

Tematický článek o finanční stabilitě ——— 1/2023

Dopad vybraných dlouhodobých klimatických scénářů na českou ekonomiku

Martin Kotlář, Martin Motl a Zlataše Komárková



Česká národní banka ——— Tematický článek o finanční stabilitě ——— 1/2023

Tematické články o finanční stabilitě reagují na vybrané aktuální otázky týkající se problematiky finanční stability. Jejich cílem je edukativní a nenáročnou formou seznamovat veřejnost s výsledky analýz finanční stability a s konkrétními aspekty makroobezřetnostní politiky ČNB. Jsou samostatnou publikační řadou podporující analýzy a závěry Zprávy o finanční stabilitě.

Názory obsažené v tomto článku jsou názory autorů a neodrážejí nezbytně oficiální pozici České národní banky.

Editor: Miroslav Plašil

Koordinátor: Martin Hodula

DOPAD VYBRANÝCH DLOUHODOBÝCH KLIMATICKÝCH SCÉNÁŘŮ NA ČESKOU EKONOMIKU

Martin Kotlář, Martin Motl, Zlataše Komárková¹

Česká republika se zavázala k přechodu ke klimaticky neutrální ekonomice do roku 2050. Z tohoto závazku vyplývá nutnost strukturálních změn v české ekonomice. Cílem článku je představit dlouhodobé klimatické scénáře mapující transformaci ke klimaticky neutrálním ekonomikám a simulace dopadů vybraných scénářů na makroekonomické prostředí v České republice s následnou identifikací potenciálních zdrojů klimatických rizik pro finanční stabilitu. Výsledky analýzy dopadů klimatických scénářů v souhrnu poukazují na jejich stagflační tendence ve směru utlumenější ekonomické aktivity při vyšší inflaci v české ekonomice, které jsou v porovnání s dopady ve světové ekonomice výrazně menší. Modelové simulace dále ukazují, že volba a načasování globální klimatické politiky bude rozhodující pro další vývoj dopadů změny klimatu a s ní spojených nákladů. Klimatická politika však může nepříznivě ovlivnit určitá odvětví, potažmo sektory ekonomiky. Prostřednictvím sady indikátorů je identifikována potenciální zranitelnost sektorů reálné ekonomiky a bank v ČR vůči klimatickým rizikům. Tyto indikátory ČNB pravidelně monitoruje při vyhodnocování úrovně klimatických rizik a jejich dopadů na finanční stabilitu.

I. ÚVOD

V roce 2019 se země EU shodly na tzv. Zelené dohodě pro Evropu², která si klade za cíl přeměnit EU do roku 2050 na klimaticky neutrální kontinent, a tím splnit své závazky vyplývající z Pařížské dohody³. V zájmu dosažení tohoto cíle přijala Evropská komise soubor návrhů, které mají uzpůsobit politická opatření EU v oblasti klimatu, energetiky, dopravy a zdanění tak, aby se mohla EU podílet na snížení čistých emisí skleníkových plynů o nejméně 55 % do roku 2030 ve srovnání s úrovní z roku 1990 (tzv. balíček *Fit-for-55*⁴). EU je třetím největším globálním původcem znečištění skleníkovými plyny. ČR se zhruba 123 tis. kilotun CO₂ zaujímal v roce 2019 mezi zeměmi EU osmou příčku.⁵ Největším producentem skleníkových plynů v ČR je odvětví energetiky s podílem okolo 40 %, dalšími jsou zpracovatelský průmysl s 20 %, doprava se zhruba 16 % (9 % osobní automobilová) a zemědělství se 7 %. Zbývajících 17 % tvoří spalování v domácnostech či odpadové hospodářství. Dosažení úplné dekarbonizace do roku 2050 si proto vyžádá nezanedbatelné strukturální změny, a to v různých sektorech včetně domácností. Již nyní upozorňují některé scénáře zaměřené na minimalizaci nákladů dekarbonizace české ekonomiky na nutnost výrazného omezení těžby uhlí a využívání uhlí pro výrobu energie a tepla, navýšení obnovitelných zdrojů energie, snížení energetické náročnosti budov, zvýšení podílu elektrických vozidel na silnicích, pokračování v elektrifikaci průmyslových procesů a další (McKinsey & Company, 2020).

Transformace ekonomik v podobě přechodu na zelené technologie a infrastrukturu vyžaduje značný objem finančních prostředků včetně soukromých. Má-li finanční sektor hrát svou roli při financování nízkouhličího rozvoje a má-li zároveň být zajištěna stabilita tohoto sektoru, je nutné sledovat nejen jeho vliv na klimatický přechod v důsledku změny jeho strategie (cenové politiky), ale i vyhodnocovat potenciální zranitelnost sektoru vůči klimatickým rizikům.⁶ Zejména z těchto důvodů finanční instituce a jejich dohledové orgány postupně implementují klimatické aspekty do modelů pro zátěžové testování a dopady klimatických změn na finanční systém prostřednictvím klimatických scénářů.⁷ Tyto analýzy napomáhají získat náhled na schopnost finančního sektoru podporovat přechod na nízkouhličí ekonomiku a jeho odolnost vůči klimatickým rizikům, a to i za předpokladu nepříznivých ekonomických podmínek.

Článek je strukturován následovně. Nejdříve se věnuje významu klimatických scénářů a představuje hlavní typy scénářů, které se využívají pro modelování makrofinančního vývoje. V následující třetí části článku se analyzuje dopad tří vybraných dlouhodobých klimatických scénářů na globální a českou ekonomiku, přičemž se diskutují rozdíly v dopadech těchto scénářů za pomoci tří makroekonomických proměnných: reálného HDP, inflace a úrokových sazeb. Výsledky analýzy

¹ Martin Kotlář a Zlataše Komárková, Česká národní banka, sekce finanční stability, martin.kotlar@cnb.cz, zlatuse.komarkova@cnb.cz; Martin Motl, Česká národní banka, sekce měnová, martin.motl@cnb.cz.

² Zelená dohoda pro Evropu je souborem politických iniciativ, které mají EU nasměrovat na cestu k ekologické transformaci s konečným cílem dosáhnout do roku 2050 klimatické neutrality. Více např. [zde](#).

³ Pařížská dohoda vstoupila v platnost v listopadu 2016. V ní se 196 zemí zavázalo udržet nárůst průměrné globální teploty výrazně pod 2°C oproti předindustriální úrovni a pokračovat v úsilí o omezení nárůstu teploty na 1,5°C oproti předindustriální úrovni. V rámci této dohody se ČR jako člen EU zavázala s ostatními členskými zeměmi EU společně snížit do roku 2030 emise skleníkových plynů nejméně o 40 % ve srovnání s rokem 1990. Více např. [zde](#).

⁴ Blíže např. [zde](#).

⁵ Blíže např. [zde](#).

⁶ V základním členění se rozlišují dva typy klimatických rizik: fyzická rizika (nebo také hmotné šoky či škody) měnícího se klimatu, včetně častějších či závažnějších povětrnostních jevů, jako jsou povodně, sucha a bouře, a přechodová (nebo také tranzitivní) rizika vznikající v důsledku přechodu k uhlíkové neutrální ekonomice a související s implementací klimatické politiky.

⁷ Viz žádost o vypracování analýzy jednorázového scénáře, kterou by společně provedly evropské orgány dohledu, ECB a ESRB v souladu se sdělením Komise ze dne 6. července 2021 „[Strategie pro financování přechodu k udržitelné ekonomice \(2023\)](#)“.

ukazují, že krátkodobé náklady spojené s uspořádaným přechodem jsou nižší než náklady vyvolané střednědobými až dlouhodobými dopady častých a závažných potenciálních klimatických událostí, kterým by mohla ČR v budoucnu čelit. Čtvrtá část článku představuje vybrané indikátory, pomocí kterých je možné sledovat či vyhodnocovat transmisi potenciálních – především přechodových – klimatických šoků a zranitelnost nefinančního reálného a bankovního sektoru v ČR vůči těmto šokům. Finální část shrnuje hlavní závěry.

II. VÝZNAM KLIMATICKÝCH SCÉNÁŘŮ

Klimatické scénáře popisují do značné míry hypotetický vývoj budoucích klimatických podmínek, a to při zohlednění současných vědeckých údajů a prognóz emisí skleníkových plynů, energetického mixu, využití půdy a ostatních faktorů přispívajících ke změně klimatu. Tyto scénáře typicky zahrnují předpoklady jako snížení emisí CO₂, tempo technologického vývoje, míru užití obnovitelných zdrojů energie či zavedení uhlíkových daní apod. Scénáře pro analýzu klimatických rizik se mohou vzhledem k délce přechodu a rizikům či nejistotám spojeným s tímto přechodem lišit v předpokladech ohledně nastavení klimatických politik, reakce fiskální či měnové politiky, míry a rychlosti přizpůsobení sektorů reálné ekonomiky na změny klimatu, intenzity a rozsahu hmotných šoků či změn podnikatelského a spotřebitelského sentimentu. Z toho důvodu je vytvářeno a analyzováno více alternativních klimatických scénářů s různou mírou závažnosti: od rychlého a uspořádaného přechodu s relativně nízkými náklady v počátečních fázích až k pomalému a neuspořádanému přechodu se značnými náklady v jeho pozdějších fázích. Z ekonomického hlediska slouží scénáře k analýze možných budoucích dopadů změn klimatu či klimatických politik na makroekonomické prostředí, tržní či spotřebitelský sentiment a v neposlední řadě i na finanční systém. Z perspektivy finanční stability je možné za určitých předpokladů využít klimatické scénáře i k zátěžovému testování finančního sektoru, a to za účelem posouzení úrovně připravenosti dohlížených finančních institucí na řádné řízení klimatických rizik. Obecně tedy neslouží k běžnému zátěžovému testování ve smyslu vyhodnocení přímého dopadu klimatické změny do kapitálu či likvidity testované finanční instituce, ale spíše k vymezení potenciálních dopadů a transmisních kanálů klimatických rizik a zjištění zranitelnosti vůči těmto rizikům.

Pro potřeby makroekonomických či finančněstabilních analýz se nejčastěji využívají klimatické scénáře s časovým horizontem do třiceti let. Tato délka bývá považována za vhodný kompromis mezi schopností vyhodnotit dlouhodobý dopad klimatických rizik a požadavkem na konstrukci scénáře s rozumnou mírou nejistoty. Obecně klimatické scénáře s delším horizontem lépe mapují vývoj a ambice klimatických politik redukcí emisí skleníkových plynů, které ovlivňují růst průměrné globální teploty. V delším horizontu lze rovněž lépe nastínit čistý dopad příležitostí a rizik vyplývajících z politiky přechodu a fyzických chronických rizik na makrofinanční prostředí, včetně jejich vzájemného působení. Delší horizont nicméně vyhlazuje dopady krátkodobých klimatických šoků a abstrahuje od jejich interakce s hospodářskými a finančními cykly, které mohou dopad těchto šoků zesílit. Z toho důvodu se pro potřeby některých analýz využívají i krátkodobé scénáře. Ty mají blíže ke klasickým makrofinančním scénářům, neboť lépe zachycují krátkodobý cyklický dopad klimatických šoků (např. dopad závažnějších a častějších přírodních katastrof, změnu spotřebitelského sentimentu apod.).

II.1 DLOUHODOBÉ KLIMATICKÉ SCÉNÁŘE

Je již poměrně rozšířenou mezinárodní praxí využívat pro potřeby vyhodnocení dopadu klimatických změn na ekonomiku a následně finanční systém dlouhodobé klimatické scénáře navržené NGFS⁸ (NGFS, 2022). NGFS člení klimatické scénáře podle ambicióznosti a načasování klimatických politik do tří kategorií. Do první kategorie spadají scénáře uspořádaného přechodu (tzv. *Orderly*), které předpokládají na celém horizontu relativně nízká přechodová i fyzická rizika v důsledku zahájení včasné, důvěryhodné a mezinárodně koordinované klimatické politiky. Druhou kategorii tvoří scénáře neuspořádaného přechodu (tzv. *Disorderly*), které jsou charakterizovány relativně významnou materializací přechodových rizik vyplývajících z pozdního zavedení klimatické politiky či rozdílného vývoje přechodu napříč zeměmi a sektory. Do poslední kategorie spadají scénáře s nedostatečně ambiciózní či žádnou klimatickou politikou (tzv. *Hot house world*). Ve scénářích *Hot house world* se předpokládají nízká či žádná přechodová rizika a vysoká až extrémní fyzická rizika v důsledku předpokládaného značného nárůstu globální teploty. V rámci uvedených kategorií NGFS vymezuje šest základních klimatických scénářů (Tab. 1).

⁸ NGFS (Network for Greening the Financial System) je sdružením centrálních bank a orgánů dohledu s cílem sdílet osvědčené postupy, přispívat k rozvoji řízení rizik souvisejících s klimatem a životním prostředím ve finančním sektoru a mobilizovat hlavní finanční zdroje na podporu přechodu k udržitelnému hospodářství. Blíže [zde](#).

Tab. 1 Klimatické scénáře od NGFS

Kategorie	Scénář	Ambice politik	Reakce politik	Technologický pokrok	CDR*	Divergence politik
Orderly	Net Zero 2050	1,4°C	Okamžitá a plynulá	Rychlý	Střední až vysoké užití	Střední
	Pod 2°C	1,6°C	Okamžitá a plynulá	Střední	Střední až vysoké užití	Nízká
Disorderly	Divergentní Net Zero 2050	1,4°C	Okamžitá s rozdíly napříč sektory	Rychlý	Nízké až střední užití	Střední
	Zpožděný přechod	1,6°C	Zpožděná	Pomalý/rychlý	Nízké až střední užití	Vysoká
Hot house world	Deklarované závazky zemí	2,6°C	Deklarované závazky	Pomalý	Nízké až střední užití	Střední
	Současná politika	3°C +	Žádná	Pomalý	Nízké užití	Nízká

Zdroj: NGFS, upraveno autory

Poznámka: * CDR znamená Carbon dioxide removal, tedy proces odstranění CO₂ z atmosféry a jeho následné izolace prostřednictvím přírodních nebo technologických procesů. Příliš nízká úroveň CDR může zvyšovat přechodová rizika, jelikož ke snížení množství emisí musí být využito jiných, nákladnějších, prostředků. Naopak příliš vysoká závislost na CDR ve scénáři přechodu také přináší riziko, jelikož tato technologie nemusí být v nadcházejících letech dostupná tak, jak je předpokládáno. Divergence politik indikuje odlišnost v nastavení klimatických politik napříč regiony. Podbarvení jednotlivých buněk indikuje, zda daný faktor činí konkrétní scénář více či méně rizikový. Zelené podbarvení značí nižší riziko, žluté střední riziko a červené vyšší riziko.

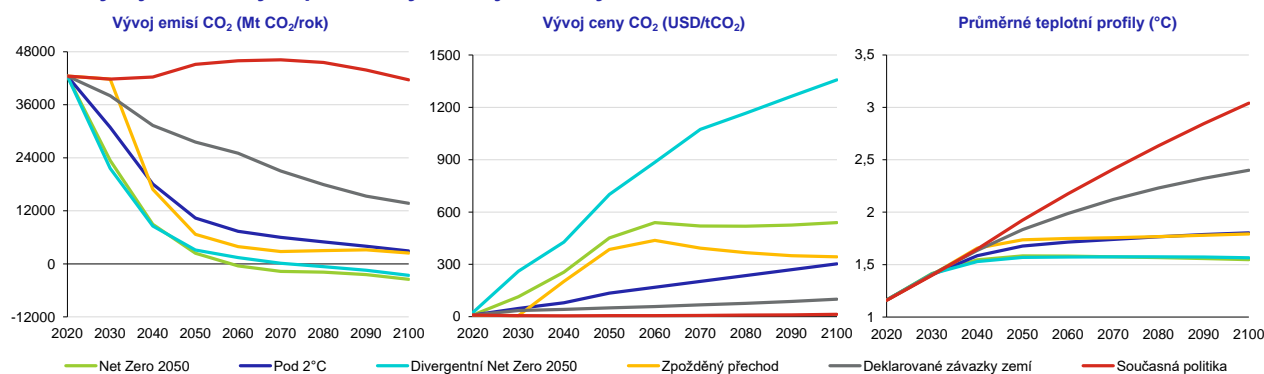
II.1.1 Scénáře přechodu ke klimaticky neutrálním ekonomikám

Z ekonomického i environmentálního hlediska se za „ideální“ považuje přechod ke klimaticky neutrální ekonomice, který je konzistentní se scénářem *Net Zero 2050* (Tab. 1). V tomto scénáři jsou naplněny cíle Pařížské dohody dosažením nulových čistých emisí CO₂ kolem roku 2050⁹ při utlumených fyzických a přechodových rizicích, přičemž globální teplota ke konci 21. století vzroste o méně než 1,5°C (Graf 1). Scénář *Pod 2°C* je méně ambiciózní alternativou scénáře *Net Zero 2050*. Přepokládá se v něm sice okamžité zavedení a postupné zpříšňování klimatické politiky, avšak čistých nulových emisí CO₂ je dosaženo až po roce 2070, přičemž globální teplota by se měla udržet pod 2°C. Přechodová rizika jsou v porovnání se scénářem *Net Zero 2050* nižší, avšak na úkor výskytu relativně vyšších fyzických rizik. Scénář *Divergentní Net Zero 2050* předpokládá téměř totožný vývoj emisí CO₂ a růstu globální teploty jako scénář *Net Zero 2050*. Rozdílem je však asymetrický dopad a zátěž klimatických politik na jednotlivé sektory. Zavedená cena emisí CO₂ je například trojnásobně vyšší v sektorech dopravy a nemovitostí než v sektorech energetiky a průmyslu. Přechodová rizika jsou v tomto scénáři nejvyšší a fyzická nejnižší ze všech šesti scénářů. Scénář *Zpožděný přechod* předpokládá implementaci klimatické politiky až po roce 2030, nicméně z důvodu snahy zamezit dalšímu oteplování jsou tyto politiky zaváděny s o to vyšší razancí, což vede k vyššímu ocenění uhlíkových emisí. Množství emisí CO₂ v důsledku pozdního přechodu dočasně překročí uhlíkový rozpočet¹⁰ a jejich rychlejší pokles je zaznamenán až po roce 2030. Scénář *Zpožděný přechod* je tak oproti scénáři *Net Zero 2050* rizikovější variantou, a to z důvodu výskytu vyšších přechodových i fyzických rizik.

⁹ Obecně se při analýze dopadů změny klimatu, adaptace na změnu klimatu a klimatických rizik uvažuje krátkodobé období do roku 2030, střednědobé období do roku 2050 a dlouhodobé období do roku 2100, jelikož je dle IPCC (2022a) k omezení růstu globální teploty na úroveň 1,5°C nutné omezit emise CO₂ v roce 2030 relativně k roku 2019 o 50 % a do roku 2050 o zbylé emise k dosažení čistých nulových emisí. Při omezení emisí o 50 % až v roce 2040 relativně k roku 2019 a dosažení čistých nulových emisí v roce 2070 by byl růst globální teploty omezen na úroveň 2°C.

¹⁰ IPCC (2022a) definuje uhlíkový rozpočet (tzv. carbon budget) jako maximální množství kumulativních čistých globálních emisí CO₂, které by s určitou pravděpodobností vedlo k omezení globálního oteplování na danou úroveň při zohlednění vlivu ostatních klimatických faktorů. Tento údaj se označuje jako celkový uhlíkový rozpočet, pokud je vyjádřen počínaje předindustriálním obdobím (od roku 1850), a jako zbývající uhlíkový rozpočet, pokud je vyjádřen od určitého nedávného data. Historické kumulativní čisté emise CO₂ mezi lety 1850 a 2019 představují přibližně čtyři pětiny celkového uhlíkového rozpočtu pro 50% pravděpodobnost omezení globálního oteplování na 1,5°C a přibližně dvě třetiny celkového rozpočtu uhlíku pro 67% pravděpodobnost omezení globálního oteplování na 2°C. Kumulativní čisté emise CO₂ se v letech 2010 až 2019 rovnají přibližně čtyřem pětinám zbývajícího uhlíkového rozpočtu od roku 2020 pro 50% pravděpodobnost omezení globálního oteplování na 1,5°C a přibližně jedné třetině zbývajícího uhlíkového rozpočtu pro 67% pravděpodobnost omezení globálního oteplování na 2°C.

Graf 1 Vývoj klimatických proměnných dle jednotlivých scénářů



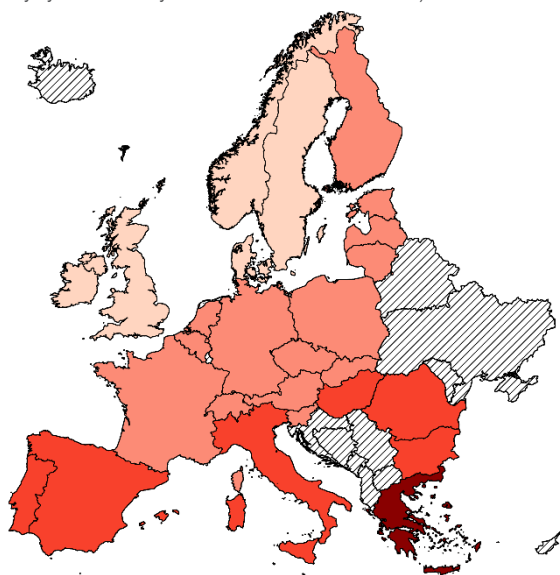
Zdroj: NGFS Scenario Explorer

II.1.2 Scénáře hmotných dopadů změn klimatu

Scénáře dopadů změn klimatu nepředpokládají žádnou nebo téměř žádnou regulaci či přijetí politických opatření směřujících k přechodu k bezuhlíkové ekonomice. Deklarované závazky zemí ve stejnojmenném scénáři odpovídají stavu k březnu 2022¹¹, přičemž do roku 2030 se předpokládá jejich kompletní realizace a dosažení vytyčených cílů. Od roku 2030 do roku 2100 jsou předpokládány ambice klimatické politiky srovnatelné s úrovněmi deklarovanými v závazcích zemí. Tyto závazky nicméně nepovedou k dostatečnému snížení emisí CO₂ a v tomto důsledku se globální teplota zvýší o 2,6°C. Přechodová rizika se předpokládají relativně nízká. Absence nákladů na přechod je však více než kompenzována nepříznivým ekonomickým dopadem vysokého fyzického rizika implikujícího materializaci již značných hmotných škod.

Obr. 1 Dopad fyzických rizik v Evropě v roce 2050

(odchylky od klimaticky neutrálního scénáře v % HDP)

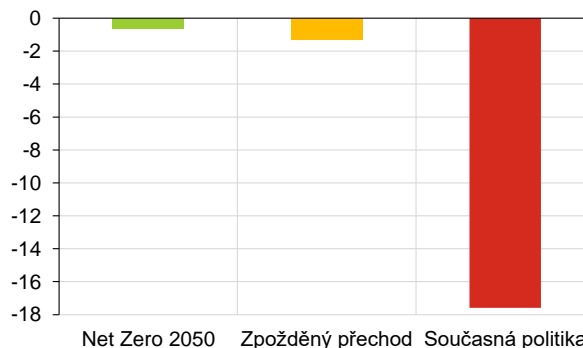


Zdroj: NGFS Scenario Explorer.

Poznámka: Jedná se o odchylky od klimaticky neutrálního scénáře z projekce modelu REMIND-MAGPIE pro scénář *Současná politika*. V klimaticky neutrálním scénáři se neuvažují žádná klimatická rizika. Intervaly kategorií jsou definovány od nejtmaší po nejsvětější barvu takto: -5,5 – -4,5 %; -4,5 – -3,5 %; -3,5 – -2,5 % a -2,5 – -1,5 %. Intervaly jsou zleva uzavřeny a zprava otevřeny. Data k šrafovaným zemím nejsou k dispozici.

Graf 2 Odhad dopadu globálních hmotných škod v roce 2100 dle scénáře

(odchylky od projekce scénáře bez hmotných škod v % HDP)



Zdroj: NGFS Scenario Explorer.

Poznámka: Vzhledem k délce časového horizontu a vysoké míře nejistoty spojené s modelováním růstu globální teploty a dopadů klimatických změn je ve scénáři *Současná politika* odhadnuta hodnota hmotných škod způsobených změnou klimatu pro 95. percentil odhadu růstu globální teploty na celém sledovaném horizontu, zatímco ve zbývajících dvou přechodových scénářích je hodnota škod odhadnuta pro mediánový odhad teploty.

¹¹ Pařížská dohoda vyžaduje, aby každá smluvní strana připravila, komunikovala a udržovala své deklarované závazky o snížení emisí a přizpůsobení se dopadům změn klimatu, kterých hodlá dosáhnout. Tyto závazky jsou odesílány pravidelně v intervalu pěti let sekretariátu [UNFCCC](https://unfccc.int).

Za krajně nepříznivý je považován scénář *Současná politika*, který je charakterizován pokračováním v globální klimatické politice dle současných trendů využívání fosilních zdrojů energie a tempa snižování emisí CO₂. Rostoucí trend množství emisí CO₂ pokračuje v tomto scénáři až do roku 2080, s čímž je konzistentní postupný nárůst průměrné teploty minimálně o 3°C ke konci 21. století. Jeho následkem bude v čase až extrémní nárůst hmotných škod, včetně nevratných změn klimatického systému i ekosystému zapříčiněných překročením bodů zlomu.¹² Tento stav vyvolá negativní socioekonomické dopady¹³, které se mohou lišit v závislosti na rozdílných geografických faktorech (Obr. 1).

Pro snadnější představu uvádíme odhad dopadů materializace fyzických rizik na světové HDP v roce 2100 pro tři z výše uvedených scénářů (Graf 2). Z výsledků je zřejmé, že investice určené na adaptaci ekonomik výši hmotných škod výrazně redukuje. Z porovnání výsledků mezi dvěma přechodovými scénáři pak vyplývá, že pro dosažení klimatického cíle se potřebná výše investic při nedostatečně ambiciózní a včasné implementaci klimatické politiky zvyšuje.¹⁴

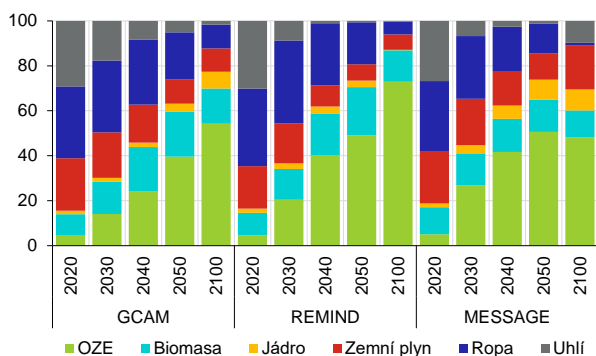
II.2 INTEGROVANÉ MODELY HODNOCENÍ KLIMATICKÝCH ZMĚŇ

K modelování trajektorie přechodu ekonomik postavených na scénářích NGFS lze využít integrované modely GCAM, REMIND-MAGPIE a MESSAGEix-GLOBIOM (souhrnně tzv. integrated assessment models – dále IAM). Tyto modely kombinují především makroekonomické faktory, faktory zemědělství a využívání půdy, energetiky či vodních a klimatických systémů a umožňují analyzovat komplexní a nelineární dynamiku těchto složek včetně jejich vzájemné interakce. IAM zjednodušeně modelují cesty vedoucí ke zmírnění změn klimatu prostřednictvím poptávky po energiích (např. zlepšení energetické efektivity), nabídky energií (např. podíl fotovoltaiky na energetickém mixu), zemědělství, lesnictví a jiného využití půdy (např. redukce odlesňování, snížení produkce metanu na rýžových polích) a CDR¹⁵ (např. technologie absorbující emise CO₂). Intenzita přechodu ekonomik je v jednotlivých modelech a scénářích reprezentována prostřednictvím ocenění emisí CO₂ (Graf 1). Tato proměnná reprezentuje řadu fiskálních a regulatorních opatření potřebných k dekarbonizaci ekonomik, technologické změny přispívající ke snížení emisí skleníkových plynů či jejich koncentrace v atmosféře a změnu spotřebitelského sentimentu. Cena uhlíku je tedy citlivá na míru ambicí ke zmírnění klimatu, načasování implementace klimatické politiky, divergenci politik napříč sektory a regiony či předpoklady technologického pokroku. Výnos ze stanoveného ocenění emisí je dodatečným příjmem vládního sektoru, který jej může v závislosti na nastavení v daném scénáři následně využít např. k vládním investicím k podpoře přechodu ke klimaticky neutrálním ekonomikám. Vzhledem k těmto předpokladům by měla být výsledná trajektorie přechodu minimálně ekonomicky nákladná.

Přestože jsou jednotlivé modely IAM využívány ke shodnému účelu, existují mezi nimi rozdíly, a to ve struktuře modelu, očekávání ekonomických subjektů, časové a prostorové dimenzi, technologickém pokroku, využití energetických zdrojů (Graf 3) aj. To je nutné brát v úvahu, neboť rozdíly v modelech vedou k odlišným výstupům (Graf 4), což přirozeně ovlivňuje následné projekce makroekonomických proměnných a tedy i simulované dopady do finančního sektoru.

Graf 3 Projekce zdrojů produkce primární energie dle IAM pro Net Zero 2050

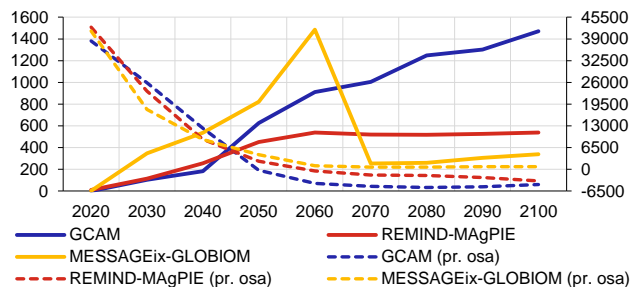
(podíl na celkové produkci v %)



Zdroj: NGFS Scenario Explorer

Graf 4 Projekce vývoje ceny a emisí CO₂ dle IAM pro Net Zero 2050

(USD za tunu CO₂ ve stálých cenách roku 2010; pravá osa: Mt CO₂ za rok)



Zdroj: NGFS Scenario Explorer

Poznámka: Pokles ceny emisí CO₂ u modelu MESSAGEix-GLOBIOM po roce 2060 je zapříčiněn dosažením čistých nulových emisí v tomto roce.

¹² Body zlomu (tzv. tipping points) představují dle IPCC (2018) kritické prahové hodnoty zemského systému, jejichž překročení může vést k výrazné a často nevratné změně stavu tohoto systému. Příkladem bodu zlomu může být vyšší četnost výskytu jevů El-Niño.

¹³ Dopady změn klimatu mohou kromě škod na majetku negativně ovlivnit např. produktivitu práce prostřednictvím negativního dopadu na lidské zdraví (Bosello et al., 2006), turismus (UNWTO, 2008) či mohou zapříčinit humanitární krize, migraci či válečné konflikty (tzv. společenské body zlomu) a s tím spojené negativní dopady do ekonomik (Brzoska a Fröhlich, 2015; Rigaud et. al., 2018; IPCC, 2022b).

¹⁴ Náklady na adaptaci se liší dle metodik a předpokladů odhadů. U rozvíjejících se ekonomik, které budou v důsledku své geografické polohy zasaženy nejvýrazněji, se roční náklady na adaptaci do roku 2030 odhadují v rozmezí 15–411 mld. USD, do roku 2050 v rozmezí 47–1088 mld. USD a po roce 2050 v rozmezí 520–1750 mld. USD (IPCC 2022b, IMF 2022a).

¹⁵ CDR znamená Carbon dioxide removal, tedy proces odstranění CO₂ z atmosféry a jeho následné izolace prostřednictvím přírodních nebo technologických procesů.

III. MAKROEKONOMICKÉ DOPADY KLIMATICKÉ ZMĚNY

Níže jsou prezentovány dopady klimatických změn vycházející ze tří scénářů: *Net Zero 2050*, *Zpožděný přechod* a *Současná politika*. Tyto scénáře byly vybrány v souladu s běžnou praxí dohledových orgánů při analýze klimatických rizik.¹⁶ Pro analýzu byly využity výstupy klimatického modelu REMIND-MAGPIE¹⁷. Na základě vybraných scénářů byly následně kvantifikovány dopady pro globální a českou ekonomiku pomocí globálního makroekonomického modelu NiGEM¹⁸ rozšířeného o klimatický blok. Projekce klimatických či makroekonomických proměnných byly provedeny do konce roku 2050, což odpovídá maximálnímu predikčnímu časovému horizontu v modelu NiGEM. Ekonomické dopady simulovaných klimatických změn jsou sledovány pomocí tří proměnných – HDP, inflace spotřebitelských cen a úrokových sazeb, přičemž výsledky jsou prezentovány jako odchylky od hodnot daných proměnných pro klimaticky neutrální scénář. V klimaticky neutrálním scénáři se neuvažují žádná klimatická rizika.

III.1 MODELOVÉ PŘEDPOKLADY KLIMATICKÝCH RIZIK

První skupinu modelovaných klimatických rizik představují hmotné šoky (materializace fyzických rizik). Jedná se o přímé dopady změny klimatu, které se negativně projeví na straně nabídky i poptávky. Negativní nabídkové vlivy byly pro výše uvedené scénáře nakalibrovány pro jednotlivé ekonomiky světa na základě práce Kalkuhl a Wenz (2020) a navazují na předpokládané globální teplotní profily vybraných klimatických scénářů (viz [část II.1](#)). Předpokládané globální oteplování a zvyšující se frekvence tzv. vln veder se ve scénářích budou negativně projevovat na lidském zdraví, a tedy dostupnosti pracovní síly i produktivitě práce. Rostoucí rozsah a síla přírodních katastrof povedou v místech ohníska k úplné či částečné fyzické destrukci kapitálu. Omezování produkčních faktorů práce a kapitálu negativně ovlivní potenciál jednotlivých ekonomik, neboť dojde ke snížení celkových globálních produkčních kapacit (nabídky). Na straně poptávky se hmotné šoky negativně projeví zejména u soukromé spotřeby a investic, jejichž pokles je odvozen od negativních dopadů nabídkových vlivů do reálné ekonomické aktivity. Působení hmotných šoků v souhrnu povede k poklesu reálné ekonomické aktivity, naopak v případě cenového vývoje dochází k protisměrnému působení proinflačních vlivů plynoucích z narušení nabídky a protiinflačních vlivů odrážejících pokles poptávky. Modelové simulace hmotných šoků pro všechny tři klimatické scénáře předpokládají omezenou vpředhlednost ekonomických subjektů a jsou ponechány bez reakce měnové politiky centrálních bank.

Druhá skupina modelovaných rizik zahrnuje přechodové šoky (materializace přechodových rizik), tedy zprostředkované dopady odrážející rozhodnutí tvůrců globální klimatické politiky. Modelové simulace přechodových šoků předpokládají pro všechny tři klimatické scénáře vpředhledící ekonomické subjekty. Kalibrace přechodových šoků pro jednotlivé ekonomiky světa byla provedena pro klimatický scénář *Net Zero 2050* a *Zpožděný přechod* (scénář *Současná politika* přechodové dopady neuvažuje, viz [část II.1](#)). Modelová simulace u přechodových šoků předpokládá nárůst uhlíkové daně, pokles energetické náročnosti produkce, pokles spotřeby fosilních zdrojů energie (uhlí, ropa, plyn) a dále pak nárůst spotřeby obnovitelných zdrojů energie. V přechodových scénářích se předpokládá, že omezování znečišťování ovzduší v podobě zvyšování uhlíkové daně povede k růstu nákladů spojených s využíváním fosilních zdrojů energie ([Graf 5](#)). Postupné snižování podílu fosilních vstupů do produkce bude mít za následek snížení produktivity (negativní nabídkový šok) a bude tedy dalším proinflačním faktorem. V opačném směru bude na cenový vývoj působit pokles spotřeby a cen fosilních komodit, zatímco spotřeba obnovitelných zdrojů energie preferovaná globální klimatickou politikou v čase poroste.

Výnosy z uhlíkové daně budou mít pozitivní dopady do veřejných rozpočtů vlád jednotlivých zemí v podobě nového dodatečného zdroje příjmu. Simulace přechodových šoků pro oba scénáře předpokládá, že centrální banky na vzniklé inflační tlaky reagují a snaží se je tlumit prostřednictvím své měnové politiky v podobě změny nastavení úrokových sazeb, přičemž v souhrnu se jedná o dočasný proinflační mix nákladového a nabídkového šoku s negativními dopady do HDP. V dalším kroku se již předpoklady obou scénářů rozcházejí, a to v rozhodnutí o využití dodatečných rozpočtových příjmů. V modelové simulaci scénáře *Net Zero 2050* se počínaje začátkem predikčního horizontu předpokládá návrat poloviny

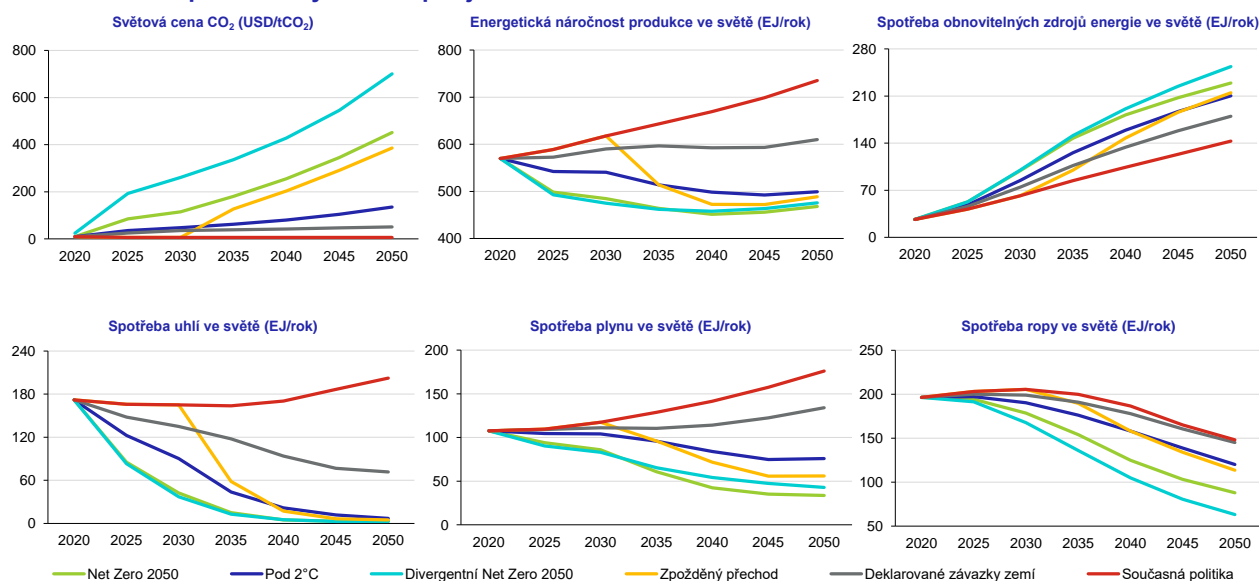
¹⁶ Podle FSB a NGFS (2022) využilo z celkového počtu 53 dotazovaných dohledových institucí 30 institucí scénář *Současná politika*, 29 scénář *Net Zero 2050*, 26 scénář *Zpožděný přechod*, 16 scénář *Pod 2°C*, 10 scénář *Deklarované závazky zemí* a 6 scénář *Divergentní Net Zero 2050*. První tři zmíněné scénáře využívají např. i ESRB a ECB (2022), ECB (2022a), BoC a OSFI (2022) či BoE (2022).

¹⁷ Strukturu modelu REMIND-MAGPIE lze vymežit na čtyři hlavní části. Zjednodušeně interpretováno, samostatný model REMIND simuluje dlouhodobý vývoj světové ekonomiky a energetického systému při nastavení odlišných klimatických politik. Zohledňuje různé faktory, jako je poptávka a nabídka energií, technologický pokrok či politická opatření, které umožňují odhadnout budoucí spotřebu energie, emise skleníkových plynů a ekonomické dopady klimatických politik. Poptávka po energiích je reprezentována prostřednictvím sektoru dopravy, průmyslu a nemovitostí. Nabídková strana energetického systému je tvořena vyčerpátními a obnovitelnými zdroji. Vyčerpátní zdroje zahrnují uhlí, ropu, plyn a uran. Mezi obnovitelné zdroje zahrnuté v modelu se řadí vodní, větrná, solární a geotermální energie a biomasa. Model MAGPIE simuluje dopady klimatických politik na využití půdy, zemědělství, bioenergie a následně emise skleníkových plynů. Pro své simulace využívá výstupy z globálního modelu vegetace LPJmL, který simuluje dopady změny klimatu a využití půdy na ekosystémy či koloběh uhlíku a vody. Klimatický model MAGICC využívá emisní vývoj skleníkových plynů a látek znečišťujících ovzduší odhadnutý modelem REMIND a predikuje změny klimatických proměnných, například globální teploty. K analýze dopadů na ostatní environmentální faktory nezahrnuté ve zmíněných komponentech lze REMIND propojit i s dalšími adekvátními modely.

¹⁸ Jedná se o globální ekonometrický model detailně zachycující provázanost všech teritorií světové ekonomiky. Více informací o modelu NiGEM a jeho struktuře lze nalézt v článku Hantzsche, Lopresto a Young (2018).

výnosů vládami jednotlivých zemí zpět do ekonomiky formou vládních investic. Zbylá polovina výnosů z uhlíkové daně bude využita na snížení vládního dluhu. V případě scénáře *Zpožděný přechod*, ve kterém dochází k opožděnému nárůstu uhlíkové daně o 10 let a jejímu pozvolnějšimu růstu v dalších letech (a tedy i zřetelně nižšímu objemu výnosů oproti předchozímu scénáři), budou tyto dodatečné příjmy aplikovány přímo do rozpočtů vlád jednotlivých zemí endogenními modelovými mechanismy. Dodatečné rozpočtové příjmy povedou mimo jiné k postupné úpravě daně z příjmů a jejímu snížení v závislosti na cílované úrovni zadlužení jednotlivých ekonomik. Tento pozitivní poptávkový šok bude po roce 2030 tlumen po dobu následujících 2 let předpokládaným negativním sentimentem domácností a firem překvapených náhlou změnou směřování klimatických politik. Zpoždění implementace klimatické politiky se projeví v menší ochotě domácností spotřebovávat a nárůstem obezřetnostních úspor. Zvýšená nejistota způsobená rychlým zaváděním nových regulačních opatření povede rovněž k nárůstu rizikové prémie a poklesu investiční aktivity podniků.

Graf 5 Kalibrace přechodových šoků pro jednotlivé klimatické scénáře



Zdroj: Globální klimatický model REMIND-MAgPIE

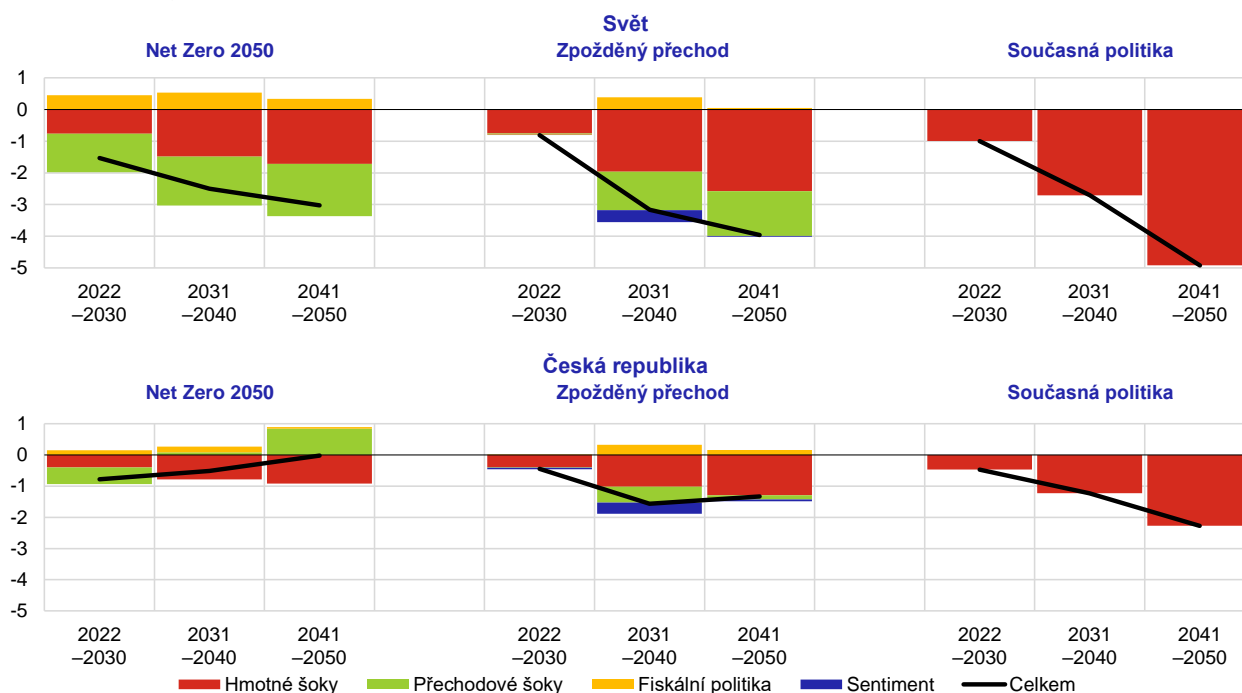
III.2 SIMULOVANÉ DOPADY KLIMATICKÉ ZMĚNY DO REÁLNÉHO HDP

Výsledné modelové simulace dopadů klimatických změn na reálnou ekonomickou aktivitu ukazují, že čím dříve dojde k implementaci a prosazování globální klimatické politiky, o to menší by měly být negativní dopady do ekonomické aktivity. Celkový vývoj HDP pro jednotlivé scénáře odráží velmi odlišné dopady na úrovni podnikového sektoru, přičemž předpokládaný růst hrubé přidané hodnoty se výrazně liší v závislosti na uhlíkové náročnosti konkrétních odvětví (část IV). Ve všech třech scénářích dochází v případě hmotných šoků nevyhnutelně k přímým negativním dopadům klimatické změny do HDP (Graf 6). K těmto vlivům se pak u scénářů *Net Zero 2050* a *Zpožděný přechod* přidávají dopady přechodových šoků odrážejících implementaci klimatické politiky. Avšak jak je patrné z vývoje HDP ve scénáři *Net Zero 2050*, včasná implementace klimatické politiky s využitím výnosů z uhlíkové daně a jejich částečné distribuce formou vládních investic zpět do ekonomiky negativní dopady výrazně eliminuje.¹⁹ V případě pozdější implementace klimatické politiky ve scénáři *Zpožděný přechod* se nad rámec negativních dopadů odrážejících hmotné šoky přidává předpokládaný zhoršený sentiment domácností a firem. Na rozdíl od scénáře *Současná politika* by však přechodové scénáře měly vést k velmi výraznému zpomalování globálního oteplování (Graf 1), přičemž negativní dopady na jednotlivé ekonomiky světa by po roce 2050 měly být v těchto scénářích velmi nízké. Naopak v případě scénáře *Současná politika* negativní dopady změny klimatu v čase dále výrazně zesílí, což by si po roce 2050 mohlo vyžádat nevratné škody na životním prostředí, lidském zdraví a obrovské ekonomické náklady (Graf 2).

¹⁹ Rozdíl by byl markantnější při předpokladu využití celého objemu výnosů z uhlíkové daně formou vládních investic zpět do ekonomiky.

Graf 6 Dopady do úrovně reálného HDP ve světě a v ČR

(odchylky od klimaticky neutrálního scénáře v % HDP)



Zdroj: Projekce ČNB prostřednictvím modelu NiGEM na základě výstupů z klimatického modelu REMIND-MAGPIE.

Poznámka: V klimaticky neutrálním scénáři se neuvažují žádná klimatická rizika.

III.3 SIMULOVANÉ DOPADY KLIMATICKÉ ZMĚNY DO SPOTŘEBITELSKÝCH CEN

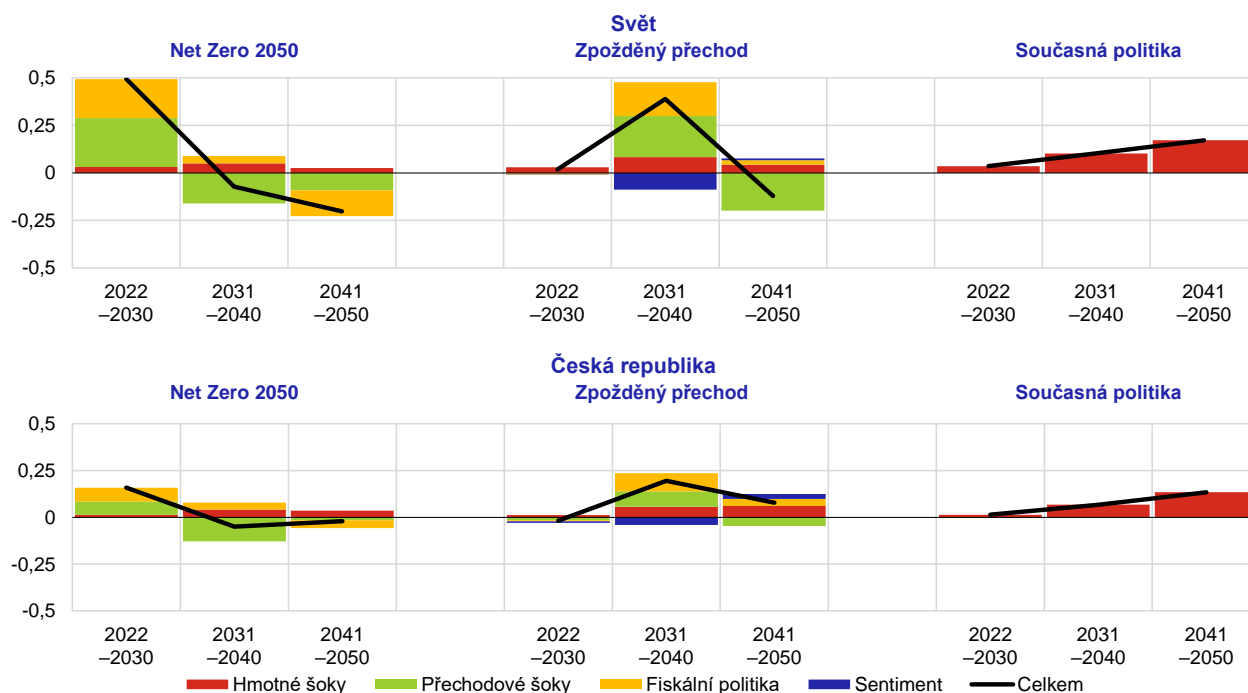
Provedené simulace naznačují, že jedním z nákladů implementace globální klimatické politiky bude dočasný rychlejší růst spotřebitelských cen. Tento proinflační vliv předpokládaný v obou přechodových scénářích odráží především efekty zavádění uhlíkové daně (Graf 7). Dopad do cen do značné míry závisí na předpokládaném rozsahu a rychlosti zvyšování daně a přenosu daňových nákladů podniků na spotřebitele.²⁰ Krátkodobě proinflačně bude v obou scénářích působit i předpokládaný dopad vládních investic zaměřených na podporu ekonomického růstu a zmírnění negativních dopadů šoků. Nejpomalejší růst cen v horizontu do konce roku 2050 implikuje při absenci přechodových šoků scénář *Současná politika*. V něm jsou nicméně ve srovnání s ostatními scénáři nejvíce proinflační hmotné šoky odrážející převažující negativní nabídkové faktory, přičemž tyto inflační tlaky by měly v čase z důvodu pokračujícího globálního oteplování dále zesilovat. Oteplování bude stále více narušovat nabídku vlivem snižování efektivity využití výrobních faktorů ve světové ekonomice, přičemž protiinflační negativní poptávkové vlivy budou tento cenový růst tlumit jen částečně.

V případě scénáře *Net Zero 2050* budou proinflační vlivy související s hmotnými šoky jen mírné, neboť proinflační negativní nabídkové vlivy vyplývající z nižší produktivity globálních výrobních faktorů budou z velké části tlumeny protiinflačními poptávkovými efekty. V případě scénáře *Zpožděný přechod* jsou v souhrnu mírně proinflačně působící hmotné šoky krátkodobě tlumeny protiinflačním působením odrážejícím dočasný negativní sentiment domácností i podniků (negativní poptávkový šok) v návaznosti na náhlou a razantnější implementaci globální klimatické politiky od roku 2030.

²⁰ Ve scénářích je možné uvažovat i další typy zvýšených nákladů souvisejících s dekarbonizací ekonomiky, jako jsou výrazně zvýšené náklady financování či pojistné pro klimaticky náročnou výrobu, což v konečném důsledku může rovněž vést k ukončení některých provozů.

Graf 7 Dopady do meziroční inflace spotřebitelských cen ve světě a v ČR

(odchylky od klimaticky neutrálního scénáře v p. b.)



Zdroj: Projekce ČNB prostřednictvím modelu NiGEM na základě výstupů z klimatického modelu REMIND-MAGPIE.

Poznámka: V klimaticky neutrálním scénáři se neuvažují žádná klimatická rizika.

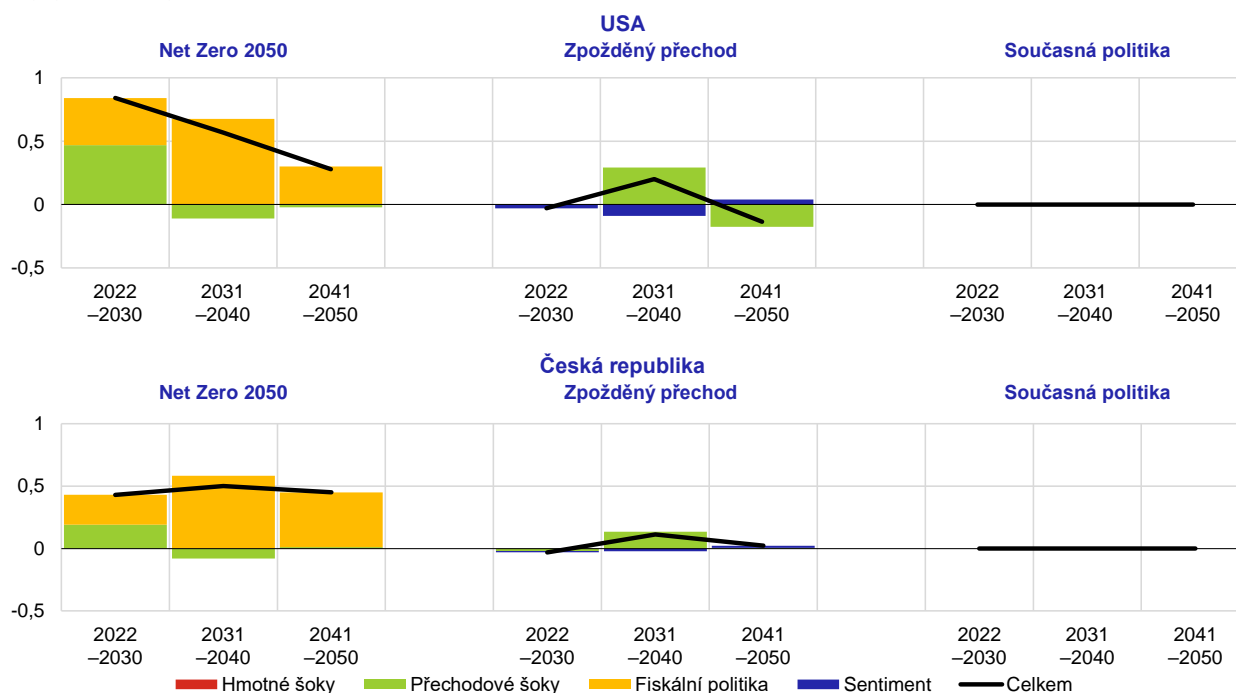
III.4 SIMULOVANÉ DOPADY KLIMATICKÉ ZMĚNY DO ÚROKOVÝCH SAZEB

Výsledné dopady klimatických scénářů v souhrnu poukazují na utlumenější ekonomickou aktivitu s tlaky na růst spotřebitelských cen, s čímž je konzistentní mírně přísnější měnová politika centrálních bank (Graf 8). Vzhledem k tomu, že je cílem článku primárně sledovat dopad simulované klimatické změny na globální a českou ekonomiku, byly pro reakci měnové politiky využity měnověpolitické sazby centrální banky USA (Fed) a ČR (ČNB). Odchylky v reakcích centrálních bank jsou dány rozdílnou kalibrací klimatických šoků odrážející odlišnou energetickou závislost české a globální ekonomiky.²¹ Měnové politiky v případě obou přechodových scénářů nejvíce reagují na proinflační působení plynoucí z implementace klimatické politiky formou expanzivnější fiskální politiky. Jak již bylo výše zmíněno, to je přitom nejvíce viditelné ve scénáři *Net Zero 2050*, který generuje nejvyšší rozpočtové výnosy. V případě scénáře *Zpožděný přechod* je tento pozitivní poptávkový šok rozpuštěn v rámci endogenních modelových mechanismů vedoucích k uvolněnější fiskální politice. Dočasně vyšší úrokové sazby odráží také proinflační dopady plynoucí z přechodových šoků v návaznosti na implementaci klimatické politiky. Vzhledem k předpokladu omezené vpředhledivosti ekonomických subjektů v případě hmotných šoků simulace nezahrnuje reakci měnové politiky centrálních bank. V souhrnu je patrné, že jsou dopady do měnověpolitických sazeb na horizontech přechodových scénářů obou ekonomik relativně nízké.

²¹ Zatímco např. ekonomika USA je významným světovým vývozcem fosilních energetických komodit, ekonomika ČR je naopak jejich dovozcem. Klimatická politika vytvářející tlak na pokles spotřeby fosilních paliv, jejichž cena bude v čase klesat, bude mít silnější negativní dopady do americké ekonomiky. To se bude rovněž promítat do silnějšího kurzu eura vůči americkému dolaru.

Graf 8 Dopady do měnověpolitických úrokových sazeb v USA a v ČR

(odchylky od klimaticky neutrálního scénáře v p. b.)



Zdroj: Projekce ČNB prostřednictvím modelu NiGEM na základě výstupů z klimatického modelu REMIND-MAGPIE.

Poznámka: V klimaticky neutrálním scénáři se neuvažují žádná klimatická rizika.

IV. ZRANITELNOST SOUKROMÉHO NEFINANČNÍHO SEKTORU

Vyhodnocení klimatických scénářů je klíčové pro identifikaci transmisních kanálů, skrze které může klimatická změna zasáhnout soukromý nefinanční sektor. Dalším krokem je pak odhadnout prostřednictvím projekcí expozičních finančních institucí vůči klimaticky zranitelné části nefinančního sektoru a se znalostí závislosti finančních institucí na příjmech od této části sektoru potenciální dopad na finanční sektor jako celek. ČNB nedisponuje dostatečným množstvím relevantních informací na úrovni jednotlivých podniků²², domácností či ohledně náročnosti portfolií jednotlivých bank z pohledu uhlíkové stopy, není proto možné provést detailní analýzu dopadu simulovaných klimatických změn s robustním závěrem pro český finanční systém. Na úrovni jednotlivých odvětví, resp. sektorů, je nicméně možné potenciální dopad pomocí vybraných indikátorů²³ alespoň v hrubých rysech určit, a vymezit tak zdroj rizika pro finanční stabilitu.

IV.1 SEKTOR NEFINANČNÍCH PODNIKŮ

Současná emisní náročnost ekonomiky ČR je poměrně vysoká, a to v důsledku velké koncentrace ekonomické aktivity v průmyslu a relativně významného podílu fosilních zdrojů na energetickém mixu (Graf 9 a Graf 10). V mezinárodním srovnání dosahuje průměrná emisní intenzita ČR vyšších hodnot, než je průměr zemí EU (BOX 4, ČNB 2021). Vzhledem ke své struktuře je proto ekonomika ČR poměrně zranitelná vůči rizikům spojeným s přechodem ke klimaticky neutrální ekonomice. Předpokládaná rostoucí intenzita klimatické politiky v podobě zvyšování ceny emisních povolenek²⁴ či přísnějšího regulačního rámce²⁵ bude postupně zvyšovat přechodové riziko pro tu část podnikového sektoru, která nebude mít dostatečně důvěryhodné plány klimatického přechodu a nebude schopna přizpůsobit svůj obchodní model novému udržitelnému podnikatelskému prostředí. Jak nepřímo naznačují výše popsání scénáře, u takových podniků bude

²² Například informace o používané výrobní technologii podniků spojené s rozvojem obnovitelných zdrojů, geografickým členění expozičních podniků v rámci země (rozmístění hmotných aktiv v rizikových regionech), důvěryhodných plánech zeleného přechodu podniků, počtu zadlužených domácností zaměstnaných v klimaticky ohrožených odvětvích apod.

²³ Některé z prezentovaných indikátorů jsou součástí přístupu ČNB ke stanovení sazby kapitálové rezervy ke krytí systémového rizika (forthcoming, <https://www.cnb.cz/cs/financi-stabilita/makroobezretnostni-politika/kapitalova-rezerva-ke-kryti-systemoveho-rizika/>).

²⁴ Celkový objem emisních povolenek se každoročně snižuje, což vede ke zvyšování jejich cen. Od roku 2027 by měl navíc začít fungovat druhý samostatný systém obchodování s emisními povolenkami (ETS II) pro budovy a silniční dopravu. K udržení cenové konkurenceschopnosti EU také vstoupí v platnost tzv. mechanismus uhlíkového vyrovnání na hranicích, který by měl zpoplatňovat produkty ze zemí s méně striktními emisními pravidly a zabraňovat přesunu výroby podniků do těchto zemí.

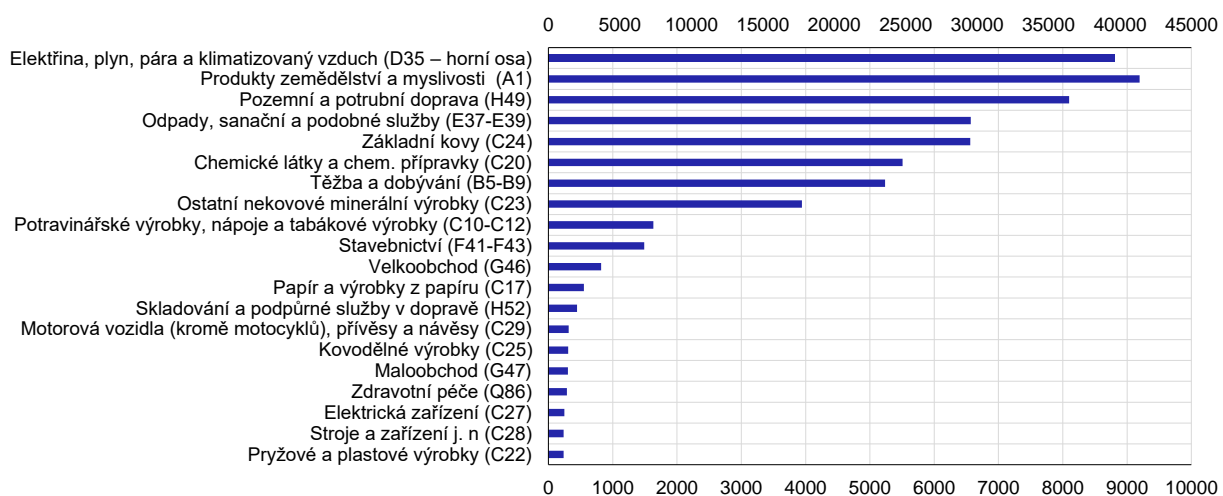
²⁵ Příkladem může být strategie „od zemědělece ke spotřebiteli“ (Farm to Fork Strategy), která stanovuje cíle v oblasti zemědělství. Těmi jsou např. omezení používání nebezpečnějších pesticidů o 50 % či využívání 25 % zemědělské půdy v EU k ekologickému zemědělství do roku 2030.

postupně docházet ke ztrátě konkurenceschopnosti,²⁶ snížení ziskovosti či úplnému uzavření. Bude-li bankovní sektor navzdory tomuto riziku zranitelné podniky dále úvěrovat, může být vystaven riziku selhání, jehož pravděpodobnost se bude zvyšovat. S tím spojený růst ztrát bank může být dále zesílen poklesem hodnoty aktiv těchto podniků používaných k zajištění úvěrů (tzv. uvíznutá aktiva). Na střednědobém až dlouhodobém horizontu budou hodnotu aktiv podnikového sektoru negativně ovlivňovat také fyzická rizika, a s tím pravděpodobně spojené relativně výrazné zvýšení nákladů na pojistné (BOX 6, ČNB, 2022a).

Odvětví potenciálně nejvíce ovlivněná klimatickou politikou (zkráceně CPRS, Climate Policy Relevant Sectors) lze členit na: energeticky náročná odvětví (většina zpracovatelského průmyslu), odvětví zemědělství, odvětví spojená s fosilními palivy (např. těžba a dobývání), budovami, dopravou a energetikou a její distribucí (EBA, 2021). Tomuto členění do značné míry odpovídá výše přímých emisí²⁷ jednotlivých odvětví ČR (Graf 9). Z nich je patrné, že největšími emitenty skleníkových plynů v ČR jsou odvětví energetiky, odvětví zabývající se zpracováním materiálů a chemických látek, doprava a činnosti zabývající se odpady a zemědělským hospodářstvím.

Graf 9 Přímé emise skleníkových plynů dle odvětví v ČR

(v kilotonách CO₂e)

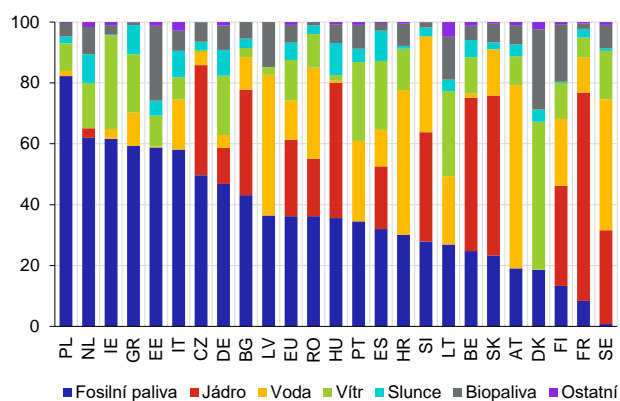


Zdroj: Eurostat

Poznámka: V závorce uvedena klasifikace dle NACE úrovně 2.

Graf 10 Produkce elektrické energie dle zdroje ve vybraných zemích EU

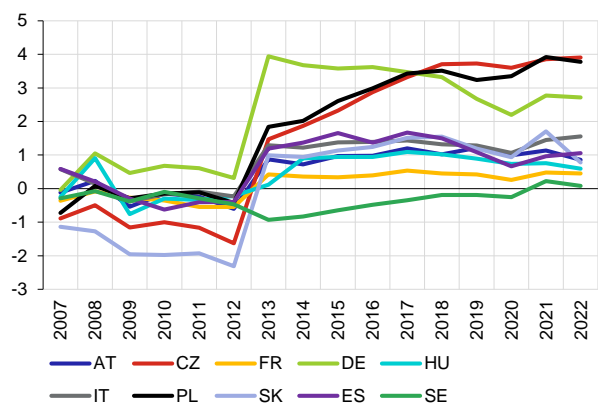
(podíl na hrubé produkci elektřiny v % v roce 2021)



Zdroj: Eurostat

Graf 11 Vývoj salda odevzdaných a zdarma obdržaných emisních povolenek ve vybraných zemích EU

(v tunách CO₂e na obyvatele)



Zdroj: EEA, Evropská komise

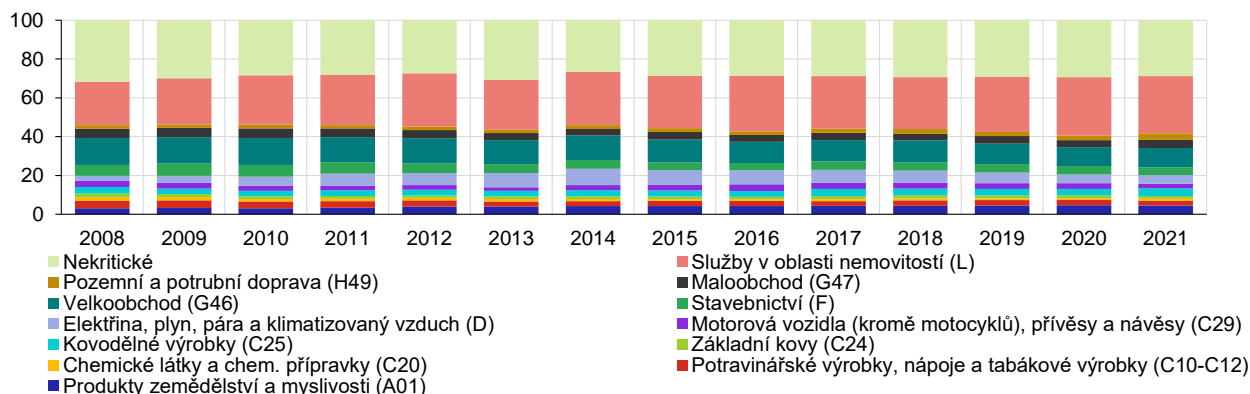
²⁶ Jak cenové konkurenceschopnosti (vyšší podíl OZE vede k nižším nákladům), tak i konkurenceschopnosti prostřednictvím výroby produktů v souladu se změnou spotřebitelského sentimentu směrem k udržitelnějšímu.

²⁷ Pro analýzu dopadů přechodových rizik je také vhodné zohledňovat nepřímé emise, které vznikají v rámci celého hodnotového řetězce, blíže viz BOX 4, ČNB 2021.

Změny v odvětví energetiky jsou klíčové pro zabezpečení přechodu ČR na udržitelnou ekonomiku při udržení konkurenceschopnosti podniků. To je patrné z vývoje salda odevzdaných a zdarma obdržovaných emisních povolenek (Graf 11), které poukazuje na větší zranitelnost vůči přechodovým šokům v podobě zvýšení ceny emisních povolenek a vyšším vstupním nákladům. Pokračující růst ceny energií z emisně náročných zdrojů by bez zásadních investic do obnovitelných zdrojů²⁸ a změny energetického mixu ČR vedl k dalšímu nárůstu nákladů, a tedy i postupnému snížení konkurenceschopnosti. Investice do obnovitelných zdrojů energie jsou pro ČR nejen příležitostí dosáhnout vyšší energetické soběstačnosti ekonomiky.²⁹ Financováním těchto investic ze strany bank dojde i k výrazné redukci klimatických rizik v ČR, kterým jsou banky potenciálně samy vystaveny.

Graf 12 Emisně kritická odvětví v ČR identifikovaná pro rok 2021

(podíl na úvěrovém portfoliu v %)

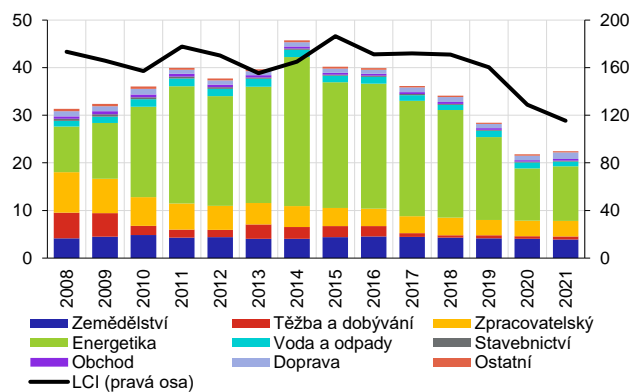


Zdroj: Eurostat, ČNB

Poznámka: V závorce uvedena klasifikace dle NACE úrovně 2.

Graf 13 Vývoj úvěrově vážené emisní intenzity dle odvětví a vývoj LCI

(v tunách CO₂e na mil. Kč hrubé přidané hodnoty odvětví; pravá osa: v tunách CO₂e na mil. Kč úvěrů)

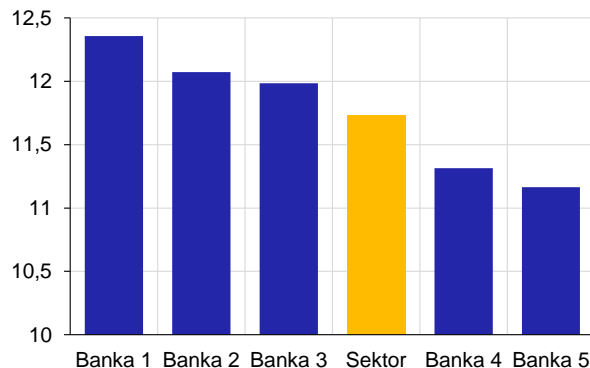


Zdroj: Eurostat, ČNB

K měření zranitelnosti bankovního sektoru prostřednictvím expozic vůči emisně náročným odvětvím lze využít řadu indikátorů (ESRB a ECB, 2022). K určení a sledování klimaticky relevantních odvětví může sloužit tzv. indikátor emisně kritických odvětví (Carbon-critical sectors (CCrS), Faiella a Lavecchia, 2020). Emisně kritická odvětví jsou identifikována určením pořadí odvětví podle podílu na produkci celkových emisí skleníkových plynů a na bankovních úvěrech. Za kritické se označuje pětina odvětví s nejnižším průměrem těchto dvou pořadí. Do emisně kritických odvětví v ČR bylo v roce 2021 koncentrováno 78 % emisí skleníkových plynů a 71 % úvěrů nefinančním podnikům³⁰ (Graf 12). Tyto hodnoty odpovídají

Graf 14 Koncentrace úvěrů bankovního sektoru do emisně náročných odvětví

(přirozený logaritmus emisně váženého HHI)



Zdroj: Eurostat, ČNB

²⁸ O investicích do obnovitelných zdrojů v ČR a jejich ekonomických přínosech detailně pojednává zpráva Deloitte (2023). Investice do OZE jsou však spjaty i s provozem a investicemi do elektrizační soustavy. O možných scénářích jejího vývoje s ohledem na odklon od uhlí informuje ČEPS (2023). Nejvíce ambiciózní, dekarbonizační scénář, je ze čtyř prezentovaných scénářů nejvíce nákladný v důsledku nutného importu elektřiny ze zahraničí, investicemi do OZE a vysokou výrobou z plynových zdrojů.

²⁹ Tomu by měl dopomoci i plán [REPowerEU](#), realizovaný v reakci na ruskou agresi na Ukrajině a závislosti EU na fosilních palivech z Ruska, jehož cílem je mimo jiné více diverzifikovat energetické mixy členských zemí EU. ČR by mělo z pomocného balíčku obdržet cca 16,7 mld. Kč. Další investice do OZE mohou být financovány např. z [Modernizačního fondu EU](#) (až 500 mld. Kč). I přes redukci závislosti na ruských fosilních zdrojích je na místě upozornit na závislost EU v oblasti výroby solárních panelů i nerostných surovinách potřebných pro přechod ke klimaticky neutrálním ekonomikám na ostatních ekonomikách, zejména Číně. EK na tento fakt reaguje prostřednictvím [Aktu o průmyslu s nulovými čistými emisemi](#) či [Evropským aktem o kritických surovinách](#) s cílem podpořit cirkulární ekonomiku, snížit administrativní zátěž, monitorováním dodavatelských řetězců apod.

³⁰ Faiella a Lavecchia (2020) uvádějí, že v Itálii pokrývají kritická odvětví 80 % emisí skleníkových plynů a 50 % bankovních úvěrů.

i dlouhodobému průměru z let 2008–2021. Podíl na úrokovém výnosu bankovního sektoru z úvěrů poskytnutým těmto odvětvím byl k polovině roku 2023 přibližně 70 %, přičemž tento podíl u pětiny odvětví emitujících nejvíce skleníkových plynů činil 34 %. V čase se skladba emisně kritických odvětví mění. V letech 2008–2016 do nich spadala například i těžba a dobývání, která však od roku 2017 vlivem postupného útlumu a obecně snížené ochoty bank úvěrovat toto odvětví již spadá do skupiny emisně nekritických odvětví. Pokles významu této ekonomické činnosti je evidentní i z emisní intenzity sektorů vážené podílem na úvěrovém portfoliu bank (Graf 13). Vývoj tohoto indikátoru ukazuje snižování agregátní uhlíkové náročnosti úvěrových portfolií bank od roku 2014, a to zejména v oblasti energetiky.³¹ Obdobný vývoj naznačuje také průměrná hodnota ukazatele LCI (Graf 13), tedy podílu emisí jednotlivých odvětví na úvěrech poskytnutých bankami danému odvětví.³²

Dalším relevantním indikátorem je riziko koncentrace úvěrů poskytnutých emisně náročným podnikům na úrovni portfolií jednotlivých bank (Graf 14³³), který je možné vypočítat dle emisně váženého Herfindahl-Hirschmanova indexu (ECB, 2022b). Banky s vyšší koncentrací úvěrů podnikům ohroženým přechodovou politikou jsou potenciálně zranitelnější vůči materializaci přechodového rizika.

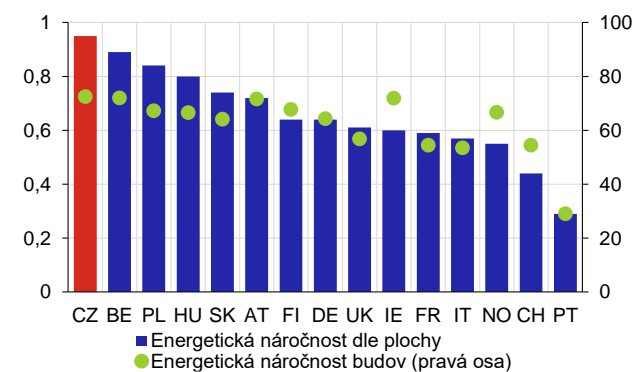
IV.2 SEKTOR DOMÁCNOSTÍ

Klimatická rizika mohou v mnoha směrech ovlivnit i finanční situaci domácností. Jak již naznačují výše představené simulace klimatických scénářů, domácnosti mohou být vystaveny při klimatickém přechodu růstu cenové hladiny (část III.3) potenciálnímu poklesu svých reálných disponibilních příjmů. Další zátěž mohou pro domácnosti představovat výdaje za účelem zvýšení energetické efektivity jako např. investice do zateplení budov, nasazování inteligentních systémů efektivně spravujících využití energie budov či instalace solárních panelů. Realizace klimatické politiky může mít dále dopad do ocenění jimi držených obytných nemovitostí. Tržní hodnota energeticky náročnějších budov se může relativně snížit v důsledku vyššího množství investic potřebných na jejich modernizaci a snížení energetické náročnosti. V ČR je téma energetické náročnosti budov vysoce relevantní, neboť v evropském srovnání dosahuje jedné z nejvyšších hodnot (Graf 15). Tržní hodnotu nemovitostí mohou negativně ovlivnit i fyzická rizika, a to v podobě jejich přímého poškození s následným dopadem do výdajů domácností na potřebné opravy či vyššího pojistného³⁴. V lokalitách vysoce náchylných k fyzickým rizikům se mohou nemovitosti stát i nepojistitelnými a tedy nevhodnými k zajištění úvěrů. Obecně tak může materializace fyzických rizik či přechod ke klimaticky neutrální ekonomice vést ke snížení reálné hodnoty majetku domácností či zvýšení jejich reálného zadlužení. To může ve výsledku ovlivnit nejen pravděpodobnost selhání zadlužených domácností, ale i velikost celkových ztrát bank z těchto selhání vzhledem k potenciálním zvýšeným výkyvům tržních cen nemovitostí v zástavě.

Přechod ČR ke klimaticky neutrální ekonomice zcela jistě ovlivní i strukturu trhu práce, přičemž ztrátou zaměstnání jsou ohroženi zejména zaměstnanci z již zmíněných emisně náročných odvětví. Při včasné realizaci a kredibilitě klimatické politiky by agregátně měl počet nově vzniklých pracovních míst převýšit počet zaniklých pracovních míst.³⁵ Dopad do strukturální nezaměstnanosti bude do značné míry záviset na faktorech, jako jsou schopnost rekvalifikace potenciálně nezaměstnaných, politika zaměstnanosti či systém vzdělávání. Tyto faktory by měly umožnit efektivní alokaci pracovní síly doposud vykonávající ekonomickou aktivitu s negativním dopadem na životní prostředí a vést k vyšší adaptabilitě na nové

Graf 15 Energetická náročnost obytných budov ve vybraných evropských zemích

(v GJ/m²; pravá osa: v GJ/budovu)



Zdroj: IEA

³¹ Odvětví energetiky je také významným emitentem dluhopisů, které ve svých bilancích drží také bankovní sektor. Ke konci roku 2022 byly podniky v odvětví energetiky emitovány dluhopisy v hodnotě cca 95 mld. Kč, které nejsou zohledněny v interpretovaných indikátorech.

³² Při absenci dat o emisích skleníkových plynů na úrovni jednotlivých podniků, kterým byl poskytnut úvěr, je hodnota indikátoru LCI zavádějící, neboť např. nadhodnocuje hodnotu LCI u sektorů s nízkým objemem úvěrů.

³³ Při absenci dat o emisích skleníkových plynů na úrovni jednotlivých podniků je však nutné brát výsledné hodnoty s rezervou.

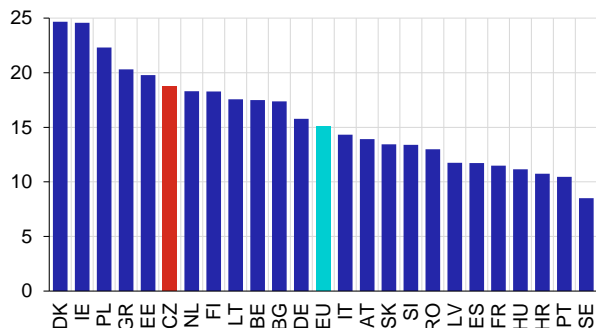
³⁴ Dle ilustrativní analýzy ČNB je přenos růstu cen zajištění do pojistného pro pojišťovny nejvýhodnější variantou (BOX 6: Ilustrativní analýza možných kanálů dopadu klimatických rizik na pojišťovny, ČNB 2022a).

³⁵ Dle simulace ILO (2019) na vzorku 32 zemí by mohl přechod vést ke vzniku téměř 25 mil. pracovních míst a téměř 7 mil. by jich mohlo zaniknout. 5 mil. pracovníků, kteří ztratí práci v důsledku transformace v určitých odvětvích, budou schopni najít práci ve stejné profesi v jiném odvětví v rámci téže země. Zbýlé 2 mil. pracovníků tak bude pravděpodobně zaměstnáno v profesích, kde dojde ke ztrátě pracovních míst bez rovnocenné volné pozice v jiném odvětví. Tito pracovníci se budou muset rekvalifikovat na jiné profese. V EU by se dopad politiky Fit for 55 na změnu míry zaměstnanosti v roce 2030 pohyboval v rozmezí -0,3% až 0,5 % (Vandeplas et al. 2022).

požadavky na trhu práce. Riziko vyšší strukturální nezaměstnanosti tak přestavuje nízká adaptabilita na nové kvalifikační požadavky na trhu práce či úroveň mobility pracovní síly³⁶.

Graf 16 Emisní intenzita na pracovníka ve vybraných evropských zemích

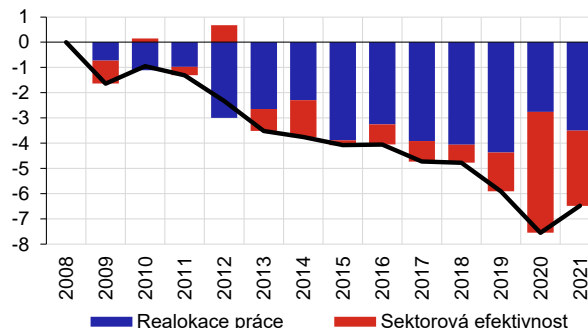
(v tunách CO₂e na pracovníka za rok 2021)



Zdroj: Eurostat

Graf 17 Změna vážené průměrné emisní intenzity na pracovníka v ČR

(v tunách CO₂e na pracovníka vůči roku 2008)



Zdroj: Eurostat

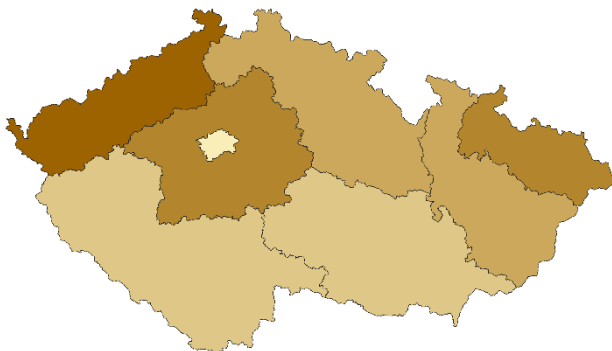
Poznámka: Metodika výpočtu je popsána v online příloze IMF (2022b).

ČR dosahuje v mezinárodním srovnání nadprůměrných hodnot emisní intenzity na pracovníka (Graf 16). Z vývoje vážené průměrné emisní intenzity na pracovníka je však patrné, že již průběžně probíhá alokace pracovní síly do odvětví s menší emisní intenzitou (Graf 17). Vyšší mírou strukturální nezaměstnanosti by mohly být zatíženy geografické lokality, kde je značná koncentrace činností negativně dopadajících na životní prostředí a nízká úroveň mobility, pokud vznik nových pracovních míst nebude situován v daných lokalitách. Odvětví s vysokou pravděpodobností budoucího zániku jsou navázaná primárně na těžbu, úpravu a výrobu z černého a hnědého uhlí (Vandeplass et al., 2022). V podmínkách ČR jsou z geografického hlediska tato odvětví rozšířena zejména v Moravskoslezském, Ústeckém a Karlovarském kraji (Obr. 2).

Jak již naznačily výše představené scénáře, vývoj nezaměstnanosti v ČR bude do značné míry ovlivněn samotným průběhem realizace klimatické politiky (Graf 18), a to zda bude včasná a synchronní či nikoliv. Vzhledem k poptávce po práci dlouhodobě převyšující její nabídku (ČNB, 2023) a ohroženosti zejména pracovníků s nižším příjmem a kvalifikací³⁷ (EK, 2019) působících na sekundárním trhu práce se zdá být riziko pro finanční stabilitu spíše omezené. Je to dáno nejen předpokládaným zanedbatelným dopadem klimatických změn na agregátní míru nezaměstnanosti v ČR (Graf 18), ale i velmi nízkou úrovní úvěrových expozic bank vůči nízkopříjmovým domácnostem (ČNB, 2022b³⁸).

Obr. 2 Emisní intenzita na pracovníka dle NUTS 2

(v tunách CO₂e na pracovníka v roce 2021)

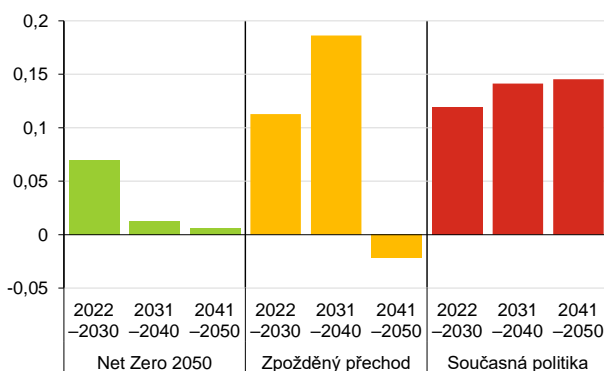


Zdroj: Eurostat, EDGAR (2022)

Poznámka: Intervaly kategorií jsou definovány od nejsvětlejší po nejtmaší barvu takto: 0–6,4; 6,4–17,2; 17,2–19,3; 19,3–26,9 a 26,9–75,6. Intervaly jsou zleva otevřeny a zprava uzavřeny.

Graf 18 Dopady do míry nezaměstnanosti v ČR

(odchylky od klimaticky neutrálního scénáře v p. b.)



Zdroj: Projekce ČNB prostřednictvím modelu NiGEM na základě výstupů z klimatického modelu REMIND-MAGPIE.

Poznámka: V klimaticky neutrálním scénáři se neuvažují žádná klimatická rizika.

³⁶ S vyšší mobilitou však může být úzce spojena i vyšší emisní intenzita dopravy, která musí být za účelem snížení emisí také transformována. To vede k dalšímu zvýšení výdajů domácností (či dodatečné zátěži veřejných financí prostřednictvím poskytování dotací) v podobě nákupu dopravních prostředků s elektrickým pohonem (případně na zelený vodík), jejichž cena je momentálně vyšší než dopravních prostředků se spalovacími motory.

³⁷ Obecně jsou ztrátou zaměstnání a rizikem neúspěšného návratu do pracovního procesu více ohroženi pracovníci s nižším vzděláním a nižšími dovednostmi (OECD, 2013; Kuhn, 2002).

³⁸ Míra selhání spotřebitelských úvěrů zajištěných obytnou nemovitostí je citlivá zejména na růst míry nezaměstnanosti, zatímco růst úrokových sazeb či cen energií nemá systémově nepříznivý dopad. Přestože jsou nízkopříjmové domácnosti riziku úvěrového selhání vystaveny nejvíce, jejich podíl na bankovních úvěrech domácnostem je nízký, viz Zátěžový test domácností (ČNB, 2022b).

V. ZÁVĚR

ČR se zavázala snížit množství emisí skleníkových plynů a stát se do roku 2050 klimaticky neutrální ekonomikou. Vedle ekonomických příležitostí a celospolečenských přínosů bude tato transformace představovat vynaložení značného objemu finančních prostředků a nejspíše se neobejde bez materializace některých s ní spojených klimatických rizik.

Článek se ve své hlavní části snaží nabídnout možný dlouhodobý makroekonomický vývoj globální a české ekonomiky při zohlednění tří různých klimatických scénářů: *Net Zero 2050*, *Zpožděný přechod* a *Současnou politiku*. Modelové simulace ukazují, že dlouhodobý a v čase zesilující parciální šok související s klimatickou změnou bude nad rámec běžného hospodářského cyklu v souhrnu působit ve směru pomalejšího ekonomického růstu a vyšší inflace, a tedy k potřebě relativně přísnější měnové politiky centrálních bank. Z pohledu intenzity se dopady na jednotlivé země a regiony světové ekonomiky značně liší. Ač ČR spadá mezi průmyslové země se značným uhlíkovým zatížením, při naplnění představených scénářů – včetně modelového předpokladu ohledně optimálního přerozdělení výnosů z uhlíkových daní formou vládních investic zpět do jednotlivých ekonomik – se v mezinárodním srovnání jeví vůči klimatickým šokům jako relativně odolná. Z výsledků analýzy vybraných scénářů nicméně vyplývá, že odkládání implementace klimatické politiky povede k výrazně vyšším ekonomickým nákladům, přičemž tento závěr je relevantní i pro ČR. I přes omezení modelového horizontu do roku 2050 analýza naznačuje, že na rozdíl od scénáře *Současná politika* by zbylé dva přechodové scénáře měly vést k velmi výraznému utlumení globálního oteplování, přičemž negativní dopady na jednotlivé ekonomiky světa by po roce 2050 měly být velmi nízké. Naopak v případě scénáře *Současná politika*, který má na redukci emisí CO₂ minimální vliv, negativní dopady změny klimatu v čase dále výrazně zesílí, což by si po roce 2050 mohlo vyžádat nevratné škody na životním prostředí, lidském zdraví a obrovské ekonomické náklady.

Článek se rovněž zabývá indikátory zranitelnosti sektorů reálné ekonomiky ČR a domácích bank vůči potenciálním klimatickým rizikům. Jsou mezi ně zařazeny indikátory přímých emisí odvětví, emisně kritických odvětví, úvěrově vážené emisní intenzity odvětví, koncentrace bankovních úvěrů do emisně náročných odvětví, energetické náročnosti obytných budov a emisní intenzity na pracovníka. Prostřednictvím indikátorů byla z pohledu klimatických rizik mimo jiné identifikována relevantní odvětví s relativně významným podílem na úvěrovém portfoliu bankovního sektoru v ČR. Z vývoje indikátorů dále vyplynulo, že agregátní uhlíková náročnost úvěrových portfolií bank se již začala snižovat, a to zejména v odvětví energetiky. Toto odvětví má přitom v ČR nejvyšší podíl na produkci skleníkových plynů.

Modelové makroekonomické simulace postavené na různých klimatických scénářích z dílny NGFS předpokládá ČNB využívat také pro zátěžové testování finančních institucí. Jedním z cílů článku bylo seznámit veřejnost s modelovým aparátem, který k tvorbě scénářů bude ČNB používat. Některé z představených indikátorů budou spolu s dalšími, průběžně tvořenými z nově získaných údajů, sloužit k vyhodnocování klimatických rizik v ČR a budou pravidelnou součástí Zprávy o finanční stabilitě.

VI. LITERATURA

BoC, OSFI (2022): Using Scenario Analysis to Assess Climate Transition Risk, Bank of Canada a Office of the Superintendent of Financial Institutions.

BoE (2022): Results of the 2021 Climate Biennial Exploratory Scenario (CBES), Bank of England.

Bosello, F., Roson, R., Tol, R. (2006): *Economy-wide estimates of the implications of climate change: Human health*, Ecological Economics, 58(3): 579–591.

Brzoska, M., Fröhlich, C. (2015): *Climate Change, Migration and Violent Conflict: Vulnerabilities, Pathways and Adaptation Strategies*, Migration and Development, 5(2): 190–210.

ČEPS (2023): Hodnocení zdrojové přiměřenosti ES ČR do roku 2040 (MAF CZ 2022). Česká energetická přenosová soustava.

ČNB (2021): Zpráva o finanční stabilitě 2020/2021, Česká národní banka.

ČNB (2022a): Zpráva o finanční stabilitě – podzim 2022, Česká národní banka.

ČNB (2022b): Zpráva o finanční stabilitě – jaro 2022, Česká národní banka.

ČNB (2023): Zpráva o měnové politice – jaro 2023, Česká národní banka.

Deloitte (2023): Rozvoj obnovitelných zdrojů v Česku do roku 2030 – přínosy a příležitosti.

EBA (2021): Mapping climate risk: Main findings from the EU-wide pilot exercise, European Banking Authority.

ECB (2022a): 2022 Climate risk stress test, European Central Bank.

ECB (2022b): BOX 5: Carbon-related concentration risk: measurement and applications, Financial Stability Review, November 2022, European Central Bank.

EDGAR (2022): EDGAR (Emissions Database for Global Atmospheric Research) Community GHG Database (a collaboration between the European Commission, Joint Research Centre (JRC), the International Energy Agency (IEA), and comprising IEA-EDGAR CO₂, EDGAR CH₄, EDGAR N₂O, EDGAR F-GASES) version 7.0, European Commission, JRC (Datasets).

Evropská komise (2019): Employment and Social Developments in Europe – Sustainable growth for all: choices for the future of Social Europe, European Commission.

ESRB, ECB (2022): The macroprudential challenge of climate change, European Systemic Risk Board a European Central Bank.

Faiella, I., Lavecchia, L. (2020): *The carbon footprint of Italian loans*, Occasional Papers (557), Banca d'Italia.

FSB, NGFS (2022): Climate Scenario Analysis by Jurisdictions, Financial Stability Board a Network for Greening the Financial System.

Hantzsche, A., Lopresto, M., Young, G. (2018): *Using NiGEM in uncertain times: Introduction and overview of NiGEM*, National Institute Economic Review, 244(1): 1–14.

ILO (2019): Skills for a greener future, Key findings, International Labour Office.

IMF (2022a): Global Financial Stability Report, říjen 2022, International Monetary Fund.

IMF (2022b): World Economic Outlook, duben 2022, International Monetary Fund.

IPCC (2018): Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC (2022a): Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change, Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC (2022b): Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Intergovernmental Panel on Climate Change.

Kalkuhl, M., Wenz, L. (2020): *The impact of climate conditions on economic production. Evidence from a global panel of regions*, Journal of Environmental Economics and Management, 103.

Kuhn, Peter J. (2002): *Losing Work, Moving On: International Perspectives on Worker Displacement*, W.E. Upjohn Institute for Employment Research.

McKinsey & Company (2020): Klimaticky neutrální Česko.

NGFS (2022): NGFS Scenarios for central banks and supervisors, Network for Greening the Financial System.

OECD (2013): OECD Employment Outlook 2013, Organisation for Economic Co-operation and Development.

Rigaud, K. K., De Sherbinin, A., Jones, B., Bergmann, J., Clement, V., Ober, K., Schewe, J., Adamo, S., McCusker, B., Heuser, S., Midgley, A. (2018): *Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration*, World Bank, Washington, DC.

UNWTO (2008): Climate Change and Tourism – Responding to Global Challenges, World Tourism Organization and United Nations Environment Programme.

Vandeplas, A., Vanyolos, I., Vigani, M., Vogel, L. (2022): *The Possible Implications of the Green Transition for the EU Labour Market*, European Economy Discussion Paper No. 176, European Commission.

Vydává:
ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA
sekce finanční stability
Na Příkopě 28
115 03 Praha 1
Česká republika

Kontakt:
ODBOR KOMUNIKACE SEKCE KANCELÁŘ
Tel.: 224 413 112
www.cnb.cz