging Micro-Organic Contaminants in Chalk Groundwater of England and France. [online]. In: *Environmental Pollution*, vol. 203, 2015, pp. 214-225. ISSN: 0269-7491. [cit. 2019-2-12]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.02.030>
- [44] LENTON T. M. Request: Environmental Policy Information. [e-mail]. Správa pre: Homolová K. 07.03.2019. [cit. 2019-03-16]. Osobná komunikácia.
- [45] LENTON, Timothy M. Early Warning of Climate Tipping Points. [online prezentácia]. 2017. [cit. 2018-11-01] Dostupné na: [http://www.to.isac.cnr.it/aosta/LecturesSeminars/Lenton\\_3.pdf](http://www.to.isac.cnr.it/aosta/LecturesSeminars/Lenton_3.pdf)

- [46] LENTON, Timothy M. et al. Tipping elements in the Earth's climate system. In *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.
- [47] LENTON, Timothy. M. et al. Appendix 1: Formal Definition of a Tipping Element and Its Tipping Point. In *PNAS*. Washington DC: US National Academy of Sciences, 2008, vol. 105, no. 6, p. 1786–1793. ISSN: 0027-8424.
- [48] LEVERMANN, Anders et al. Potential Climatic Transitions with Profound Impact on Europe: Review of the Current State of Six ‘tipping Elements of the Climate System’. In: *Climatic Change*, vol. 110, no. 3, 2012, pp. 845-878. ISSN: 1573-1480.
- [49] LYTHER, Matthew. B. – VAUGHAN, David. G. *BEDMAP: A new ice thickness and subglacial topographic model of Antarctica*. [online]. In: *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. vol. 106, no. B6, 2001, pp. 11335-11351. [cit. 2018-11-03]. ISSN: 2169-9356.
- [50] MIGLIETTA, Pier P. – MORRONE, Domenico – LAMASTRA, Lucrezia. Water Footprint and Economic Water Productivity of Italian Wines with Appellation of Origin: Managing Sustainability through an Integrated Approach. In: *Science of the Total Environment*, 2018. vol. 633, pp. 1280-1286. ISSN: 0048-9697.
- [51] Ministerstvo klímy a životného prostredia Nórska. HÅMSØ B. Request: Environmental Policy Information. [e-mail]. Správa pre: Homolová K. 08.03.2019. [cit. 2019-03-16]. Osobná komunikácia.
- [52] Ministerstvo pre ekologickú tranzíciu Španielska. AZNAR CANO I. Request: Environmental Policy Information. [e-mail]. Správa pre: Homolová K. 06.03.2019. [cit. 2019-03-16]. Osobná komunikácia.
- [53] Ministerstvo pre životné prostredie, zachovanie prírody a nukleárnu bezpečnosť Nemecka. KERSTIN A. Request: Environmental Policy Information. [e-mail]. Správa pre: Homolová K. 20.03.2019. [cit. 2019-03-20]. Osobná komunikácia.
- [54] Ministerstvo životného prostredia ČR. ZAMYSLICKÝ P. Prosba o informáciu; Environmentálna politika ČR. [e-mail]. Správa pre: Homolová K. 15.03.2019. [cit. 2019-03-16]. Osobná komunikácia.
- [55] Ministerstvo životného prostredia Fínska. AHONEN U. Request: Environmental Policy Information. [e-mail]. Správa pre: Homolová K. 26.02.2019. [cit. 2019-03-16]. Osobná komunikácia.

- [56] Ministerstvo životného prostredia Holandska. BOSCH C. Request: Environmental Policy Information. [e-mail]. Správa pre: Homolová K. 04.03.2019. [cit. 2019-03-16]. Osobná komunikácia.
- [57] Ministerstvo životného prostredia SR. CHRENKO M. Prosba o informáciu; Environmentálna politika SR. [e-mail]. Správa pre: Homolová K. 15.03.2019. [cit. 2019-03-16]. Osobná komunikácia.
- [58] NASA Earth Observatory. [s.a.]. Aerosol Optical Depth. [online]. [cit. 2018-10-29]. Dostupné na: [https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MODAL2\\_M\\_AER\\_OD](https://earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MODAL2_M_AER_OD)
- [59] NASA. [s.a.]. Long-term warming trend continued in 2017 : NASA, NOAA [online]. 18. 1. 2018 [cit. 2018-11-03]. Dostupné na: <https://climate.nasa.gov/news/2671/long-term-warming-trend-continued-in-2017-nasa-noaa/>
- [60] NASA. [s.a.]. Responding to Climate Change. [online]. [cit. 2019-2-17]. Dostupné na: <https://climate.nasa.gov/solutions/adaptation-mitigation/>
- [61] Nature Conservancy. [s.a.] Boreal Forest. [online]. [cit. 2018-02-28]. Dostupné na: <https://www.nature.org/en-us/get-involved/how-to-help/places-we-protect/boreal-forest/>
- [62] O'NEILL, Brian C. et al. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. [online]. In: *Climatic Change*. 2014, vol. 122, no. 3, pp. 387-400. [cit. 2019-03-09] ISSN: 1573-1480. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0905-2>
- [63] O'RIORDAN, T., LENTON, T. Addressing Tipping Points for a Precarious Future. [online]. Oxford: Oxford University Press, 2013. [cit. 2018-11-01]. ISBN: 978-01-972-6553-6. Dostupné na: <http://britishacademy.universitypressscholarship.com/view/10.5871/bacad/9780197265536.001.0001/upso-9780197265536-chapter-2>
- [64] OSPAR Convention: 1992: Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic.
- [65] Planetary Boundaries Research Network. [s.a.] Conceptualizing & Developing Boundaries. [online]. [cit. 2018-10-20]. Dostupné na: <http://www.pb-net.org/research/conceptualize>
- [66] Potsdam Institute for Climate Impact Research. Tipping Elements In Earth's Climate System. [online]. In *ScienceDaily*. 2008. [cit. 2018-02-26]. Dostupné na: [www.sciencedaily.com/releases/2008/02/080204172224.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2008/02/080204172224.htm)

- [67] RIAHI, Keywan et al. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. [online]. In: *Global Environmental Change*. 2017, vol. 42, pp. 153-168. [cit. 2019-03-04]. ISSN: 0959-3780. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>
- [68] ROCKSTRÖM, Johan et al. A safe operating space for humanity. [online]. In *Nature*. London: Nature Research, 2009, vol. 461, no. 7263, pp. 472-475 [cit. 2018-10-20]. ISSN 1476-4687. Dostupné na: <https://www.nature.com/articles/461472a>
- [69] ROCKSTRÖM, Johan et al. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. In *Ecology and Society*. Canada: Resilience Alliance, 2009, vol. 14, no. 2, 32p. ISSN 1708-3087.
- [70] ROCKSTRÖM, Johan. Abundance within planetary boundaries. [video]. Vienna: IIASA, 2015. [cit. 2018-10-28]. Dostupné na: <http://www.iiasa.ac.at/web/home/about/events/150312-Rockstrom.html>
- [71] ROCKSTRÖM, Johan. Let the environment guide our development [video]. TEDGlobal 2010, 2010. [cit. 2018-10-21]. Dostupné na: [https://www.ted.com/talks/johan\\_rockstrom\\_let\\_the\\_environment\\_guide\\_our\\_development](https://www.ted.com/talks/johan_rockstrom_let_the_environment_guide_our_development)
- [72] Royal Meteorological Society. [s.a.]. Tipping Points: Critical Thresholds for Climate Change. [online]. [cit. 2018-11-03]. Dostupné na: <http://www.metlink.org/climate/ipcc-updates-for-a-level-geography/tipping-points/#!/prettyPhoto/-1/>
- [73] Salmon come back initiative. [s.a.]. The River Rhine Salmon. [online]. [cit.2019-03-14]. Dostupné na: <http://www.salmoncomeback.org/the-river-rhine-salmon/>
- [74] SHMÚ. [s.a.]. Slovník klimatologických pojmov. [online]. [cit. 2018-02-26]. Dostupné na: <http://www.shmu.sk/sk/?page=1553>
- [75] STEFFEN, Will et al. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: *Science*. Washington, DC : AAAS, 2015, vol. 347, Issue 6223, p.736 – 746. ISSN 0036-8075.
- [76] Stockholm Resilience Centre. [s.a.]. The nine planetary boundaries. [online]. [cit. 2018-10-27]. Dostupné na: <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/planetary-boundaries/about-the-research/the-nine-planetary-boundaries.html>
- [77] Sustainable Development Goals Knowledge Platform. [s.a.]. SDGs. [online]. [cit. 2019-2-10]. Dostupné na: <https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300>

- [78] TVERSKY, Amos – KAHNEMAN, Daniel. Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty. [online]. In: *Journal of Risk and Uncertainty*, vol. 5, no. 4, 1992, pp. 297-323. ISSN: 1573-0476. [cit. 2019-2-15]. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00122574>
- [79] UNECE: 1992: Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes.
- [80] UNIS Vienna. [s.a.]. Ciele udržateľného rozvoja. [online]. [cit. 2018-02-12]. Dostupné na: [http://www.unis.unvienna.org/unis/sk/topics/sustainable\\_development\\_goals.html](http://www.unis.unvienna.org/unis/sk/topics/sustainable_development_goals.html)
- [81] United Nations No. 31363: 1982: United Nations Convention on the Law of the Sea.
- [82] United Nations UNFCCC: 1992: United Nations Convention to Combat Desertification.
- [83] United Nations: The Millenium Development Goals Report 2015. [online]. United Nations, New York, 2015. [cit. 2019-2-12]. ISBN 978-92-1-101320-7. Dostupné na: <https://climate.nasa.gov/solutions/adaptation-mitigation/>
- [84] van VUUREN, Detlef P. et al. The Representative Concentration Pathways: An Overview. [online]. In: *Climatic Change*. 2011, vol. 109, no. 1-2, pp. 5-31. [cit. 2019-03-05]. ISSN: 1573-1480. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-011-0148-z#citeas>
- [85] van VUUREN Detlef P. et al. A new scenario framework for Climate Change Research: scenario matrix architecture. [online]. In: *Climatic Change*. 2014, vol. 122, no. 3, pp. 373-386. [cit. 2019-03-04]. ISSN: 1573-1480. Dostupné na <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-013-0906-1>
- [86] VILLARRUBIA-GÓMEZ, Patricia et al. Marine Plastic Pollution as a Planetary Boundary Threat – the Drifting Piece in the Sustainability Puzzle. V *Marine Policy*. 2018, vol. 96, pp. 213-220. ISSN: 0308-597X.
- [87] WERNERS, Saskia E., et al. Thresholds, Tipping and Turning Points for Sustainability Under Climate Change. [online]. In: *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 5, no. 3-4, 2013, pp. 334-340. ISSN: 1877-3435. [cit. 2019-2-15]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.06.005>
- [88] WERNERS, Saskia E., et al. Turning Points in Climate Change Adaptation. In: *Ecology and Society*. 2015, vol. 20, no. 4, 12 p. ISSN: 1708-3087.
- [89] WHO. Clean Air For Health: Geneva Action Agenda. [online]. 1.11.2018. [cit. 2019-2-12]. Dostupné na: <https://www.who.int/phe/news/clean-air-for-health/en/>

# ZOZNAM PRÍLOH

## Príloha A: Planetárne medze, ich príslušná premenná, konkrétna kvantifikácia a súčasný stav.

Earth-system process	Control variable(s)	Planetary boundary (zone of uncertainty)	Current value of control variable
Climate change (R2009: same)	Atmospheric CO <sub>2</sub> concentration, ppm	350 ppm CO <sub>2</sub> (350–450 ppm)	398.5 ppm CO <sub>2</sub>
	Energy imbalance at top-of-atmosphere, W m <sup>-2</sup>	+1.0 W m <sup>-2</sup> (+1.0–1.5 W m <sup>-2</sup> )	2.3 W m <sup>-2</sup> (1.1–3.3 W m <sup>-2</sup> )
Change in biosphere integrity (R2009: Rate of biodiversity loss)	<i>Genetic diversity:</i> Extinction rate	< 10 E/MSY (10–100 E/MSY) but with an aspirational goal of ca. 1 E/MSY (the background rate of extinction loss). E/MSY = extinctions per million species-years	100–1000 E/MSY
	<i>Functional diversity:</i> Biodiversity Intactness Index (BII)  Note: These are interim control variables until more appropriate ones are developed	Maintain BII at 90% (90–30%) or above, assessed geographically by biomes/large regional areas (e.g. southern Africa), major marine ecosystems (e.g., coral reefs) or by large functional groups	84%, applied to southern Africa only
Stratospheric ozone depletion (R2009: same)	Stratospheric O <sub>3</sub> concentration, DU	<5% reduction from pre-industrial level of 290 DU (5%–10%), assessed by latitude	Only transgressed over Antarctica in Austral spring (~200 DU)
Ocean acidification (R2009: same)	Carbonate ion concentration, average global surface ocean saturation state with respect to aragonite ( $\Omega_{\text{arag}}$ )	≥80% of the pre-industrial aragonite saturation state of mean surface ocean, including natural diel and seasonal variability (≥80%– ≥70%)	~84% of the pre-industrial aragonite saturation state
Biogeochemical flows: (P and N cycles) (R2009: Biogeochemical flows: (interference with P and N cycles))	<i>P Global:</i> P flow from freshwater systems into the ocean	11 Tg P yr <sup>-1</sup> (11–100 Tg P yr <sup>-1</sup> )	~22 Tg P yr <sup>-1</sup>
	<i>P Regional:</i> P flow from fertilizers to erodible soils	6.2 Tg yr <sup>-1</sup> mined and applied to erodible (agricultural) soils (6.2–11.2 Tg yr <sup>-1</sup> ). Boundary is a global average but regional distribution is critical for impacts.	~14 Tg P yr <sup>-1</sup>
	<i>N Global:</i> Industrial and intentional biological fixation of N	62 Tg N yr <sup>-1</sup> (62–82 Tg N yr <sup>-1</sup> ). Boundary acts as a global 'valve' limiting introduction of new reactive N to Earth System, but regional distribution of fertilizer N is critical for impacts.	~150 Tg N yr <sup>-1</sup>

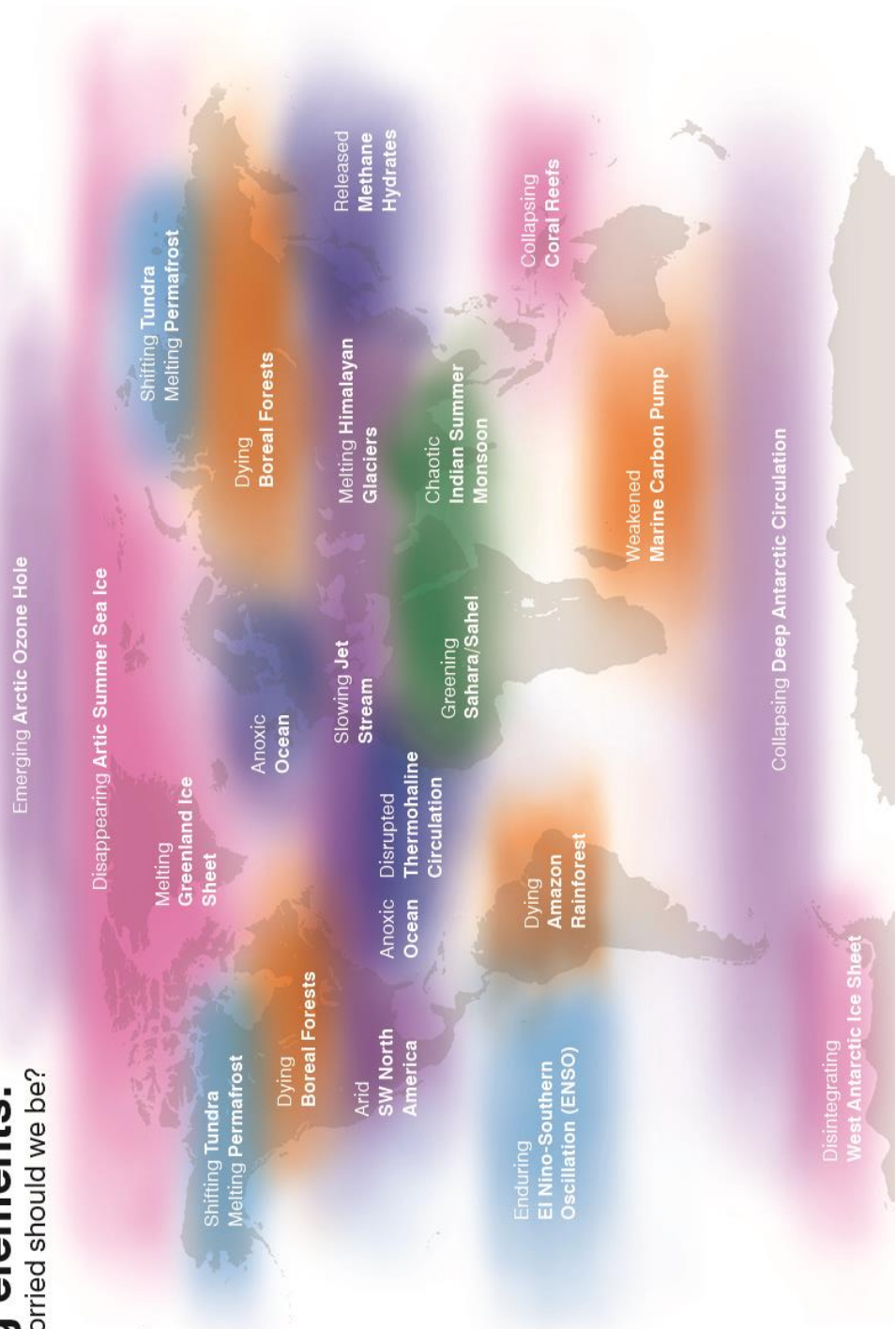
Earth-system process	Control variable(s)	Planetary boundary (zone of uncertainty)	Current value of control variable
Land-system change (R2009: same)	<i>Global:</i> Area of forested land as % of original forest cover	<i>Global:</i> 75% (75–54%) Values are a weighted average of the three individual biome boundaries and their uncertainty zones	62%
	<i>Biome:</i> Area of forested land as % of potential forest	<i>Biome:</i> Tropical: 85% (85–60%) Temperate: 50% (50–30%) Boreal: 85% (85–60%)	
Freshwater use (R2009: Global freshwater use)	<i>Global:</i> Maximum amount of consumptive blue water use ( $\text{km}^3\text{yr}^{-1}$ )	<i>Global:</i> $4000 \text{ km}^3 \text{ yr}^{-1}$ ( $4000\text{--}6000 \text{ km}^3 \text{ yr}^{-1}$ )	$\sim 2600 \text{ km}^3 \text{ yr}^{-1}$
	<i>Basin:</i> Blue water withdrawal as % of mean monthly river flow	<i>Basin:</i> Maximum monthly withdrawal as a percentage of mean monthly river flow. For low-flow months: 25% (25–55%); for intermediate-flow months: 30% (30–60%); for high-flow months: 55% (55–85%)	
Atmospheric aerosol loading (R2009: same)	<i>Global:</i> Aerosol Optical Depth (AOD), but much regional variation		0.30 AOD, over South Asian region
	<i>Regional:</i> AOD as a seasonal average over a region. South Asian Monsoon used as a case study	<i>Regional:</i> (South Asian Monsoon as a case study): anthropogenic total (absorbing and scattering) AOD over Indian subcontinent of 0.25 (0.25–0.50); absorbing (warming) AOD less than 10% of total AOD	
Introduction of novel entities (R2009: Chemical pollution)	No control variable currently defined	No boundary currently identified, but see boundary for stratospheric ozone for an example of a boundary related to a novel entity (CFCs)	

Zdroj: STEFFEN et al. 2015. Planetary Boundaries: Guiding human development on a changing planet. In: *Science*.

**Príloha B:** Potenciálne oblasti konceptu Prahov zlomu.

**Climate tipping elements:**  
What are they and how worried should we be?

- Most immediate threats
- Threshold in distant future
- Disastrous, yet uncertain
- Competing factors at play
- More research needed
- Gradual changes



Zdroj: IVANOVICH C., OCKO, I. 2017. Everything you need to know about climate tipping points.

**Príloha C:** Politicky relevantné potenciálne oblasti Prahov zlomu a ich konkrétna kvantifikácia. Subsystemy pod červenou čiarou nespĺňajú nie sú považované za oblasť Prahov zlomu nakoľko nespĺňajú jednu z podmienok 2 – 4.

Tipping element	Feature of system, $F$ (direction of change)	Control parameter(s), $\rho$	Critical value(s), <sup>†</sup> $\rho_{crit}$	Global warming <sup>‡</sup>	Transition timescale, <sup>†</sup> $T$	Key impacts
Arctic summer sea-ice	Areal extent (-)	Local $\Delta T_{air}$ , ocean heat transport	Unidentified <sup>§</sup>	+0.5–2°C	~10 yr (rapid)	Amplified warming, ecosystem change
Greenland ice sheet (GIS)	Ice volume (-)	Local $\Delta T_{air}$	+~3°C	+1–2°C	>300 yr (slow)	Sea level +2–7 m
West Antarctic ice sheet (WAIS)	Ice volume (-)	Local $\Delta T_{air}$ , or less $\Delta T_{ocean}$	+~5–8°C	+3–5°C	>300 yr (slow)	Sea level +5 m
Atlantic thermohaline circulation (THC)	Overturning (-)	Freshwater input to N Atlantic	+0.1–0.5 Sv	+3–5°C	~100 yr (gradual)	Regional cooling, sea level, ITCZ shift
El Niño–Southern Oscillation (ENSO)	Amplitude (+)	Thermocline depth, sharpness in EEP	Unidentified <sup>§</sup>	+3–6°C	~100 yr (gradual)	Drought in SE Asia and elsewhere
Indian summer monsoon (ISM)	Rainfall (-)	Planetary albedo over India	0.5	N/A	~1 yr (rapid)	Drought, decreased carrying capacity
Sahara/Sahel and West African monsoon (WAM)	Vegetation fraction (+)	Precipitation	100 mmyr	+3–5°C	~10 yr (rapid)	Increased carrying capacity
Amazon rainforest	Tree fraction (-)	Precipitation, dry season length	1,100 mmyr	+3–4°C	~50 yr (gradual)	Biodiversity loss, decreased rainfall
Boreal forest	Tree fraction (-)	Local $\Delta T_{air}$	+~7°C	+3–5°C	~50 yr (gradual)	Biome switch
Antarctic Bottom Water (AABW)*	Formation (-)	Precipitation–Evaporation	+100 mmyr	Unclear <sup>¶</sup>	~100 yr (gradual)	Ocean circulation, carbon storage
Tundra*	Tree fraction (+)	Growing degree days above zero	Missing <sup>‡</sup>	—	~100 yr (gradual)	Amplified warming, biome switch
Permafrost*	Volume (-)	$\Delta T_{permafrost}$	Missing <sup>‡</sup>	—	<100 yr (gradual)	CH <sub>4</sub> and CO <sub>2</sub> release
Marine methane hydrates*	Hydrate volume (-)	$\Delta T_{sediment}$	Unidentified <sup>§</sup>	Unclear <sup>¶</sup>	10 <sup>3</sup> to 10 <sup>5</sup> yr (>T <sub>E</sub> )	Amplified global warming
Ocean anoxia*	Ocean anoxia (+)	Phosphorus input to ocean	+~20%	Unclear <sup>¶</sup>	~10 <sup>4</sup> yr (>T <sub>E</sub> )	Marine mass extinction
Arctic ozone*	Column depth (-)	Polar stratospheric cloud formation	195 K	Unclear <sup>¶</sup>	<1 yr (rapid)	Increased UV at surface

N, North; ITCZ, Inter-tropical Convergence Zone; EEP, East Equatorial Pacific; SE, Southeast.  
<sup>\*</sup>See *SI Appendix 2* for more details about the tipping elements that failed to make the short list.  
<sup>†</sup>Numbers given are preliminary and derive from assessments by the experts at the workshop, aggregation of their opinions at the workshop, and review of the literature.  
<sup>‡</sup>Global mean temperature change above present (1980–1999) that corresponds to critical value of control, where this can be meaningfully related to global temperature.  
<sup>§</sup>Meaning theory, model results, or paleo-data suggest the existence of a critical threshold but a numerical value is lacking in the literature.  
<sup>¶</sup>Meaning either a corresponding global warming range is not established or global warming is not the only or the dominant forcing.  
<sup>||</sup>Meaning no subcontinental scale critical threshold could be identified, even though a local geographical threshold may exist.

Zdroj: LENTON, T. M. et al. 2008. Tipping elements in the Earth's climate system. *V PNAS*.

## **Príloha D: Detailný popis cieľov udržateľného rozvoja (SDGs).**

### **Cieľ 1. Ukončiť chudobu všade a vo všetkých jej formách**

1.1 Do roku 2030 odstrániť extrémnu chudobu všetkých ľudí a všade, ktorá sa v súčasnosti definuje ako chudoba ľudí, ktorí žijú z menej než 1,25 dolára na deň

1.2 Do roku 2030 znížiť aspoň o polovicu podiel mužov, žien a detí všetkých vekových kategórií, ktorí žijú v chudobe vo všetkých jej rozmeroch podľa národných definícií

1.3 Implementovať národne primerané systémy a opatrenia sociálnej ochrany pre všetkých, vrátane minimálnej mzdy, a do roku 2030 dosiahnuť podstatné pokrytie chudobných a zraniteľných

1.4 Do roku 2030 zabezpečiť, aby mali všetci muži a ženy, najmä tí chudobní a zraniteľní, rovnaké práva na ekonomické zdroje, ako aj prístup k základným službám, vlastníctvu a kontrole nad pôdou a iným formám vlastníctva, dedeniu, prírodným zdrojom, primeraným novým technológiami a finančným službám, vrátane mikrofinancovania

1.5 Do roku 2030 vybudovať odolnosť chudobných a tých, ktorí sa nachádzajú v zraniteľných situáciách, a znížiť ich zraniteľnosť a vystavenie extrémnym udalostiam súvisiacich s klímou a ďalším ekonomickým, sociálnym a environmentálnym šokom a katastrofám

### **Cieľ 2. Ukončiť hlad, dosiahnuť potravinovú bezpečnosť a lepšiu výživu a podporovať trvalo udržateľné poľnohospodárstvo**

2.1 Do roku 2030 ukončiť hlad a zabezpečiť prístup všetkých ľudí, najmä chudobných a ľudí v zraniteľných situáciách, vrátane malých detí, k bezpečnému, výživnému a dostatočnému jedlu a to po celý rok

2.2 Do roku 2030 ukončiť všetky formy podvýživy, vrátane dosiahnutia medzinárodne dohodnutých cieľov týkajúcich sa zastaveného vývoja a kachexie u detí do piatich rokov života do roku 2025, a riešiť výživové potreby dospelých dievčat, tehotných a dojčiacich matiek a starších ľudí

2.3 Do roku 2030 zdvojnásobiť poľnohospodársku produktivitu a príjmy malých producentov potravín, najmä žien, domorodého obyvateľstva, rodinných farmárov, pastierov a rybárov, a to aj prostredníctvom bezpečného a rovnakého prístupu k pôde, ďalším produktívnym zdrojom a vstupom, vedomostiam, finančným službám, trhom a príležitostiam pre pridanie hodnoty a nefarmárske zamestnanie

2.4 Do roku 2030 zabezpečiť udržateľné systémy produkcie potravín a implementovať odolné poľnohospodárske praktiky, ktoré zvýšia produktivitu a výrobu, ktoré pomôžu zachovávať ekosystémy, ktoré posilnia schopnosť adaptácie na klimatické zmeny, extrémne poveternostné podmienky, sucho, záplavy a iné prírodné katastrofy a ktoré progresívne zlepšia kvalitu pôdy

2.5 Do roku 2020 zachovať genetickú rôznorodosť semien, pestovaných rastlín a chovaných a domestikovaných zvierat a ich príslušných divo žijúcich druhov, a to aj prostredníctvom vhodne manažovaných a diverzifikovaných bánk semien a rastlín na národnej, regionálnej a medzinárodnej úrovni, a presadzovať prístup k spravodlivému deleniu sa o prospech vyplývajúci z využívania genetických zdrojov a súvisiacich tradičných vedomostí, ako sa medzinárodne dohodlo

### **Cieľ 3. Zabezpečiť zdravý život a podporovať blahobyt pre všetkých a v každom veku**

3.1 Do roku 2030 znížiť globálnu mieru úmrtnosti matiek na menej než 70 na 100.000 živo narodených detí

3.2 Do roku 2030 zabrániť úmrtiam novorodencov a detí do piatich rokov života, ktorým sa dá predísť, pričom všetky krajiny si kladú za cieľ znížiť novorodeneckú úmrtnosť aspoň na 12 na 1 000 živo narodených detí a úmrtnosť detí do piatich rokov života aspoň na 25 na 1 000 živo narodených detí

3.3 Do roku 2030 ukončiť epidémiu AIDS, tuberkulózy, malárie a zanedbávaných tropických chorôb a bojovať s hepatitídou, ochoreniami prenášanými vodou a ďalšími prenosnými chorobami

3.4 Do roku 2030 o jednu tretinu znížiť predčasnú úmrtnosť z dôvodu neprenosných chorôb prostredníctvom prevencie a liečby a presadzovať duševné zdravie a blahobyt

3.5 Posilniť prevenciu a liečbu závislosti na látkach, vrátane narkotík a škodlivého požívania alkoholu

3.6 Do roku 2020 znížiť o polovicu počet celosvetových úmrtí a zranení spôsobených dopravnými nehodami

3.7 Do roku 2030 zabezpečiť univerzálny prístup k zdravotnej starostlivosti v oblasti sexuálneho a reprodukčného zdravia, a to aj pre plánovanie rodiny, poskytovanie informácií a vzdelania rodinám, a integráciu reprodukčného zdravia do národných stratégií a programov

3.8 Dosiahnuť univerzálne pokrytie zdravotnej starostlivosti, vrátane ochrany finančného rizika, prístupu ku kvalitnej základnej zdravotnej starostlivosti a prístupu k bezpečným, účinným, kvalitným a cenovo dostupným základným liekom a vakcínam pre všetkých

3.9 Do roku 2030 podstatne znížiť počet úmrtí a ochorení spôsobených nebezpečnými chemickými látkami, znečistením a kontamináciou vzduchu, vody a pôdy

#### **Cieľ 4. Zabezpečiť inkluzívne, spravodlivé a kvalitné vzdelávanie a podporovať celoživotné vzdelávacie príležitosti pre všetkých**

4.1 Do roku 2030 zabezpečiť, aby všetky dievčatá a chlapci dokončili bezplatné, spravodlivé a kvalitné základné vzdelanie a stredoškolské vzdelanie vedúce k relevantným a efektívnym výsledkom vzdelávania

4.2 Do roku 2030 zabezpečiť, aby všetky dievčatá a chlapci mali prístup ku kvalitnému vývoju a starostlivosti v ranom detstve a predškolskému vzdelávaniu tak, aby boli pripravení na základné vzdelávanie

4.3 Do roku 2030 zabezpečiť rovnaký prístup pre všetky ženy a mužov ku kvalitnému technickému, odbornému a vyššiemu vzdelávaniu, vrátane vysokoškolského

4.4 Do roku 2030 podstatne zvýšiť počet mladých ľudí a dospelých, ktorí majú relevantné zručnosti, vrátane technických a odborných zručností, pre vzdelávanie, dôstojnú prácu a podnikanie

4.5 Do roku 2030 odstrániť rodové nerovnosti vo vzdelávaní a zabezpečiť rovnaký prístup ku všetkým úrovniam vzdelávania a odborného vzdelávania pre zraniteľných, vrátane osôb s postihnutím, domorodého obyvateľstva a detí v zraniteľných situáciách

4.6 Do roku 2030 zabezpečiť, aby všetci mladí ľudia a podstatný podiel dospelých, mužov aj žien, dosiahli gramotnosť a schopnosť počítať

4.7 Do roku 2030 zabezpečiť, aby všetky vzdelávajúce sa osoby získali vedomosti a zručnosti potrebné pre presadzovanie trvalo udržateľného rozvoja, a to aj, okrem iného, prostredníctvom vzdelávania pre trvalo udržateľný rozvoj a udržateľný životný štýl, ľudské práva, rodovú rovnosť, presadzovanie kultúry mieru a nenásilia, globálneho občianstva a ocenenia kultúrnej rôznorodosti a prispievania kultúry k trvalo udržateľnému rozvoju

#### **Cieľ 5. Dosiahnuť rodovú rovnosť a posilniť postavenie všetkých žien a dievčat**

5.1 Ukončiť všetky formy diskriminácie voči ženám a dievčatám a to všade

5.2 Odstrániť všetky formy násilia na všetkých ženách a dievčatách vo verejnej a súkromnej sfére, vrátane nelegálneho obchodovania a sexuálneho a iného zneužívania

5.3 Odstrániť všetky škodlivé praktiky, ako sú detské, skoré a nútené manželstvá a mrzačenie ženských pohlavných orgánov

5.4 Uznávať a ceniť si neplatenú starostlivosť a domácu prácu prostredníctvom poskytovania verejných služieb, infraštruktúry a politik sociálnej ochrany a presadzovania spoločnej zodpovednosti v rámci domácnosti a rodiny tak ako je vhodné v príslušnej krajine

5.5 Zabezpečiť, aby ženy mali plnú účinnú účasť na a rovnaké príležitosti vodcovstva na všetkých úrovniach rozhodovania v politickom, ekonomickom a verejnom živote

5.6 Zabezpečiť univerzálny prístup k zdravotnej starostlivosti v oblasti sexuálneho a reprodukčného zdravia a reprodukčným právam tak ako sa dohodlo v súlade s Akčným programom medzinárodnej konferencie o populácii a rozvoji a Akčnou platformou z Pekingu a záverečnými dokumentmi konferencií o ich zhodnotení

#### **Cieľ 6. Zabezpečiť dostupnosť a trvalo udržateľný manažment vody a sanitárnych opatrení pre všetkých**

6.1 Do roku 2030 dosiahnuť univerzálny a spravodlivý prístup k bezpečnej a cenovo dostupnej pitnej vode pre všetkých

6.2 Do roku 2030 dosiahnuť prístup k primeranej a spravodlivej hygiene pre všetkých a zabrániť vykonávaniu fyziologických potrieb mimo sociálnych zariadení, s osobitnou pozornosťou na potreby žien a dievčat a tých, ktorí sú v zraniteľných situáciách

6.3 Do roku 2030 zlepšiť kvalitu vody znižovaním znečistenia, elimináciou skládkovania a minimalizáciou vypúšťania škodlivých chemikálií a materiálov, so znížením podielu nespracovanej odpadovej vody o polovicu a podstatným zvýšením celosvetového recyklovania a bezpečného opätovného využitia

6.4 Do roku 2030 podstatne zvýšiť účinnosť využívania vody naprieč všetkými sektormi a zabezpečiť udržateľné čerpanie a dodávky sladkej vody tak, aby sa riešil nedostatok vody a podstatne znížil počet ľudí, ktorí trpia nedostatkom vody

6.5 Do roku 2030 implementovať integrované manažovanie vodných zdrojov na všetkých úrovniach, a to podľa potreby aj cezhraničnou spoluprácou

6.6 Do roku 2020 chrániť a obnoviť ekosystémy súvisiace s vodou, vrátane hôr, lesov, mokradí, riek, podzemných vôd a jazier

#### **Cieľ 7. Zabezpečiť prístup k cenovo dostupným, spoľahlivým a trvalo udržateľným moderným zdrojom energie pre všetkých**

- 7.1 Do roku 2030 zabezpečiť univerzálny prístup k cenovo dostupným, spoľahlivým a moderným energetickým službám
- 7.2 Do roku 2030 podstatne zvýšiť podiel obnoviteľnej energie v globálnom energetickom mixe
- 7.3 Do roku 2030 zdvojnásobiť globálnu mieru zlepšovania energetickej účinnosti

**Cieľ 8. Podporovať trvalý, inkluzívny a trvalo udržateľný ekonomický rast, plnú a produktívnu zamestnanosť a dôstojnú prácu pre všetkých**

- 8.1 Udržať ekonomický rast na obyvateľa v súlade s okolnosťami jednotlivých krajín a, predovšetkým, najmenej 7 % rast hrubého domáceho produktu ročne v najmenej rozvinutých krajinách
- 8.2 Dosiahnuť vyššie úrovne ekonomickej produktivity prostredníctvom diverzifikácie, technologického vylepšovania a inovácií, a to aj prostredníctvom zamerania sa na sektory s vysokou pridanou hodnotou a s vysokým podielom ľudskej práce.
- 8.3 Presadzovať politiky zamerané na rozvoj, ktoré podporujú produktívne činnosti, vytváranie dôstojných pracovných miest, podnikanie, tvorivosť a inovácie, a povzbudzujú formalizáciu a rast mikro, malých a stredných podnikov, a to aj prostredníctvom prístupu k finančným službám
- 8.4 Do roku 2030 progresívne zlepšiť efektívne využívanie zdrojov na globálnej úrovni v spotrebe aj výrobe a snažiť sa oddeliť ekonomický rast od poškodzovania životného prostredia v súlade s 10-ročným rámcovým programom udržateľnej výroby a spotreby, pričom rozvinuté krajiny by sa mali ujať vedenia
- 8.5 Do roku 2030 dosiahnuť plné a produktívne zamestnanie a dôstojnú prácu pre všetky ženy a mužov, vrátane mladých ľudí a osôb s postihnutím, a rovnakú mzdu za prácu rovnakej hodnoty
- 8.6 Do roku 2020 podstatne znížiť podiel mladých ľudí, ktorí nemajú zamestnanie, vzdelanie, alebo odbornú výučbu
- 8.7 Prijatť okamžité a účinné opatrenia na odstránenie nútenej práce, ukončenie moderného otroctva a nelegálneho obchodovania s ľuďmi a zabezpečenie zákazu a odstránenie najhorších foriem detskej práce, vrátane nábora a využívania detských vojakov, a do roku 2025 ukončiť detskú prácu vo všetkých jej formách
- 8.8 Chrániť pracovné práva a presadzovať bezpečné a spoľahlivé pracovné prostredie pre všetkých pracujúcich, vrátane migrujúcich pracovníkov, predovšetkým migrantiek, a tých, ktorých zamestnanie je neisté
- 8.9 Do roku 2030 vypracovať a implementovať politiky pre presadzovanie udržateľného cestovného ruchu, ktorý tvorí pracovné miesta a presadzuje miestnu kultúru a produkty
- 8.10 Posilniť kapacitu domácich finančných inštitúcií s cieľom povzbudenie a rozšírenie prístupu k bankovým, poisťným a finančným službám pre všetkých

**Cieľ 9. Vybudovať pružnú infraštruktúru, podporovať inkluzívnu a trvalo udržateľnú industrializáciu a posilniť inovácie**

- 9.1 Vyvinúť kvalitnú, spoľahlivú, udržateľnú a pružnú infraštruktúru, vrátane regionálnej a cezhraničnej infraštruktúry, s cieľom podpory ekonomickeho rozvoja a ľudského blahobytu, so zameraním na cenovo dostupný a spravodlivý prístup pre všetkých
- 9.2 Presadzovať inkluzívnu a udržateľnú industrializáciu a do roku 2030 podstatne zvýšiť podiel priemyslu na zamestnaní a hrubom domácom produkte, v súlade s okolnosťami jednotlivých krajín, a zdvojnásobiť jeho podiel v najmenej rozvinutých krajinách.
- 9.3 Zvýšiť prístup malých priemyselných a iných podnikov, najmä v rozvojových krajinách, k finančným službám, vrátane dostupného úverovania, a ich integráciu do hodnotových reťazcov a na trhy
- 9.4 Do roku 2030 vylepšiť infraštruktúru a modernizovať priemysel tak, aby bol udržateľný, so zvýšenou efektivitou využívania zdrojov a lepším prijímaním čistých a ekologických technológií a priemyselných procesov, pričom všetky krajiny prijímú kroky podľa svojich schopností
- 9.5 Rozšíriť vedecký výskum, vylepšiť technologické schopnosti priemyselných odvetví vo všetkých krajinách, predovšetkým v rozvojových krajinách, vrátane podpory inovácie a podstatného zvýšenia počtu pracovníkov vo výskume a vývoji na 1 milión obyvateľov do roku 2030, ako aj verejného a súkromného výskumu a výdavkov na rozvoj

**Cieľ 10. Znížiť rozdiely v rámci a medzi krajinami**

- 10.1 Do roku 2030 progresívne dosiahnuť a udržať rast príjmu spodných 40 % populácie v miere vyššej než je národný priemer
- 10.2 Do roku 2030 posilniť postavenie a presadzovať sociálnu, politickú a ekonomickú inklúziu všetkých, bez ohľadu na vek, pohlavie, postihnutie, rasu, pôvod, etnicitu, náboženstvo, alebo ekonomické či iné postavenie
- 10.3 Zaisťovať rovnaké príležitosti a znížiť nerovnosť vo výsledkoch, a to aj prostredníctvom odstránenia diskriminačných zákonov, politík a praktík, a presadzovania vhodnej legislatívy, politík a opatrení v tomto ohľade

10.4 Prijat' politiky, najmä fiškálne, mzdové a politiky sociálnej ochrany, a progresívne dosiahnuť lepšiu rovnosť

10.5 Zlepšiť reguláciu a monitorovanie globálnych finančných trhov a inštitúcií a posilniť implementáciu takých predpisov

10.6 Zabezpečiť lepšie zastúpenie a hlas pre rozvojové krajiny pri rozhodovaní v globálnych medzinárodných ekonomických a finančných inštitúciách s cieľom vytvorenia efektívnejších, dôveryhodnejších, zodpovednejších a legitímnejších inštitúcií

10.7 Uľahčiť systematickú, bezpečnú, pravidelnú a zodpovednú migráciu a mobilitu ľudí, a to aj prostredníctvom implementácie plánovaných a dobre manažovaných migračných politík

### **Cieľ 11. Premeniť mestá a ľudské obydľia na inkluzívne, bezpečné, odolné a trvalo udržateľné**

11.1 Do roku 2030 zabezpečiť pre všetkých prístup k primeranému, bezpečnému a cenovo dostupnému bývaniu a základným službám a vylepšiť zanedbané chudobné sídliska

11.2 Do roku 2030 poskytnúť prístup k bezpečným, cenovo dostupným, prístupným a udržateľným dopravným systémom pre všetkých, zlepšiť bezpečnosť na cestách, obzvlášť rozširovaním verejnej dopravy, s osobitnou pozornosťou venovanou potrebám ľudí v zraniteľných situáciách, žien, detí, osôb s postihnutím a starších osôb

11.3 Do roku 2030 zvýšiť inkluzívnu a udržateľnú urbanizáciu a kapacitu pre participatívne, integrované a udržateľné plánovanie a manažovanie ľudských sídel vo všetkých krajinách

11.4 Posilniť snahy chrániť a ochraňovať kultúrne a prírodné dedičstvo sveta

11.5 Do roku 2030 podstatne znížiť počet úmrtí a počet zasiahnutých ľudí a podstatne znížiť priame ekonomické straty vzhľadom na globálny hrubý domáci produkt, spôsobené katastrofami, vrátane katastrof súvisiacich s vodným živlom, so zameraním na ochranu chudobných a ľudí v zraniteľných situáciách

11.6 Do roku 2030 znížiť negatívny environmentálny dopad miest v prepočte na jedného obyvateľa, a to aj prostredníctvom osobitnej pozornosti venovanej kvalite vzduchu a odpadovému hospodárstvu komunálneho a iného odpadu

11.7 Do roku 2030 zabezpečiť univerzálny prístup k bezpečným, inkluzívnym a dostupným zeleným a verejným priestorom, predovšetkým pre ženy a deti, staršie osoby a osoby s postihnutím

### **Cieľ 12. Zabezpečiť trvalo udržateľnú spotrebu a výrobné schémy**

12.1 Implementovať 10-ročný rámcový program udržateľnej spotreby a výroby, pričom všetky krajiny musia konať, tie rozvinuté vo vedúcej úlohe, s ohľadom na rozvoj a schopnosti rozvojových krajín

12.2 Do roku 2030 dosiahnuť udržateľné manažovanie a efektívne využívanie prírodných zdrojov

12.3 Do roku 2030 znížiť o polovicu podiel na jedného obyvateľa globálneho plytvania potravinami na maloobchodnej a spotrebiteľskej úrovni a znížiť potravinové straty v rámci výrobných a dodávateľských reťazcov, vrátane strát po zbere

12.4 Do roku 2020 dosiahnuť environmentálne náležité hospodárenie s chemickými látkami a všetkými druhmi odpadov počas ich životného cyklu, v súlade s dohodnutými medzinárodnými rámcami, a podstatne znížiť ich vypúšťanie do atmosféry, vody a pôdy s cieľom minimalizácie ich negatívnych dopadov na ľudské zdravie a životné prostredie

12.5 Do roku 2030 podstatne znížiť tvorbu odpadov prostredníctvom prevencie, redukcie, recyklovania a opätovného použitia

12.6 Nabádať firemné spoločnosti, najmä veľké a nadnárodné spoločnosti, aby prijali udržateľné praktiky a zapracovali informácie o udržateľnosti do ich vykazovacích cyklov

12.7 Presadzovať prax verejného obstarávania, ktorá je udržateľná, v súlade s národnými politikami a prioritami jednotlivých krajín

12.8 Do roku 2030 zabezpečiť, aby ľudia všade na svete mali relevantné informácie a povedomie o trvalo udržateľnom rozvoji a životnom štýle v harmónii s prírodou

### **Cieľ 13. Podniknúť bezodkladné opatrenia na boj proti klimatickým zmenám a ich dôsledkom.**

13.1 Posilniť odolnosť a adaptačnú schopnosť na riziká spojené s klimatickými zmenami a prírodnými katastrofami vo všetkých krajinách

13.2 Integrovať opatrenia týkajúce sa klimatických zmien do národných politík, stratégií a plánovania\* Uznávajúc, že Rámcový dohovor OSN o zmene klímy je primárnym medzinárodným a medzivládny fórom na rokovanie o reakcii celého sveta na klimatické zmeny.

13.3 Zlepšiť vzdelávanie, zvýšiť verejnú informovanosť a ľudskú a inštitucionálnu kapacitu pre zmiernenie klimatických zmien, adaptáciu na klimatické zmeny, znižovanie ich dopadov a včasné varovanie

**Cieľ 14. Zachovať a trvalo udržateľne využívať oceány, moria a zdroje mora na trvalo udržateľný rozvoj**

14.1 Do roku 2025 zabrániť a významne znížiť morské znečisťovanie všetkého druhu, najmä zo suchozemských činností, vrátane zvyškov a nečistôt v moriach a znečisťovania živín

14.2 Do roku 2020 udržateľne manažovať a chrániť morské a pobrežné ekosystémy, aby sa zabránilo významným negatívnym dopadom, a to aj prostredníctvom posilňovania ich odolnosti, a prijať kroky na ich obnovu pre dosiahnutie zdravých a produktívnych oceánov

14.3 Minimalizovať a riešiť dopady okysľovania oceánov, a to aj prostredníctvom rozšírenej vedeckej spolupráce na všetkých úrovniach

14.4 Do roku 2020 efektívne regulovať zber a ukončiť nadmerný výlov rýb, nelegálne, nevykazované a neregulované rybárstvo a deštruktívne rybárske praktiky a implementovať vedecky založené plány manažovania s cieľom obnovenia rybích populácií a to v čo najkratšom možnom čase, prinajmenšom na úrovni, ktorá dokáže vyprodukovať maximálny udržateľný úlovok tak, ako je dané jeho biologickou charakteristikou

14.5 Do roku 2020 zachovať v rámci ochrany pred ľudskými zásahmi aspoň 10 % pobrežných a morských oblastí, v súlade s národným a medzinárodným právom a na základe najlepších dostupných vedeckých informácií

14.6 Do roku 2020 zakázať určité druhy dotácií rybolovu, ktoré prispievajú k nadbytočnej kapacite a nadmernému výlovu, odstrániť dotácie, ktoré prispievajú k nelegálnemu, nevykazovanému a neregulovanému rybolovu a zdržať sa zavádzania takých nových dotácií, pričom sa berie do úvahy, že primerané a účinné osobitné a rozdielne zaobchádzanie s rozvojovými a najmenej rozvinutými krajinami by malo byť nedeliteľnou súčasťou rokovaní Svetovej obchodnej organizácie o dotáciách rybolovu<sup>16</sup>

14.7 Do roku 2030 zvýšiť ekonomický prospech pre malé rozvojové ostrovné štáty a najmenej rozvinuté krajiny z udržateľného využívania morských zdrojov, a to aj prostredníctvom udržateľného manažovania rybolovu, akva kultúry a cestovného ruchu

**Cieľ 15. Chrániť, obnovovať a podporovať trvalo udržateľné využívanie pozemných ekosystémov, trvalo udržateľne manažovať lesné hospodárstvo, bojovať proti premene krajiny na púšť a zastaviť spätnú degradáciu krajiny a stratu biodiverzity**

15.1 Do roku 2020 zaistiť ochranu pred ľudskými zásahmi, obnovu a udržateľné využívanie pozemských a vnútrozemských sladkovodných ekosystémov a ich služieb, najmä lesov, mokradí, hôr a suchých oblastí, v súlade s povinnosťami podľa medzinárodných dohôd

15.2 Do roku 2020 presadzovať implementáciu udržateľného obhospodarovania všetkých typov lesov, zastaviť odlesňovanie, obnoviť zničené lesy a podstatne zvýšiť zalesňovanie a opätovné zalesňovanie na celosvetovej úrovni

15.3 Do roku 2030 bojovať s rozširovaním púští, obnoviť zničenú krajinu a pôdu, vrátane krajiny zasiahnutej rozširovaním púští, suchom a záplavami, a snažiť sa dosiahnuť svet, ktorý bude neutrálny čodo degradácie krajiny

15.4 Do roku 2030 zaistiť ochranu horských ekosystémov pred ľudskými zásahmi, vrátane ich biodiverzity, s cieľom zlepšenia ich schopnosti poskytovať prospech, ktorý je zásadný pre trvalo udržateľný rozvoj

15.5 Okamžite a vo významnej miere konať s cieľom zníženia zhoršovania prirodzených biotopov, zastavenia straty biodiverzity a do roku 2020 ochrániť a zabrániť vyhynutiu ohrozených druhov

15.6 Presadzovať spravodlivé delenie prospechov vyplývajúcich z využívania genetických zdrojov a presadzovať primeraný prístup k takým zdrojom, ako je medzinárodne dohodnuté

15.7 Urgentne konať s cieľom ukončenia pytliactva a nelegálneho obchodovania s chránenými druhmi flóry a fauny a riešiť dopyt aj dodávku nelegálnych voľne žijúcich druhov

15.8 Do roku 2020 zaviesť opatrenia, ktoré zabránia zavádzaniu a významne znížia dopad invazívnych cudzích druhov na ekosystémy krajiny a vody a ktoré budú kontrolovať alebo vykoreniť prioritné druhy

15.9 Do roku 2020 zapracovať hodnoty ekosystémov a biodiverzity do národného a miestneho plánovania, rozvojových procesov, stratégií znižovania chudoby a účtov

**Cieľ 16. Presadzovať mierumilovné inkluzívne spoločnosti v prospech trvalo udržateľného rozvoja, poskytnúť prístup k spravodlivosti pre všetkých a budovať efektívne, transparentné a inkluzívne inštitúcie na všetkých úrovniach**

16.1 Podstatne znížiť všetky formy násillia a súvisiace miery úmrtia a to všade

16.2 Ukončiť zneužívanie, využívanie, nelegálne obchodovanie a všetky formy násillia voči deťom a mučenie detí

16.3 Presadzovať právny štát na národnej a medzinárodnej úrovni a zaistiť rovnaký prístup k spravodlivosti pre všetkých

- 16.4 Do roku 2030 významne znížiť nelegálne finančné toky a toky zbraní, posilniť vracanie a opätovné získanie ukradnutých aktív a bojovať so všetkými formami organizovaného zločinu
- 16.5 Podstatne znížiť korupciu a úplatkárstvo vo všetkých formách
- 16.6 Vytvoriť efektívne, zodpovedné a transparentné inštitúcie na všetkých úrovniach
- 16.7 Zaisťovať responzívne, participatívne a reprezentatívne rozhodovanie na všetkých úrovniach
- 16.8 Rozšíriť a posilniť účasť rozvojových krajín v inštitúciách globálneho riadenia
- 16.9 Do roku 2030 zabezpečiť právnu identitu pre všetkých, vrátane registrácie narodení
- 16.10 Zaisťovať verejný prístup k informáciám a chrániť základné slobody v súlade s národnou legislatívou a medzinárodnými dohodami

## **Cieľ 17. Posilniť prostriedky implementácie a revitalizácie globálneho partnerstva pre trvalo udržateľný rozvoj**

### Financie

- 17.1 Posilniť mobilizáciu domácich zdrojov, a to aj prostredníctvom medzinárodnej podpory rozvojovým krajinám, s cieľom zlepšiť domácu schopnosť výberu daní a iných príjmov
- 17.2 Rozvinuté krajiny budú v plnej miere implementovať svoje záväzky k oficiálnej rozvojovej pomoci, vrátane záväzku mnohých rozvinutých krajín dosiahnuť cieľ 0,7 % hrubého národného dôchodku pre oficiálnu rozvojovú pomoc (ODA/HND) pre rozvojové krajiny a 0,15 % do 0,2 % ODA/HND pre najmenej rozvinuté krajiny; poskytovateľom ODA sa odporúča, aby zvažili stanovenie cieľa poskytnúť aspoň 0,2 % ODA/GNI najmenej rozvinutým krajinám
- 17.3 Mobilizovať dodatočné finančné prostriedky pre rozvojové krajiny a to z viacročetných zdrojov
- 17.4 Pomáhať rozvojovým krajinám pri dosahovaní dlhodobej udržateľnosti dlhov prostredníctvom koordinovaných politík zameraných na posilňovanie financovania dlhov, oddlžovania resp. reštrukturalizácie dlhov, a riešiť zahraničný dlh vysoko zadlžených chudobných krajín s cieľom znížiť ich dlhovú tieseň
- 17.5 Prijímať a implementovať režimy podpory investícií pre najmenej rozvinuté krajiny

### Technológie

- 17.6 Rozšíriť regionálnu a medzinárodnú spoluprácu v rozmere sever-juh, juh-juh ako aj trojstrannú spoluprácu na prístup k vede, technológiám a inováciám a rozšíriť delenie sa o poznatky za vzájomne dohodnutých podmienok, a to aj prostredníctvom lepšej koordinácie medzi existujúcimi mechanizmami, najmä na úrovni Spojených národov, ako aj prostredníctvom mechanizmu uľahčujúceho globálne technológie
- 17.7 Presadzovať rozvoj, transfer, šírenie a rozptyl environmentálne náležitých technológií do rozvojových krajín za prijateľných podmienok, a to aj za zvýhodnených podmienok a najvyšších výhod, tak ako sa vzájomne dohodlo
- 17.8 V plnej miere sprevádzkovať technologickú banku a mechanizmus budovania kapacít pre vedu, technológie a inovácie pre najmenej rozvinuté krajiny do roku 2017 a zvýšiť využívanie podporných technológií, najmä informačných a komunikačných technológií

### Budovanie kapacít

- 17.9 Rozšíriť medzinárodnú podporu implementácie účinného a cieleného budovania kapacít v rozvojových krajinách s cieľom podporiť národné plány na implementáciu všetkých Cieľov trvalo udržateľného rozvoja, vrátane spolupráce sever-juh, juh-juh a trojstrannej spolupráce

### Obchod

- 17.10 Presadzovať univerzálny, otvorený, nediskriminačný a spravodlivý systém obchodovania založený na pravidlách podľa Svetovej obchodnej organizácie, a to aj prostredníctvom uzatvorenia rokovaní na základe jej Rozvojovej agendy z Doha
- 17.11 Významne zvýšiť vývoz rozvojových krajín, predovšetkým s ohľadom na zdvojnásobenie podielu najmenej rozvinutých krajín na globálnom vývoze do roku 2020
- 17.12 Uskutočniť včasnú implementáciu duty-free (bez cla) a quota-free (bez kvót) prístupu na trh na trvalom základe pre všetky najmenej rozvinuté krajiny v súlade s rozhodnutiami Svetovej obchodnej organizácie, a to aj prostredníctvom zabezpečenia, aby preferenčné pravidlá pôvodu, ktoré platia na dovoz z najmenej rozvinutých krajín, boli transparentné a jednoduché, a prispievali k uľahčeniu prístupu na trh
- Transformujeme náš svet: Agenda 2030 pre trvalo udržateľný rozvoj

### Politická a inštitucionálna koherencia

- 17.13 Zvýšiť globálnu makroekonomickú stabilitu, a to aj prostredníctvom koordinácie a koherencie politík
- 17.14 Zvýšiť koherenciu politík pre trvalo udržateľný rozvoj
- 17.15 Rešpektovať priestor každej krajiny pre politiku a líderstvo pre vytvorenie a implementáciu politík pre odstránenie chudoby a pre trvalo udržateľný rozvoj
- Partnerstvá viacerých zainteresovaných strán

17.16 Rozšíriť Globálne partnerstvo pre trvalo udržateľný rozvoj, doplnené partnerstvami viacerých zainteresovaných strán, ktoré mobilizujú a zdieľajú vedomosti, expertízu, technológie a finančné zdroje, s cieľom podporiť dosiahnutie Cieľov trvalo udržateľného rozvoja vo všetkých krajinách, najmä v rozvojových krajinách

17.17 Povzbudzovať a presadzovať efektívne verejné, verejno-súkromné a občianske partnerstvá, stavajúce na skúsenostiach a poskytujúce zdroje pre stratégie partnerstiev

Údaje, monitorovanie a zodpovednosť

17.18 Do roku 2020 zvýšiť podporu budovania kapacít pre rozvojové krajiny, vrátane najmenej rozvinutých krajín a malých rozvojových ostrovných štátov, s cieľom významne zvýšiť dostupnosť vysoko kvalitných, včasných a spoľahlivých údajov členených podľa príjmu, pohlavia, veku, rasy, etnicity, migračného postavenia, invalidity, geografického miesta a iných charakteristík relevantných v národnom kontexte

17.19 Do roku 2030 stavať na existujúcich iniciatívach s cieľom vytvoriť meranie pokroku v trvalo udržateľnom rozvoji, ktoré by dopĺňalo hrubý domáci produkt, a podporiť budovanie kapacít v oblasti štatistiky v rozvojových krajinách

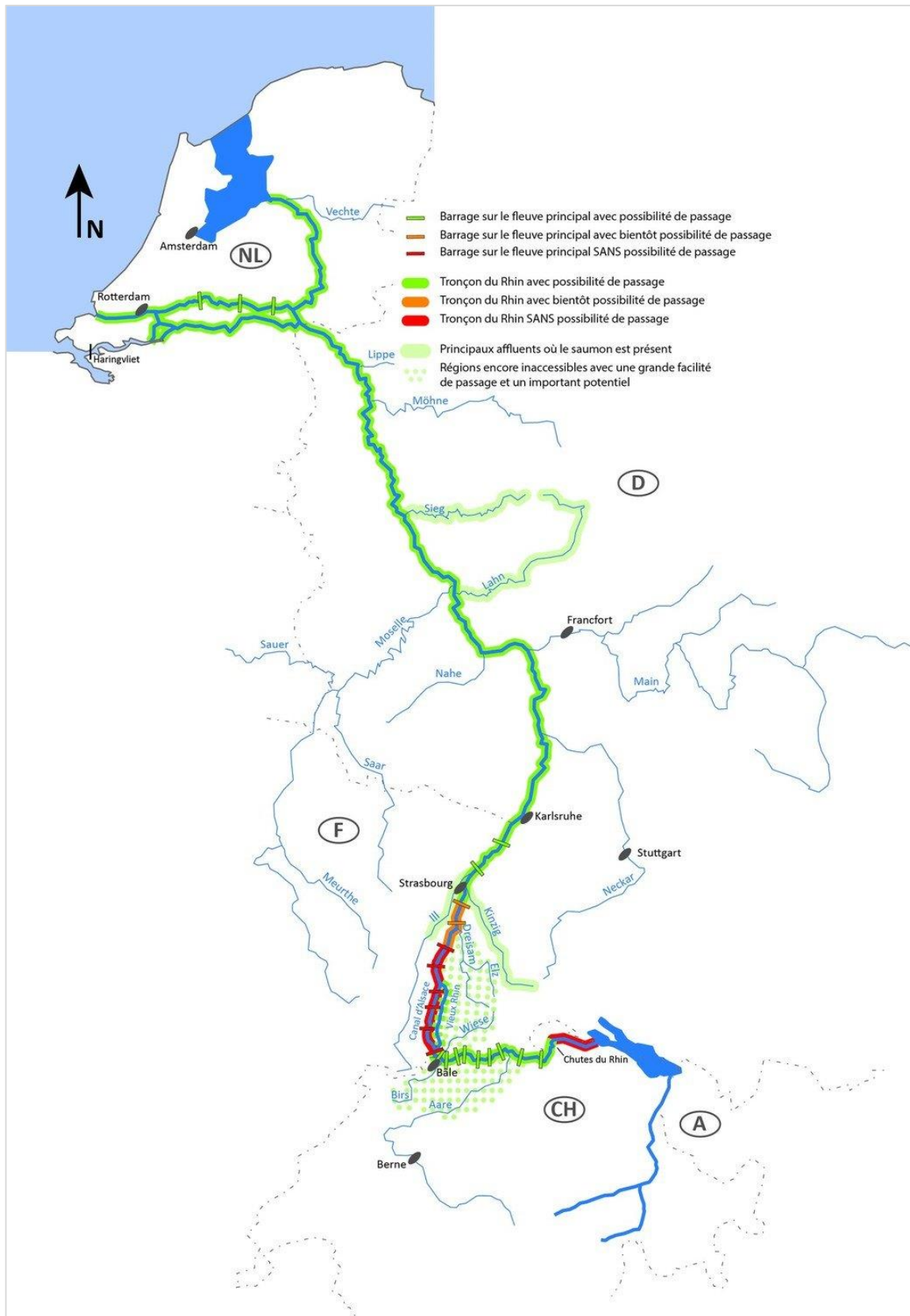
Zdroj: UN GENERAL ASSEMBLY. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development.

**Príloha E:** Maeslantská bariéra vybudovaná na umelom kanáli rieky Rýn medzi morom a prístavom Rotterdam v Holandsku.



Zdroj: KLIJN F. et al. 2012. Towards climate-change proof flood risk management.

**Príloha F:** Mapa znázorňujúca priechodnosť pôvodnej migračnej trasy lososa atlantického po rieke Rýn.



Zdroj: WWF. Salmon come back initiative. [s.a.]. The Salmon in dire straits.

**Príloha G:** Výškové rozdiely v alokácii viníc a estetika regiónu Toskánska v Taliansku.



Zdroj: Discover Tuscany. [s.a.], Tuscany Pictures.com.